

**Universidade Estadual
“Júlio de Mesquita Filho”**

Faculdade de Ciências Farmacêuticas

**Adequação do processo de produção e
controle de qualidade da aguardente de *liquor*
de laranja**

Crislaine Alvarenga Perez de Paula

Tese apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Alimentos e
Nutrição para obtenção do título de
Doutor em Alimentos e Nutrição

Área de concentração: Ciência dos
Alimentos

Orientador: Prof. Dr. João Bosco
Faria

Araraquara
2017

CRISLAINE ALVARENGA PEREZ DE PAULA

Adequação do processo de produção e controle de qualidade da aguardente de *liquor* de laranja

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição para obtenção do título de Doutor em Alimentos e Nutrição

Área de concentração: Ciência dos Alimentos

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Faria

Araraquara
2017

Ficha Catalográfica

Elaborada por Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

P324a

Paula, Crislaine Alvarenga Perez de
Adequação do processo de produção e controle de qualidade da aguardente de *liquor* de laranja / Crislaine Alvarenga Perez de Paula. – Araraquara, 2017.
79 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição. Área de pesquisa em Ciências dos Alimentos.

Orientador: João Bosco Faria.

1. Aguardente. 2. Perfil livre. 3. Cobre. 4. Prata. 5. Aceitação. I. Faria, João Bosco, orient.
I. Título.

CAPES: 50700006

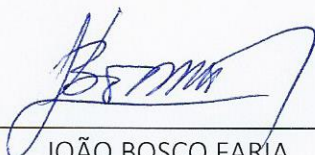
CRISLAINE ALVARENGA PEREZ DE PAULA

ADEQUAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DA AGUARDENTE
DE LIQUOR DE LARANJA

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de
Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual
Paulista – UNESP, Campus de Araraquara como
requisito para a obtenção do título de Doutora em
Alimentos e Nutrição.

Araraquara, 22 de março de 2017.

BANCA EXAMINADORA



JOÃO BOSCO FARIA



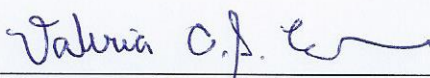
ANDRÉ RICARDO ALCARDE



MAURÍCIO BOSCOLO



DANIELA CARDOSO UMBELINO CAVALLINI



VALÉRIA DE CARVALHO SANTOS EBINUMA

Agradecimentos pessoais

À Deus e Nossa Senhora Aparecida por sempre iluminar meus passos nos momentos difíceis da minha caminhada;

Ao meu marido Júlio Cesar por todo o seu amor incondicional, ajuda, compreensão e paciência desde o princípio;

Aos meus pais Carmem e Antônio e irmã Taciane pela motivação, paciência e força durante a realização do meu trabalho;

À toda família de Paula e Silva: Sr. Expedito, Sra. Luíza, Mary Ellen, Adriano e Maria Vitória pelo carinho e incentivo;

Aos meus avós Delma, Benedito, Zulmira e Alaíde;

À minha tia Cláudia e tia Maria que no percorrer dessa minha caminhada nos deixaram de forma repentina, deixando saudades;

Aos grandes amigos, que mesmo distantes, se fizeram presente de alguma forma;

Aos amigos da pós-graduação Mariana, Henrique e Michelle que sempre me motivaram e ajudaram quando precisei;

À todos os estagiários de graduação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Qualidade da Cachaça.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. João Bosco Faria pela disposição, orientação e dedicação durante a pesquisa;

À Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP/Araraquara pelo apoio durante o desenvolvimento do trabalho;

À Coordenação do Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida;

Aos funcionários da seção de pós-graduação e Comitê de Ética pela disponibilidade e ajuda;

Ao corpo docente da pós-graduação em Alimentos e Nutrição pelos conhecimentos compartilhados durante todos esses anos;

Aos amigos da pós-graduação: Mariana, Henrique, o técnico Rômulo e Tércio pela ajuda durante as análises do projeto;

Aos estagiários de graduação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Qualidade da Cachaça por toda a ajuda durante o desenvolvimento do projeto;

À cada um dos assessores do Perfil Livre pela paciência e comprometimento durante as várias sessões da análise sensorial;

Aos consumidores do teste de aceitação pela importante contribuição;

Aos membros da banca examinadora pela valiosa presença e contribuições.

*Só a experiência própria é capaz
de tornar sábio o ser humano.*

(Sigmund Freud)

Resumo

Objetivo: analisar o uso do cobre, aço inoxidável e da prata na produção da aguardente de *liquor* de laranja e seus efeitos na qualidade química e sensorial da bebida, assim como o potencial de mercado da aguardente, junto às bebidas destiladas envelhecidas encontradas no mercado brasileiro.

Métodos: o *liquor* fermentado pelas leveduras de descarte da indústria cervejeira foi destilado em alambiques de cobre e aço inoxidável. Os destilados foram submetidos ao processo de bidestilação utilizando-se no interior dos capitéis dos alambiques dispositivos de cobre e de prata, sendo assim obtidas sete aguardentes, as quais foram então envelhecidas em ancorotes de carvalho novos, por seis meses. Foram realizadas em todas as aguardentes as determinações de cobre e acidez volátil segundo a Instrução Normativa nº 24; aldeídos, ésteres, metanol, álcoois superiores, acidez volátil e furfural, por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama e carbamato de etila por cromatografia gasosa com detector de espectrometria de massas. O potencial de mercado da aguardente de *liquor* de laranja foi avaliado comparando-se o perfil sensorial da aguardente com bebidas destiladas envelhecidas comercializadas como cachaça, rum, whiskey e tequila. A análise sensorial foi realizada utilizando-se testes descritivo (Perfil Livre) e afetivo (Teste de aceitação e intenção de compra). Com os dados do Perfil Livre foi realizada a Análise Procrustes Generalizada (GPA). Só fizeram parte da dimensão consenso final os termos descritores com $r \geq |0,6|$ em pelo menos uma das duas primeiras dimensões e os assessores com resíduo de no máximo 30%. Para os dados referentes ao Teste de aceitação e caracterização química foram realizadas análise estatística descritiva, normalidade e homocedasticidade. Também foi realizada a análise de Mapa de Preferência Externo (PrefMap) para correlacionar as características químicas e sensoriais com a aceitação dos consumidores. Para os dados da intenção de compra foi aplicado o teste de qui-quadrado. O nível de significância adotado no estudo foi de 5%.

Resultados: as aguardentes obtidas nos diferentes tratamentos apresentaram-se dentro dos limites legais estabelecidos para cachaça e aguardente de cana-de-açúcar para os compostos químicos analisados, exceto a acidez volátil na aguardente destilada em cobre e bidestilada em alambique de aço-inoxidável com o dispositivo de cobre. O perfil sensorial das bebidas foi semelhante, entretanto por meio de análise do Mapa de Preferência Externo foi possível observar uma diferenciação entre as aguardentes avaliadas. Observou-se também uma separação da aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre demonstrando que o emprego do aço inoxidável pode alterar o perfil sensorial da aguardente de *liquor* de laranja. No teste de aceitação a aguardente produzida em alambique de aço-inoxidável utilizando o dispositivo de prata na bidestilação, apresentou uma menor preferência, o que não se refletiu na intenção de compra das aguardentes sendo que 63% dos consumidores declararam que certamente ou provavelmente comprariam qualquer uma das aguardentes de *liquor* de laranja. Em relação ao potencial de mercado observou-se a separação da aguardente de *liquor* de laranja das demais bebidas destiladas envelhecidas

comerciais, devido aos seus descritores sensoriais diferenciados. Não foi observado diferença significativa na intenção de compra positiva da nova aguardente quando comparado com a cachaça, uísque e rum. **Conclusão:** a composição química das aguardentes obtidas com o uso de diferentes metais no processo de produção permaneceu dentro dos limites estabelecidos pela legislação para cachaças e aguardente de cana-de-açúcar. A aceitação e o perfil sensorial gerado foram semelhantes entre as aguardentes, demonstrando que qualquer metal pode ser utilizado na produção da bebida, desde que o seu uso seja planejado. Os testes sensoriais realizados demonstraram ainda que a aguardente de *liquor* de laranja tem um alto potencial de mercado dentre as bebidas destiladas e envelhecidas já comercializadas no Brasil.

Palavras-Chave: Aguardente; Perfil livre; Cobre; Prata; Aceitação.

Abstract

Objective: Analyze the use of copper, stainless steel and silver in the production of orange liquor spirit and its effects on the chemical and sensorial quality of the beverage, as well as the market potential of the new spirit along with the aged distilled beverages found in the Brazilian market. **Methods:** The liquor fermented by brewer's yeast from the brewing industry was distilled in copper and stainless steel stills with a capacity of twenty liters, heated with direct flame. The distillates were then subjected to the double distillation process using copper or silver devices in the interior of the capitals of the stills, thus obtaining seven different beverages. The spirits thus obtained, were aged in new oak barrels with a capacity of five liters for six months. All determinations of copper and volatile acidity were carried out in all spirits according to Normative Ruling n. 24; aldehydes, esters, methanol, higher alcohols, volatile acidity and furfural acid were determined by gas chromatography coupled to flame ionization detector and the ethyl carbamate by gas chromatography coupled to a mass spectrometer. The sensory analysis was performed using descriptive (Free Choice Profile) and affective (acceptance test and the attitude to purchase of the consumer). With the Free Choice Profile data, Generalized Procrustes Analysis (GPA) was performed. Only the final consensus dimension were the terms descriptors with $r \geq |0.6|$ in at least one of the first two dimensions and assessors with a maximum residue of 30%. For the acceptance test and chemical characterization data, descriptive statistical analysis, normality and homoscedasticity was performed. The analysis of the External Preference Map (PrefMap) was also carried out to correlate the chemical and sensorial characteristics with the acceptance of the consumers. The chi-square test was applied for the attitude to purchase of the consumer data. The level of significance adopted in the study was 5%. **Results:** The spirits obtained in the different treatments were within the legal limits established for cachaça and sugarcane spirit for the chemical compounds analyzed, except for the volatile acidity in the spirit distilled in copper and double-distilled in stainless steel still with copper device. The sensorial profile of the beverages was similar, however analyzing the External Preference Map it was possible to observe a differentiation of the spirits studied. There was a separation of the distilled and double distilled spirit in copper alembic demonstrating that the use of stainless steel can alter the sensorial profile of orange liquor spirit. In the acceptance test, the spirits produced in stainless steel alembic with the silver device in the in double distillation showed a lower preference, reduction that was not reflected in the purchase intention of the spirits considering that 63% of the consumers declared that certainly or probably would buy any orange liquor spirit. The market potential of the new spirit in front of the distilled beverages marketed, the orange liquor spirit was separated from the other aged commercial distilled beverages because of their differentiated sensory descriptors. The positive purchase intention of the new spirit was similar to those of cachaça, whiskey and rum. **Conclusion:** The chemical composition of the spirits obtained with the use of different metals in the production process remained within the limits established by the legislation for cachaça and sugarcane spirits. The acceptance test and the sensorial profile generated were similar among the

spirits, showing that any metal can be used in the production of the beverage, provided that its use is planned. The sensorial tests carried out also demonstrated that orange liquor spirit has a high market potential among distilled and aged beverages already marketed in Brazil.

Key-words: Spirit; Free Choice Profile; Copper; Silver; Acceptance.

LISTA DE TABELAS E QUADRO

Capítulo 1

Tabela 1. Caracterização química das aguardentes de *liquor* de laranja. ... 35

Tabela 2. Teores dos contaminantes nas aguardentes de liquor de laranja e seus limites estabelecidos pela legislação.....36

Tabela 3. Definições, sinônimos e porcentagem de citação dos descritores levantados pelos assessores para os atributos aparência, aroma, sabor e sensação bucal das aguardentes de *liquor* de laranja. 38

Capítulo 2

Quadro 1. Caracterização das bebidas comerciais destiladas e envelhecidas e da aguardente de *liquor* de laranja..... 52

Tabela 1. Descrição, sinônimo e frequência de citação por assessores para os atributos aparência, aroma, sabor e sensação bucal das bebidas..... 55

Tabela 2. Médias de aceitação dos consumidores para os atributos cor, aroma e sabor da aguardente de liquor de laranja e das bebidas destiladas envelhecidas comerciais.....61

Tabela 3. Teste de qui-quadrado para a intenção de compra dos consumidores.....62

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1.** Perfil sensorial com as médias dos descritores das aguardentes de *liquor* de laranja..... 40
- Figura 2.** Mapa de Preferência Externo das aguardentes de *liquor* de laranja.....41

Capítulo 2

- Figura 1.** Separação das bebidas segundo o Mapa de Preferência Externo.....58
- Figura 2.** Separação dos termos descritores segundo PrefMap..... 59
- Figura 3.** PrefMap para as bebidas comerciais envelhecidas e a aguardente de *liquor* de laranja..... 61

LISTA DE APÊNDICES

Capítulo 1

Apêndice 1. Tabela das correlações dos termos descritores para as duas primeiras dimensões e o resíduo total por assessor referente aos dados do Capítulo 1..... 70

Capítulo 2

Apêndice 2. Tabela das correlações dos termos descritores nas duas primeiras dimensões e o erro percentual por assessor referente aos dados do Capítulo 2..... 73

Sumário

Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
Lista de tabelas e quadro.....	x
Lista de figuras.....	xi
Lista de apêndices.....	xii
Introdução.....	15
Capítulo 1.....	22
Efeito de metais presentes no alambique na caracterização química e sensorial da aguardente de <i>liquor</i> de laranja.....	22
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Material e métodos.....	26
Processo de obtenção das aguardentes de <i>liquor</i> de laranja.....	26
Caracterização química.....	28
Análise sensorial.....	30
Análise descritiva.....	30
Análise afetiva.....	31
Análise de dados.....	31
Resultados e discussão.....	33
Conclusão.....	44
Referências.....	45
Capítulo 2.....	48
Perfil sensorial e análise afetiva da aguardente de <i>liquor</i> de laranja e destilados envelhecidos comerciais.....	48
Resumo.....	49
Abstract.....	49
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	52
Material.....	52

Análise sensorial.....	52
Perfil Livre	53
Análise afetiva.....	53
Análise de dados	54
Resultados e discussão	54
Conclusão	63
Referências.....	64
Considerações Finais	66
Referências.....	67
Apêndice 1. Tabela das correlações dos termos descritores para as duas primeiras dimensões e o resíduo total por assessor referente aos dados do Capítulo 1.....	70
Apêndice 2. Tabela das correlações dos termos descritores nas duas primeiras dimensões e o erro percentual por assessor referente aos dados do Capítulo 2.....	73

Introdução

A aguardente de *liquor* de laranja é a bebida obtida a partir da fermentação, bidestilação e envelhecimento de um subproduto da indústria cítrica, o *liquor* de laranja. No ano de 2002, foi realizado o primeiro estudo que mostrou a viabilidade da utilização do *liquor* de laranja na produção de uma aguardente, sendo possível assim reaproveitar tal resíduo como matéria prima na produção de um novo produto com maior valor agregado (1).

Ferreira em 2005 avaliou a produção técnico-econômica da produção industrial da aguardente de *liquor* de laranja, mostrando que a nova bebida tem potencial de mercado e que o retorno de investimento na produção da aguardente é de curto prazo, tanto dentro de uma indústria de grande ou pequeno porte (2).

O *liquor* de laranja é gerado a partir dos resíduos (bagaço, os descartes das centrífugas, a polpa, as cascas e os refugos) após a extração do suco de laranja. Todos esses materiais são encaminhados para a produção de ração, sendo inicialmente o pH corrigido pela adição de óxido de cálcio e então submetidos à etapa de prensagem, originando assim, duas fases: uma fase sólida (bagaço) e outra líquida, o *liquor* de laranja. O *liquor* é concentrado em evaporadores (podendo ser concentrado até 60° Brix) e misturado ao bagaço, sendo esse material posteriormente seco e peletizado, dando origem ao CPP – *Citrus Pulp Pellets* (3).

Como o *liquor* de laranja é composto basicamente por frações de açúcares como glicose, frutose, sacarose e pequenas porções de pentoses,

esse subproduto que atualmente é destinado a ração animal, representou uma fonte interessante para a obtenção de álcool (4).

Diversas pesquisas têm avaliado a utilidade dos subprodutos da indústria de cítricos na produção de bioetanol. Entretanto, tal processo ainda é muito dispendioso por envolver pré-tratamentos desses subprodutos e a utilização de diferentes microrganismos na fermentação, o que pode dificultar a produção em larga escala (5-10).

Dado continuidade às pesquisas relacionadas com a aguardente de *liquor* de laranja, no ano de 2007 foi avaliada a utilização da levedura de descarte da indústria cervejeira, outro subproduto da indústria de bebidas, como fermento para a produção da referida aguardente (11).

A principal levedura utilizada na produção da cerveja é a *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada em média durante cinco ciclos da produção da bebida, com o objetivo de manter a padronização e a qualidade da cerveja. Com isso, ao final dos ciclos de fermentação, as leveduras ainda apresentam alta viabilidade celular, com aproximadamente 98% de células vivas. Tal fermento é então armazenado em tanques e somente destinado a ração animal quando o teor de células mortas atingir aproximadamente 80% (11).

O emprego da levedura de descarte da indústria cervejeira na fermentação do *liquor* de laranja não causou perda da qualidade química e sensorial da aguardente, revelando assim o possível potencial da utilização dessa levedura na produção da aguardente de *liquor* de laranja. A aguardente de *liquor* de laranja produzida com o referido fermento descartado e

bidestilada em alambique de cobre, quando comparada com uma aguardente de cana-de-açúcar comercial envelhecida não revelou diferença significativa na aceitação para o atributo impressão global (4).

Nas aguardentes de *liquor* de laranja produzidas com a levedura convencional e destilada em alambiques de cobre, o resultado do teste de aceitação para o atributo impressão global foi em média 6,3 (valor correspondente a gostei ligeiramente na escala hedônica), enquanto a aguardente produzida com a levedura de descarte da indústria cervejeira e também destilada em alambique de cobre obteve nota 7 (valor correspondente a gostei moderadamente na escala hedônica) (4, 12, 13)

A aceitação e o perfil sensorial da aguardente de *liquor* de laranja avaliados por Lorenzetti (2009) não revelaram diferença significativa na aceitação das aguardentes produzidas em cobre ou em aço-inoxidável (média de aceitação de 6,8 nos atributos aparência, aroma, sabor e avaliação global). No perfil sensorial foi observado que a aguardente bidestilada em alambique de cobre e envelhecida em ancorotes de carvalho obteve as maiores intensidades de descritores que contribuem de forma positiva na qualidade sensorial de bebidas envelhecidas indicados pelos assessores na análise descritiva quantitativa (ADQ). Já a aguardente produzida em alambique de aço-inoxidável foi relacionada a descritores negativos sendo alguns deles sabor e aroma fermentado, pungência bucal e ardência residual (13).

No ano de 2013, Perez avaliou a reutilização da levedura de descarte da indústria cervejeira na produção da aguardente de *liquor* de laranja, sem reposição do fermento entre os ciclos de fermentação. Como resultado foi

observado que o mesmo fermento pode ser usado por no máximo três ciclos de fermentação, sem perdas no rendimento e na qualidade da bebida (14).

No processo de produção da aguardente de *liquor* de laranja, o *liquor* é diluído a 15 °Brix e colocado para fermentar com as leveduras de descarte da indústria cervejeira na proporção de 4:1 (*liquor*: fermento), à temperatura ambiente por 24 horas. O processo fermentativo é controlado pela diminuição dos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e produção de gás carbônico. Após a decantação das leveduras, o *liquor* fermentado é bidestilado em alambiques e colocado para envelhecer por um período não inferior a seis meses, utilizando pequenos toneis de cinco litros (4).

Na produção da cachaça, a bidestilação e o envelhecimento não são etapas obrigatórias, diferentemente da aguardente de *liquor* de laranja. O processo de bidestilação reduz os teores de compostos secundários, melhorando assim a qualidade sensorial da bebida (15). Neste processo o teor alcoólico também aumenta para aproximadamente 70% v/v, graduação ideal para o processo de envelhecimento (16). Como o *liquor* de laranja possui em sua composição outras matérias voláteis, a bidestilação é uma importante etapa para a garantia da qualidade química e sensorial dessa bebida (1).

Já a etapa de envelhecimento, agrega sabores e aromas desejáveis para a bebida melhorando sua qualidade, como já observado em estudos anteriormente realizados com aguardente de cana-de-açúcar, que melhoraram significativamente o perfil sensorial dessa tradicional bebida (17).

A utilização de alambiques de cobre na produção de bebidas destiladas é amplamente difundido, principalmente entre produtores de pequeno e médio

porte. Já as grandes destilarias realizam o processo de destilação em colunas de aço-inoxidável (15).

O cobre apresenta um papel importante na qualidade sensorial das bebidas destiladas, já que esse metal catalisa a degradação de compostos sulfurados formados durante a fermentação. A ausência do cobre durante o processo de destilação (alambiques de aço-inoxidável ou de alumínio) visando evitar a contaminação da bebida por este metal, os referidos compostos indesejáveis não são degradados e mesmo em baixas concentrações podem prejudicar o aroma e o sabor dos destilados. Entretanto tal contaminação pode ser evitada com o uso de outros metais na parte descendente dos alambiques, visto que na parte ascendente não ocorre a contaminação pelo cobre das bebidas destiladas (17-20).

A contaminação pelo cobre também pode ocorrer pela formação do carbonato básico de cobre, conhecido como azinhavre, na superfície do metal durante o processo de destilação. Tal composto solubilizado por vapores ácidos durante a destilação, permite que íons de cobre sejam arrastados para o produto final, problema facilmente resolvido pela limpeza constante dos alambiques (19, 21).

Outro problema relacionado a contaminação de cobre em destilados é a formação do carbamato de etila ou uretana ($\text{NH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$), composto considerado genotóxico, naturalmente encontrado em baixas concentrações em alimentos e bebidas fermentados, como pães, iogurtes, vinhos, cerveja, saquê e em maiores concentração em bebidas destiladas como uísque entre outras. Sua ingestão é praticamente inevitável e em baixas concentrações seu

efeito é insignificante na saúde humana (1 µg/pessoa por dia). Relatos na literatura observaram que a média de ingestão do carbamato de etila por meio do consumo de alimentos (não considerando bebidas alcoólicas) é de aproximadamente 15 ng/kg por peso corporal por dia (22, 23).

O processo de formação do carbamato de etila ainda não está totalmente conhecido. Já se sabe que a ureia, o carbamifosfato, a arginina e a citrulina, formados durante as fermentações alcoólica e malolática, são os precursores responsáveis pela formação do carbamato de etila em vinhos. Tais compostos podem reagir com o etanol em pH ácido, formando assim o carbamato de etila, reação que é favorecida pelo aumento da concentração dos reagentes, do tempo e da temperatura (24-26).

Na produção da cachaça, o carbamato de etila pode ser formado durante a fermentação, destilação e envelhecimento. Uma das possíveis vias de formação do contaminante na cachaça envolve precursores como o íon cianeto ou compostos derivados que, na presença do cobre, proveniente dos alambiques, pode catalisar a reação com etanol, produzir o carbamato de etila. Um dos mecanismos propostos, envolve a complexação do cianeto pelo íon de cobre, que é oxidado à cianogênio e transformado em cianeto, que na presença de etanol pode formar o carbamato de etila (27).

Uma alternativa já utilizada na produção de cachaça para prevenir a formação do carbamato de etila é trocar as partes descendentes dos alambiques de cobre por aço inoxidável como forma de evitar a contaminação do destilado pelo cobre, e assim evitar sua presença no destilado juntamente com o precursor (27).

Em estudo anterior Cavalcanti (2009) avaliou o uso de um dispositivo de prata no capitel dos alambiques durante o processo de destilação da cachaça como catalisador da formação de carbamato de etila, indicando uma alternativa viável na redução desse contaminante, sem alterar a qualidade sensorial das cachaças (28).

A contaminação por carbamato de etila também foi observada na aguardente de *liquor* de laranja por Perez (2013), em concentrações elevadas que inviabilizariam a produção e comercialização da mesma (14).

Estudos envolvendo a utilização de diferentes metais no processo de produção de cachaça e outras aguardentes, além da garantia da qualidade química da bebida, é de extrema importância conhecer a influência destes metais na aceitabilidade e perfil sensorial do produto final.

Nesse sentido, foi objetivo do presente trabalho avaliar os efeitos químicos e a qualidade sensorial da aguardente de *liquor* de laranja produzida em alambique de cobre e aço inoxidável, na presença e ausência de dispositivos de prata e cobre. O potencial de mercado da aguardente também foi avaliado comparando-se o perfil sensorial e sua aceitação com as bebidas destiladas e envelhecidas encontradas no mercado brasileiro.

Capítulo 1.

Efeito de metais presentes no alambique na caracterização química e sensorial da aguardente de *liquor* de laranja

Crislaine Alvarenga Perez de Paula¹

Mariana Gouvêa Rodrigues¹

João Bosco Faria¹

¹Faculdade de Ciências Farmacêuticas – UNESP, Araraquara.

Resumo

O *liquor* de laranja e a levedura de descarte da indústria cervejeira são subprodutos gerados pela indústria de alimentos, atualmente destinados à produção de ração animal. Entretanto, estudos demonstraram a viabilidade da utilização destes subprodutos na produção de uma aguardente. O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito dos alambiques de cobre e aço-inoxidável com dispositivos de cobre ou prata durante as etapas de destilação e bidestilação na qualidade química e sensorial da bebida. A análise de componentes principais separou as bebidas correlacionando-as com suas características químicas e sensoriais, entretanto tal diferenciação não afetou a aceitação e a intenção de compra dos consumidores, mostrando que o uso de diferentes metais alambique na produção da aguardente de *liquor* de laranja como estratégia de controle de qualidade não afeta a preferência dos consumidores.

Palavras-Chave: Bebida destilada; Alambique; Aceitação; Perfil sensorial; PrefMap.

Abstract

Orange liquor and brewer's spent yeast are by-products generated by the food industry used in the production of orange liquor spirit that are intended for the production of animal feed. However, the studies have already shown a viability of the use of these by-products in the production of a spirit. The present study aimed to evaluate the effect of copper and stainless steel stills with copper or silver devices on the chemical and sensory quality of the beverage. The analysis of main components separated the beverages correlating them with their chemical and sensorial characteristics however such differentiation did not affect the acceptance and the attitude to purchase of the consumers, showing that the use of different metals alembic in the production of orange liquor spirit as quality control strategy does not affect consumer preference.

Key-words: Distilled beverage, Alembic, Acceptance, Sensory Profile, PrefMap.

Introdução

A aguardente de *liquor* de laranja é a bebida produzida a partir do aproveitamento dos subprodutos das indústrias cítrica e cervejeira. O *liquor* de laranja é o líquido resultante da prensagem das cascas, sementes e refugos após a extração do suco dos frutos, que atualmente é destinado juntamente com o bagaço, à produção de ração animal (1).

A levedura cervejeira, descartada após cinco ciclos de produção da bebida, pode ser utilizada por mais três ciclos para a produção da aguardente de *liquor* de laranja, sem necessidade de reposição (2).

A produção da aguardente de *liquor* de laranja tem como etapas obrigatórias a bidestilação e o envelhecimento, técnicas comumente empregadas na produção de outras bebidas alcoólicas como o uísque, rum e conhaque (1, 3).

Além das etapas da produção da bebida, o material do alambique utilizado durante o processo de destilação, pode interferir de forma significativa, tanto na composição química quanto sensorial das bebidas destiladas. Na produção da aguardente de *liquor* de laranja, Saito (2007) observou diferença significativa na aceitação entre as aguardentes produzidas em alambiques de cobre ou aço-inoxidável e envelhecidas em castanheira. Lorenzetti (2009) porém, não observou diferenças entre as aceitações das aguardentes produzidas nos diferentes alambiques quando envelhecidas em carvalho. Entretanto, o perfil sensorial das aguardentes obtidos por análise descritiva quantitativa revelou-se diferente nas bebidas destiladas em cobre ou aço-inoxidável (4, 5).

Na produção da cachaça, estudos já mostraram que o material do alambique além de interferir na qualidade sensorial da bebida, também altera a composição das mesmas. Cavalcanti (2009), avaliou além do material dos alambiques o uso de dispositivos de cobre e prata na redução de contaminantes, constatando que a prata pode contribuir de forma positiva na redução do carbamato de etila (6-8). No caso da aguardente de *liquor* de laranja, estudo realizado por Perez (2013) verificou-se concentrações de carbamato de etila bem acima do permitido pela legislação (2).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito dos alambiques de cobre e de aço inoxidável, a utilização de dispositivos de cobre e prata colocados no capitel destes alambiques, e sua influência na composição química, no perfil sensorial e na aceitação da nova aguardente de *liquor* de laranja.

Material e métodos

Processo de obtenção das aguardentes de liquor de laranja

O *liquor* de laranja e a levedura de descarte da indústria cervejeira foram doados respectivamente pelas indústrias de suco de laranja e cerveja da região da cidade de Araraquara/SP.

O *liquor* de laranja foi fermentado pelas leveduras de descarte da indústria cervejeira (*Saccharomyces cerevisiae* com viabilidade celular média inicial de 97%), na proporção de 4:1 (*liquor*: fermento) durante 24 horas (4). Foram realizadas sete bateladas de fermentação (a partir de 67 litros de *liquor*), sendo que antes do início de cada processo o *liquor* era previamente diluído de 30° Brix para 15° Brix. O processo fermentativo foi conduzido em

temperatura ambiente, tendo o seu final determinado pela queda do pH (5,0 para 4,5) e pelo teor de sólidos solúveis totais (média aproximada 7° Brix). O rendimento da destilação foi em média de $11,5 \pm 1,5$ litros.

A partir do mesmo *liquor* fermentado, foram obtidas amostras de aguardente de *liquor* de laranja destiladas em alambiques de cobre (C) e aço inoxidável (I) com capacidade de 20 litros, aquecidos com chama direta. Os destilados foram então submetidos ao processo de bidestilação utilizando-se no interior dos capitéis dos alambiques, dispositivos de cobre (c) ou prata (p).

A fração “cabeça” foi separada na etapa de bidestilação, representando 2% do volume a ser bidestilado e a fração “coração” foi destilada até o percentual alcoólico atingir aproximadamente 64% v/v.

Desta forma foram então obtidas as seguintes aguardentes: aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre (CC-controle de cobre); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável (II-controle de aço inoxidável); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável (CI-controle de dispositivos); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de cobre (C1c); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de prata na bidestilação (C1p); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de cobre na bidestilação (I1c); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de prata na bidestilação (I1p).

As aguardentes de *liquor* de laranja foram então envelhecidas (teor alcoólico médio de $64,3 \pm 0,4\%$ v/v), em barris de carvalho com capacidade de cinco litros (um barril por aguardente), por um período de seis meses, com monitoramento de temperatura (20 - 25°C) e umidade do ambiente (60 - 70%).

Após o processo de envelhecimento o teor alcoólico foi padronizado para 38% (v/v) e a correção da turbidez causada pelo processo de diluição, foi realizada por filtração a frio a uma temperatura de -17°C e posteriormente filtradas duplamente em papel com 100% de fibras celulósicas.

Caracterização química

As determinações de cobre e acidez volátil foram realizadas conforme descrito em métodos oficiais (9). Aldeídos, ésteres, metanol, álcoois superiores (propanol, 1-butanol, 1-amílico), acidez volátil e furfural, por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama em cromatógrafo a gás (Shimadzu modelo QP-2010 PLUS) (10, 11).

Para a quantificação dos compostos foi utilizada a metodologia de padrão interno. Antes da análise dos padrões e das aguardentes foi realizado um processo de filtração em filtros Millex – HV (Millipore) com membrana de Fluoreto de Polivinilideno (13 mm de diâmetro e 0,45 µm de poro). A coluna utilizada foi a Stabilwax-DA (Crossbond Carbowax polyethylene glycol, 30 m x 0,18 mm x 0,18 µm). As temperaturas do detector e do injetor foram fixadas em 250 °C e a injeção foi realizada manualmente com divisão de fluxo (*split*) de 1:25, com 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 de 40°C por isoterma de quatro minutos), aumento até 120 °C a uma taxa de 20 °C min⁻¹ (isoterma de um minuto) e aumento a 30 °C min⁻¹ até 180 °C (isoterma de quatro minutos) (10, 11).

A análise de carbamato de etila foi realizada sem tratamento prévio das amostras, utilizando-se cromatógrafo gasoso Shimadzu com detector de massas, modelo GCMS- QP2010 Plus, tendo como fonte de ionização o impacto eletrônico com energia de ionização de 70eV. A coluna utilizada foi a coluna 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 respectivamente 230 e 220 °C. A programação de temperatura para o forno foi inicialmente de 90 °C por um minuto, sendo elevado para 150 °C a uma taxa de 10 °C min⁻¹, seguido de aquecimento a 230 °C a uma taxa de 30 °C min⁻¹ e permanência de dois minutos. O volume injetado foi de 1,0µL (modo *splitless* automático), em duplicata. O gás de arraste utilizado foi o 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 (12, 13). A quantificação foi realizada mediante comparação dos resultados cromatográficos das amostras com uma curva analítica obtida a partir de uma solução padrão de carbamato de etila, utilizando-se carbamato de metila na concentração de 150 µg/L como padrão interno (10, 11).

Todas as análises químicas 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 Piracicaba/SP.

Análise sensorial

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP/Araraquara (CAAE: 46774415.7.0000.5426), sendo os voluntários recrutados entre os estudantes e funcionários da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCF - UNESP).

Análise descritiva

Para a caracterização sensorial das aguardentes foi utilizado o método de Perfil Livre (14) com painel de consumidores de bebidas alcoólicas sem experiência em análise sensorial descritiva.

A seleção dos assessores foi realizada por meio de identificação dos gostos primários (doce, salgado, ácido e amargo) e pelos testes de reconhecimento de aromas (cachaça envelhecida, cravo, cerveja tipo *Pilsen*, extrato de carvalho (madeira), óleo essencial de laranja, essência de baunilha, refrigerante de guaraná, licor de coco, mel e vinagre), teste triangular para o sabor metálico e teste de ordenação para aroma de baunilha e sabor amargo.

Fizeram parte do painel final os assessores que obtiveram acerto mínimo de 60% nos testes realizados.

Foram necessárias quatro sessões para a realização do Perfil Livre, sendo uma para o levantamento e definição dos termos descritores e três para a análise das bebidas em triplicata, utilizando-se escalas não estruturadas de nove centímetros.

A apresentação das aguardentes foi em blocos completos, aleatorizados e mascarados com numeração de três dígitos (15).

Análise afetiva

Para a análise afetiva foram recrutados 140 voluntários de ambos os sexos, maiores de 18 anos, somente consumidores de bebidas alcoólicas. O teste utilizado foi o de aceitação para avaliação dos atributos cor, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra. A aceitação dos consumidores foi avaliada por meio de escala hedônica mista de nove pontos (16). As aguardentes foram apresentadas de forma monádica e balanceadas em blocos completos aleatorizados, codificadas com numeração de três dígitos (15). Para minimizar o efeito residual, foi servido aos consumidores um pedaço de pão de forma entre as avaliações das aguardentes. A intenção de compra foi avaliada pelo método proposto por Meilgaard e colaboradores (17).

Análise de dados

Os dados obtidos do Perfil Livre foram analisados pela Análise Procrustes Generalizada (GPA) utilizando o programa Senstools.NET versão 1.2.2.0.

Fizeram parte da dimensão consenso final apenas os termos descritores que apresentaram correlação de $r \geq |0,6|$ em pelo menos uma das duas primeiras dimensões e os assessores com resíduo de no máximo 30% (18, 19).

Os dados obtidos referentes à caracterização química e teste de aceitação foram submetidos à análise estatística descritiva e testados quanto

a normalidade (Assimetria: -1,06 e -0,16 e Curtose: -0,85 e 1,38) e homocedasticidade (Teste F: 0,099 – 0,925).

Com base na Análise de Componente Principal (ACP) foi construído o Mapa de Preferência Externo (MedPref) visando correlacionar as características químicas e sensoriais das aguardentes com a aceitação dos consumidores.

Os dados da intenção de compra foram analisados pelo teste de qui-quadrado.

O nível de significância adotado no estudo foi de 5%.

Resultados e discussão

As características químicas das aguardentes de *liquor* de laranja estão apresentadas na Tabela 1.

Quando comparados com os requisitos legais para cachaça e aguardente de cana, com exceção da acidez volátil, todos os compostos químicos ficaram dentro dos limites da legislação vigente (20). A acidez volátil na aguardente Clc foi 6,7% maior que o máximo permitido de 150 mg/100 mL de álcool anidro. O aumento da acidez volátil após o processo de envelhecimento é devido a reações de oxidação do etanol gerando a formação de acetaldeído, que por sua vez forma o ácido acético. Alguns ácidos orgânicos, componentes secundários, taninos e compostos fenólicos provenientes da madeira também podem favorecer o aumento da acidez de bebidas envelhecidas e quanto menor for o recipiente de madeira, maior será a área exposta, e conseqüentemente ocorrerá maior extração destes componentes (21-23).

Na Tabela 2 está apresentado os teores dos contaminantes nas aguardentes de *liquor* de laranja e seus limites estabelecidos pela legislação vigente brasileira (20).

Os contaminantes álcool metílico, sec-butanol, n-butílico e cobre apresentaram-se dentro dos limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira (20).

Em estudo anterior realizado por Perez (2013), que utilizou alambique de cobre no processo de destilação e bidestilação da aguardente de *liquor* de laranja, foram encontradas concentrações entre 3055,32 e 5850,17 µg/L de

carbamato de etila, o que inviabilizaria a comercialização da bebida, uma vez que os limite legais para o referido contaminante estão estabelecidos entre 30 e 800 $\mu\text{g/L}$, variando de acordo com o país. Entretanto os resultados obtidos no presente trabalho não revelaram níveis de contaminação acima de 193 $\mu\text{g/L}$, tornando viável, portanto, a produção da aguardente de *liquor* de laranja de acordo com a legislação (2, 20, 24, 25).

Tabela 1. Caracterização química das aguardentes de *liquor* de laranja.

Constituintes	Aguardentes de <i>liquor</i> de Laranja						
	CC	II	CI	CIc	CIp	IIc	IIp
Acidez volátil em ácido acético ^{1a}	127,72 ± 6,62	132,38 ± 0,10	120,93 ± 0,16	160,23 ± 7,87	115,87 ± 4,29	128,46 ± 0,13	116,12 ± 4,93
Aldeídos em aldeído acético ^{1a}	5,74 ± 0,11	7,65 ± 0,02	6,67 ± 0,02	6,56 ± 0,05	3,64 ± 0,03	5,26 ± 0,01	5,36 ± 0,10
Ésteres em acetato de etila ^{1a}	23,07 ± 0,67	23,51 ± 0,17	23,49 ± 0,21	25,68 ± 0,69	16,12 ± 0,47	19,24 ± 0,18	23,00 ± 1,14
Álcool propílico ^{1a*}	25,01 ± 2,02	28,07 ± 1,61	23,73 ± 1,94	30,92 ± 3,35	25,27 ± 2,31	25,82 ± 1,67	26,56 ± 1,77
Álcool iso-butílico ^{1a*}	11,08 ± 1,13	12,36 ± 1,70	10,46 ± 1,29	13,35 ± 1,08	10,69 ± 0,83	12,12 ± 1,67	12,87 ± 1,01
Álcool iso-amílico ^{1a*}	109,12 ± 5,85	108,61 ± 4,03	103,60 ± 4,36	124,50 ± 4,67	92,84 ± 3,13	112,76 ± 3,13	113,83 ± 3,85
Furfural ^{1a}	2,01 ± 0,07	0,13 ± 0,01	2,06 ± 0,05	2,32 ± 0,08	1,38 ± 0,08	0,39 ± 0,01	1,64 ± 0,07

Aguardentes: aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre (CC-controle de cobre); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável (II-controle de aço inoxidável); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável (CI-controle de dispositivos); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de cobre (CIc); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de prata na bidestilação (CIp); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de cobre na bidestilação (IIc); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de prata na bidestilação (IIp). Unidade de medida: ¹ mg/100 mL de álcool anidro; *Álcoois superiores.

Tabela 2. Teores dos contaminantes nas aguardentes de *liquor* de laranja e seus limites estabelecidos pela legislação.

Aguardente	Álcool metílico ¹	Álcool sec-butanol ¹	Álcool n-butílico ¹	Carbamato de ² etila	Cobre ³
CC	1,94 ± 0,05	< LD	1,82 ± 0,32	125,77 ± 1,62	0,75 ± 0,08
II	2,57 ± 0,06	0,33 ± 0,33	2,00 ± 0,01	192,84 ± 11,76	0,66 ± 0,02
CI	2,04 ± 0,05	< LD	1,71 ± 4,36	35,68 ± 1,82	1,22 ± 0,07
CIc	2,21 ± 0,33	0,26 ± 0,02	2,03 ± 0,13	38,49 ± 2,12	0,68 ± 0,03
CIp	2,08 ± 0,21	0,36 ± 0,01	1,77 ± 0,30	141,99 ± 13,19	0,64 ± 0,02
IIc	2,00 ± 0,06	< LD	2,03 ± 0,01	37,13 ± 0,77	0,58 ± 0,02
IIp	1,92 ± 0,13	< LD	2,04 ± 0,20	49,77 ± 1,61	0,83 ± 0,06

Aguardentes: aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre (CC-controle de cobre); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável (II-controle de aço inoxidável); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável (CI-controle de dispositivos); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de cobre (CIc); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de prata na bidestilação (CIp); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de cobre na bidestilação (IIc); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de prata na bidestilação (IIp).

Unidade de medida: ¹ mg/100 mL de álcool anidro; ² mg/L; ³ µg/L; ⁴Instrução Normativa nº13: Regulamento técnico para fixação dos padrões de Identidade e Qualidade para aguardente de cana e para cachaça (2005).

As aguardentes produzidas em alambiques de aço-inoxidável com e sem dispositivo de prata, mesmo não tendo entrado em contato com o cobre durante o processo de produção das aguardentes, apresentaram níveis de cobre e por consequência de carbamato de etila, visto que a formação do contaminante pode estar diretamente relacionada com a presença deste metal (26).

Em estudos realizados por Alcarde e Belluco (2010) e Miranda e colaboradores (2008), observou-se a diminuição do cobre durante o processo de envelhecimento em cachaças sendo justificado pela capacidade de

absorção ou adsorção da madeira (21, 27). Considerando-se que os ancorotes utilizados no presente estudo foram construídos a partir de tonéis maiores, que já foram utilizados no processo de envelhecimento, o aparecimento de cobre provavelmente está relacionado com o processo de dessorção deste metal, fenômeno também observado por Santos e Faria (2016) em estudo realizado com cachaças (27).

Para a análise do Perfil Livre foram recrutados 22 voluntários sendo dentre estes selecionados 19. O painel apresentou média de idade de $26,8 \pm 3,4$, sendo 65% do sexo feminino.

Foram levantados pelos assessores 36 termos descritores (sendo indicado o mínimo de cinco e o máximo de 15), sendo que, apenas os termos citados por pelo menos quatro vezes fizeram parte da dimensão consenso global, que totalizou 19 termos descritores.

Após a GPA, a dimensão consenso final apresentou seis dimensões, totalizando 79,9% da explicação, sendo que somente as duas primeiras representaram 59,3% da variabilidade entre as aguardentes, tendo sido o painel final composto por 11 assessores e mantidos os 19 termos descritores (Tabela 3).

Tabela 3. Definições, sinônimos e porcentagem de citação dos descritores levantados pelos assessores para os atributos aparência, aroma, sabor e sensação bucal das aguardentes de *liquor* de laranja.

Atributo	Termo Descritor	Definição	Sinônimos	Frequência (%)
Aparência	Cor amarela	Cor característica de bebidas envelhecidas	Cor amarelo-dourada; amarelo; amarelada; amarelo ouro; dourado	8,4
	Cor laranja	Lembra xarope ou licor de frutas	Alaranjada; laranja claro; amarelo alaranjada	1,2
	Translúcido	Não apresenta turbidez	Transparência; limpidez; não turva; límpida; cristalina; brilhante; não opaca	4,8
	Corpo	Aderência da bebida na parede da taça	Aderência; encorpada; viscosidade; fluidez; líquida; denso;	4,8
Aroma	Alcoólico	Aroma alcoólico característico de bebidas destiladas	-	10,8
	Carvalho	Aroma característico de bebidas envelhecidas	Madeira; madeirado; amadeirado	7,2
	Doce	Aroma agradável, lembrando o açúcar	Adocicado	7,2
	Mel	Aroma característico de mel	Bala de mel; doce	4,8
	Baunilha	Aroma doce, característico de baunilha	Doce; adocicado; especiarias	1,2
	Cítrico	Aroma de frutas cítricas	Laranja; licor de laranja; bolo de laranja; frutado	7,2
Sabor	Alcoólico	Sabor típico de bebida alcoólica	Cachaça	8,4
	Carvalho	Gosto de madeira proveniente do processo de envelhecimento	Madeira; amadeirado	3,6
	Amargo	Sabor similar ao de solução de cafeína	Amargor	3,6

	Doce	Sabor de bebida adoçada	Adocicada	4,8
	Cítrico	Sabor de frutas cítricas	Laranja	6,0
Sensação bucal	Encorpado	Aderência e permanência residual na boca após a ingestão	Envolvente	1,2
	Pungência	Sensação picante na mucosa bucal	Ardência, picância, quente, queimação, pinicação	6,0
	Adstringência	Sensação de secura após a ingestão da bebida	Secura	1,2
	Refrescância	Sensação refrescante na boca	Goma mentolada; refrescante, frescor	7,2

Dentre os termos descritores para o atributo aparência os mais citados foram translúcido e corpo; para os atributos aroma e sabor foi o alcoólico e para a sensação bucal o termo refrescância foi citado pela maioria dos assessores.

As correlações dos termos descritores que formam as duas primeiras dimensões e o resíduo total de cada assessor está anexado no Apêndice 1.

Na Figura 1 está apresentado o perfil sensorial das sete aguardentes de *liquor* de laranja estudadas.

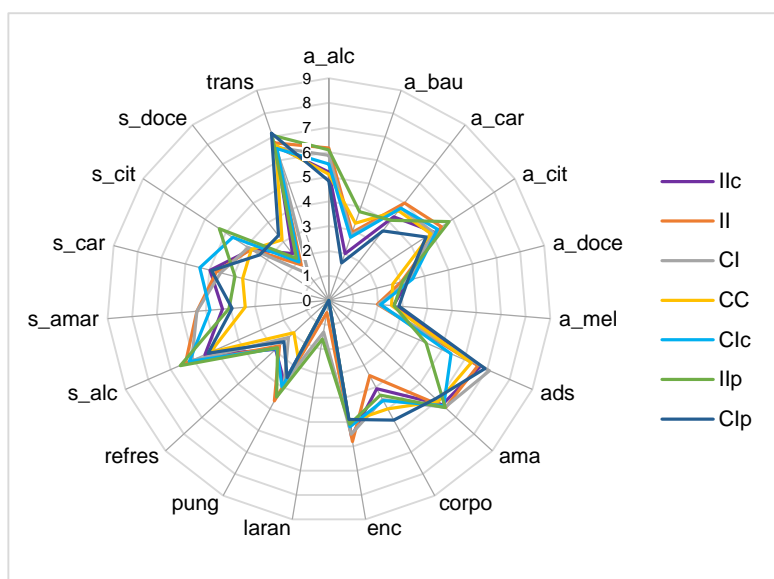


Figura 1. Perfil sensorial com as médias dos descritores das aguardentes de *licor de laranja*.

Aguardentes: aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre (CC-controle de cobre); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável (II-controle de aço inoxidável); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável (CI-controle de dispositivos); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de cobre (Clc); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de prata na bidestilação (Clp); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de cobre na bidestilação (Ilc); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de prata na bidestilação (Ilp). A_alc: aroma alcoólico; a_bau: aroma de baunilha; a_car: aroma de carvalho; a_cit: aroma cítrico; a_doce: aroma doce; a_mel: aroma de mel; ads: adstringência; ama: cor amarela; corpo: corpo; enc: encorpado; laran: cor laranja; pung: pungência; refres: Refrescância; s_alc: sabor alcoólico; s_amar: sabor amargo; s_car: sabor de carvalho; s_cit: sabor cítrico; s_doce: sabor doce; trans: translúcido.

Mesmo com a utilização de diferentes metais durante o processo de produção, as aguardentes apresentaram perfis sensoriais semelhantes, apresentando pouca variação na intensidade dos mesmos, porém ao analisar o Mapa de Preferência Externo, pode-se observar uma evidente diferenciação nas aguardentes estudadas (Figura 2).

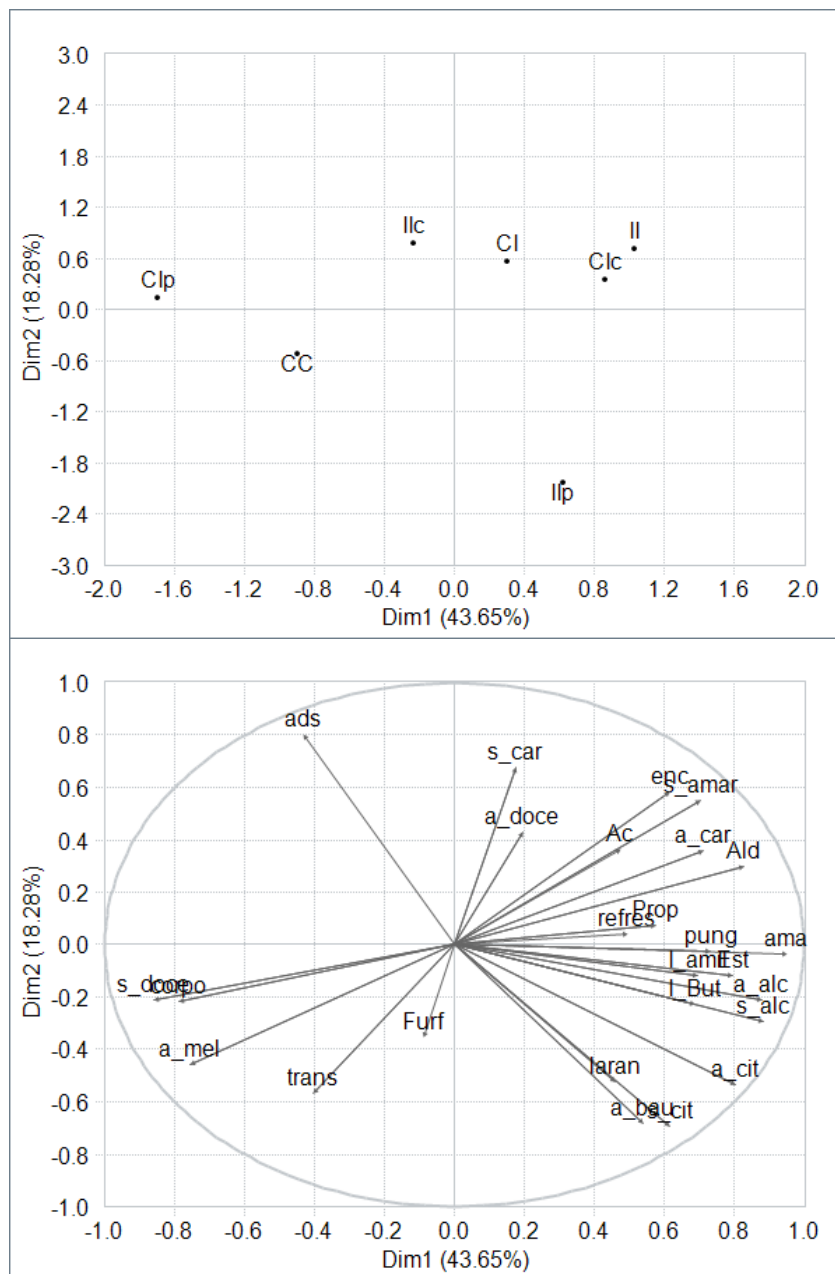


Figura 2. Mapa de Preferência Externo das aguardentes de *liquor* de laranja.

Aguardentes: aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre (CC-controle de cobre); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável (II-controle de aço inoxidável); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável (CI-controle de dispositivos); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de cobre (Clc); aguardente destilada em alambique de cobre e bidestilada em alambique de aço inoxidável com dispositivo de prata na bidestilação (Clp); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de cobre na bidestilação (Ilc); aguardente destilada e bidestilada em alambique de aço inoxidável, com dispositivo de prata na bidestilação (Ilp). Ac_vol: acidez volátil; ald: aldeídos; est: ésteres; prop: álcool propílico; iso_but: álcool iso-butílico; furf: furfural; a_alc: aroma alcoólico; a_bau: aroma de baunilha; a_car: aroma de carvalho; a_cit: aroma

cítrico; a_doce: aroma doce; a_mel: aroma de mel; ads: adstringência; ama: cor amarela; corpo: corpo; enc: encorpado; laran: cor laranja; pung: pungência; refres: Refrescância; s_alc: sabor alcoólico; s_amar: sabor amargo; s_car: sabor de carvalho; s_cit: sabor cítrico; s_doce: sabor doce; trans: translúcido.

Nenhum dos metais utilizados nos processos de destilação e bidestilação das aguardentes foi determinante na construção de um perfil sensorial comum entre as bebidas.

Houve uma separação da aguardente destilada e bidestilada em alambique de cobre que ficou isolada no terceiro quadrante, demonstrando que o emprego do aço inoxidável pode alterar o perfil químico da aguardente de *liquor* de laranja sem alterar o perfil sensorial e a aceitação dos consumidores. Tal aguardente apresentou descritores como corpo, translúcido, sabor doce, aroma de mel e o composto químico mais representativo foi o furfural. Tal composto pode de fato conferir um aroma amargo de amêndoa e canela, além de seu efeito tóxico (28, 29).

Os descritores de aroma de mel e sabor adocicado que caracterizam as aguardentes produzidas em alambique de cobre também foram descritos por Lorenzetti (2009) em estudo envolvendo análise descritiva quantitativa. Ainda neste estudo, as aguardentes produzidas em aço inoxidável apresentaram descritores como aromas metálico e fermentado, sabor fermentado, pungência e ardência residual (5), comportamento este diferente do observado no presente trabalho.

Tal diferença deve-se provavelmente ao fato de painéis formados por consumidores, gerarem perfis sensoriais mais simples quando comparado ao perfil gerado por um painel treinado, visto que para os consumidores os descritores que impactam na aceitação tem maior relevância (30).

A aguardente produzida pelos processos de destilação e bidestilação em aço inoxidável com o dispositivo de prata (IIp) foi caracterizada pelos descritores cor laranja, sabor e aroma cítrico. Em relação à caracterização química, tal amostra apresentou teores de álcool propílico, iso-butílico e ésteres em maiores concentrações que as demais. Comportamento semelhante ao observado em estudos com aguardentes de cana-de-açúcar produzidas em alambiques de aço-inoxidável que apresentaram uma maior concentração destes compostos químicos quando comparados com as bebidas produzidas em alambiques de cobre (6, 7).

Na análise afetiva foram selecionados 121 consumidores com média de idade de $23,5 \pm 6,9$ anos, sendo 59% do sexo feminino.

Saito (2007) observou diferença significativa na aceitação do atributo impressão global nas aguardentes de *liquor* de laranja produzidas em alambique de cobre e aço-inoxidável e envelhecidas em barris de castanheira, sendo que a aguardente produzida em alambique de cobre apresentou maior média de aceitação, cabendo porém destacar que no referido estudo as aguardentes foram envelhecidas em barris de castanheira. Em estudo realizado por Lorenzetti (2009), em que as aguardentes foram envelhecidas em barris de carvalho, a mesma madeira utilizada no presente estudo, observou-se diferença significativa no perfil sensorial das aguardentes produzidas em alambique de cobre e aço-inoxidável, porém sem impactar na aceitação dos atributos avaliados pelos consumidores, já que o carvalho é a madeira mais utilizada em processos de envelhecimento de diversas bebidas

destiladas e conseqüentemente a madeira mais conhecida pelos consumidores (4, 5, 31, 32).

Na produção de cachaças, a utilização de alambiques de aço inoxidável prejudicam de forma significativa a qualidade sensorial da bebida devido a ausência do cobre, metal responsável por catalisar a degradação de compostos sulfurados que são formados durante o processo fermentativo (33). No presente estudo não foi observada diferença significativa na preferência dos consumidores pelas aguardentes produzidas em alambiques de diferentes metais, resultado que também foi observado na intenção de compra das aguardentes ($p = 0,528$) sendo que 63% dos consumidores declararam que provavelmente ou certamente comprariam a aguardente de *liquor* de laranja apesar da diferença entre os métodos de produção da mesma.

Conclusão

Os diferentes metais utilizados durante o processo de produção da aguardente de *liquor* de laranja produziram bebidas cuja composição química e níveis de contaminantes apresentaram-se dentro da legislação vigente para cachaça e aguardente de cana, assim como perfis sensoriais semelhantes, demonstrando que a utilização de alambiques de diferentes metais, desde que adequadamente planejados, podem ser utilizados como ferramenta do controle de qualidade da aguardente sem que haja influência na preferência e intenção de compra dos consumidores.

Referências

1. Junior HR, Padovan FC, Faria JB. Obtenção de uma bebida fermento-destilada a partir do "licor" de laranja. *Alimentos e Nutrição*. 2009;16(4):321-5.
2. Perez CA. Estudo da viabilidade da levedura de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de Licor de Laranja. 2013.
3. Piggott JR, Sharp R, Duncan R. *Science and technology of whiskies*: Longman Scientific & Technical; J. Wiley; 1989.
4. Saito FHSF. Utilização de fermento de descarte de cervejaria na produção de aguardente de Licor de laranja. 2007.
5. Lorenzetti NC. Perfil sensorial e aceitabilidade de aguardente de *Liquor* de laranja 2009.
6. Nascimento RF, Cardoso DR, Lima Neto BdS, Franco DW. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. *Química Nova*. 1998;21(6):735-9.
7. 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):165-9.
8. Cavalcanti AF. Bidestilação em alambiques contendo dispositivos de prata e cobre e sua influência na qualidade da cachaça. 2009.
9. Instrução Normativa nº24: Manual de Métodos Análíticos de Bebidas e Vinagres, (2005).
10. Alcarde AR, Souza L, Bortoletto A. Ethyl carbamate kinetics in double distillation of sugar cane spirit. *Journal of the Institute of Brewing*. 2012;118(1):27-31.
11. Bortoletto AM, Alcarde AR. Congeners in sugar cane spirits aged in casks of different woods. *Food chemistry*. 2013;139(1):695-701.
12. Clegg BS, Frank R. Detection and quantitation of trace levels of ethyl carbamate in alcoholic beverages by selected ion monitoring. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1988;36(3):502-5.
13. Reche RV, Neto AFL, Da Silva AA, Galinaro CA, De Osti RZ, Franco DW. Influence of type of distillation apparatus on chemical profiles of Brazilian cachaças. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(16):6603-8.

14. Williams AA, Langron SP. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1984;35(5):558-68.
15. Macfie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*. 1989;4(2):129-48.
16. Villanueva NDM, Petenate AJ, Da Silva MAAP. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference*. 2005;16(8):691-703.
17. Meilgaard MC, Carr BT, Civille GV. *Sensory evaluation techniques*: CRC press; 2006.
18. Guàrdia MD, Aguiar APS, Claret A, Arnau J, Guerrero L. Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. *Food Quality and Preference*. 2010;21(1):148-55.
19. Patricia V, Rosires D, Alfonso P. How a Huottuja (Piaroa) community perceives genuine and false honey from the Venezuelan Amazon, by free-choice profile sensory method. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2011;21(5):786-92.
20. Instrução Normativa nº 13: Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça, (2005).
21. Miranda MBd, Martins NGS, Belluco AEdS, Horii J, Alcarde AR. Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008;28(suppl 0):84-9.
22. Reazin GH. Chemical mechanisms of whiskey maturation. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1981;32(4):283-9.
23. Litchev V. Influence of oxidation processes on the development of the taste and flavor of wine distillates. *American journal of enology and viticulture*. 1989;40(1):31-5.
24. Cravedi ED, Di Domenico A, Fernández-Cruz ML, Fürst P, Fink-Gremmels J, Galli CL, et al. Ethyl carbamate and hydrocyanic acid in food and beverages Scientific Opinion of the Panel on Contaminants.
25. Weber J, Sharypov V. Ethyl carbamate in foods and beverages: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 2009;7(3):233-47.

26. Aresta M, Boscolo M, Franco DW. Copper (II) catalysis in cyanide conversion into ethyl carbamate in spirits and relevant reactions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49(6):2819-24.
27. Santos VRd, Faria JB. The effect of sugar addition and the ageing process on the sensory quality of sugarcane spirit samples obtained traditionally and by redistillation. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2016;19.
28. Dragone G, Mussatto SI, Oliveira JM, Teixeira JA. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. *Food Chemistry*. 2009;112(4):929-35.
29. Apostolopoulou AA, Flouros AI, Demertzis PG, Akrida-Demertzi K. Differences in concentration of principal volatile constituents in traditional Greek distillates. *Food Control*. 2005;16(2):157-64.
30. Li B, Hayes JE, Ziegler GR. Just-about-right and ideal scaling provide similar insights into the influence of sensory attributes on liking. *Food quality and preference*. 2014;37:71-8.
31. Alcarde AR, Souza PAD, Belluco AEdS. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2010;30(supl 1):226-32.
32. Faria JB, Cardello HMAB, Boscolo M, Isique WD, Odello L, Franco DW. Evaluation of Brazilian woods as an alternative to oak for cachaças aging. *European Food Research and Technology*. 2003;218(1):83-7.
33. Isique WD, Cardello H, Faria JB. Teores de enxofre e aceitabilidade de aguardentes de cana brasileiras. *Ciênc Tecnol Alim*. 1998;18:356-9.

Capítulo 2.

Perfil sensorial e análise afetiva da aguardente de *liquor* de laranja e destilados envelhecidos comerciais

Crislaine Alvarenga Perez de Paula¹

Mariana Gouvêa Rodrigues¹

João Bosco Faria¹

¹Faculdade de Ciências Farmacêuticas – UNESP, Araraquara.

Resumo

A aguardente de *liquor* de laranja, bebida obtida por meio da reutilização dos subprodutos das indústrias cítrica e cervejeira, apresenta características sensoriais distintas das demais bebidas destiladas envelhecidas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o perfil sensorial e a aceitabilidade da aguardente de *liquor* de laranja em relação a outras bebidas destiladas envelhecidas já comercializadas. Na análise de Mapa de Preferência Externo a aguardente de *liquor* de laranja ficou separada das demais bebidas pelos termos descritores diferenciados como sabor e aroma cítricos e sensação bucal de refrescância. A intenção de compra dos consumidores para a referida aguardente foi semelhante ao do uísque, rum e cachaça demonstrando assim que a nova aguardente possui potencial de mercado devido ao seu perfil sensorial e à aceitação dos consumidores.

Palavras-Chave: Consumidores; PrefMap; Destilados; Aceitação; Perfil Livre.

Abstract

The orange liquor spirit, a beverage obtained through the use of by-products by the citrus and brewing industries, presents sensorial characteristics distinct from the other aged distilled beverages. Therefore, the aimed of the present work was to evaluate the sensory profile and the acceptability of the orange

liquor spirit compared with other aged distilled beverages commercialized. In the analysis the External Preference Map, the orange liquor spirit was separated from the other beverages due to the terms differentiated descriptors. The attitude of the consumer to purchase this spirit was similar to that of whiskey, rum and cachaça, thus demonstrating that this new beverage has market potential due to its sensorial profile and consumer acceptance.

Key-words: Consumers; PrefMap; Distillates; Acceptance; Profile Free.

Introdução

A aguardente de *liquor* de laranja é a bebida obtida de um subproduto da indústria cítrica, o *liquor* de laranja, proposto por Roçafa e colaboradores (2002) que desenvolveram o processo de produção da referida aguardente tendo como base a fabricação do uísque (1).

Em estudo posterior relacionado à produção da aguardente de *liquor* de laranja, Saito (2007) avaliou a utilização de outro subproduto durante o processo fermentativo, o fermento de descarte da indústria cervejeira, que também mostrou-se uma alternativa viável (2).

A análise descritiva quantitativa da aguardente realizada por Lorenzetti (2009) (3), encontrou termos descritores já reconhecidos pela literatura por estarem relacionados com a aceitação de bebidas destiladas envelhecidas, como cor amarela-dourada, aromas e sabores doce e amadeirado (4, 5). Além destes, os termos descritores aromas de mel, cítrico, floral e sabor cítrico também revelaram-se responsáveis pelo perfil sensorial diferenciado desta bebida, entretanto o impacto destes descritores na aceitação dos consumidores não foi analisado (3).

O Mapa de Preferência Externo (PrefMap) é uma ferramenta da análise sensorial que possibilita a correlação da aceitação com o perfil sensorial do produto, sendo assim possível conhecer o impacto de cada termo descritor na preferência dos consumidores, características que têm sido utilizada em diversos estudos de mercado (6-16).

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto das características sensoriais da aguardente de *liquor* de laranja na

preferência e na intenção de compra dos consumidores de bebidas destiladas envelhecidas.

Material e Métodos

Material

A aguardente de *liquor* de laranja utilizada no presente estudo foi produzida pela bidestilação em alambique de cobre, conforme descrito por de Paula (2017).

As bebidas comerciais destiladas e envelhecidas em carvalho, foram adquiridas na rede varejistas da cidade de Araraquara – SP e estão descritas na Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização das bebidas comerciais destiladas e envelhecidas e da aguardente de *liquor* de laranja.

Bebida	Matéria prima	Tempo de envelhecimento	Gradação alcoólica (%)	Adoçada
Aguardente de <i>liquor</i> de laranja	<i>Liquor</i> de laranja	6 meses	38	Não
Cachaça	Cana-de-açúcar	2 anos	40	Não
Uísque	Malte	8 anos	40	Não
Rum leve	Melaço	-	38	Sim
Tequila	Agave azul	6 meses	38	Não

Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no laboratório de análise sensorial da Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF – UNESP) e o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade

de Ciências Farmacêuticas da UNESP/Araraquara (CAAE: 46774415.7.0000.5426).

Perfil Livre

O painel de assessores foi composto por consumidores de bebidas alcoólicas com experiência em metodologia de perfil livre (17). Para a seleção dos assessores foram realizados o teste de identificação dos gostos primários (doce, salgado, ácido e amargo); reconhecimento de aromas (cachaça envelhecida, cravo, cerveja tipo *Pilsen*, extrato de carvalho (madeira), óleo essencial de laranja, essência de baunilha, refrigerante de guaraná, licor de coco, mel e vinagre); teste triangular para o sabor metálico e teste de ordenação para aroma de baunilha e sabor amargo. Fizeram parte do painel somente os assessores que alcançaram acerto mínimo de 60% nos testes realizados.

Foram necessárias quatro sessões para a realização do Perfil Livre, sendo uma para o levantamento e definição dos termos descritores e três para a análise das bebidas em triplicata, utilizando-se escalas não estruturadas de nove centímetros.

A apresentação das aguardentes foi feita em blocos completos, aleatorizados e mascarados com numeração de três dígitos (18).

Análise afetiva

Para a análise afetiva foram recrutados 140 voluntários de ambos os sexos, maiores de 18 anos, somente consumidores de bebidas alcoólicas. O atributo impressão global foi avaliado utilizando a escala hedônica mista com nove pontos (19). A intenção de compra foi avaliada conforme proposto por Meilgaard e colaboradores (20).

As bebidas foram servidas em taças de vidro, de forma monádica, balanceada em blocos completos aleatorizados, com triplo cegamento (18). Para diminuir o efeito residual, foi servido um pedaço de pão entre a análise de cada bebida.

Análise de dados

Os dados obtidos no Perfil Livre foram analisados pela Análise Procrustes Generalizada (GPA) (21).

Com os dados da análise descritiva e afetiva foi construído o Mapa de Preferência Externo (PrefMap), com modelo de regressão elíptico, para correlacionar a aceitação dos consumidores com os termos descritores. Somente os consumidores que apresentaram correlação de $r \geq |0,6|$ em pelo menos uma das duas primeiras dimensões e os assessores com resíduo de no máximo 30% permaneceram no modelo final (22, 23).

A intenção de compra dos consumidores foi analisada por meio de teste qui-quadrado de Pearson e pelo teste Z.

O nível de significância adotado no estudo foi de 5%. As análises foram realizadas pelo programa Senstools.NET versão 1.2.2.0.

Resultados e discussão

Para a análise descritiva, foram recrutados 22 voluntários, dos quais 14 fizeram parte do painel final. Os assessores apresentaram média de idade de $26,2 \pm 3,0$ anos, sendo 64,3% do sexo feminino.

Os descritores levantados pelo painel assim como a definição e a frequência de citação estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição, sinônimo e frequência de citação por assessores para os atributos aparência, aroma, sabor e sensação bucal das bebidas.

Atributo	Descritor	Definição	Sinônimos	Frequência (%)
Aparência	Cor amarela	Cor amarela características de bebidas destiladas envelhecidas	Amarelo, dourado, amarelo ouro, amarelada	100,0
	Translúcido	Não apresenta turbidez	Cristalina, límpida, transparência	64,3
	Corpo	Aderência da bebida na parede da taça	Densa, viscosidade, líquida	28,6
Aroma	Alcoólico	Aroma alcoólico característico de bebidas destiladas	-	64,3
	Carvalho	Aroma característico de bebidas envelhecidas	Amadeirado, madeira	42,9
	Doce	Aroma similar ao açúcar refinado	Adocicado	57,1
	Baunilha	Aroma característico de baunilha	Adocicado	35,7
	Condimento	Aroma de tempero para salada	Alho com álcool, salgado	28,6
	Cítrico	Aroma característico de frutas cítricas	Frutado, laranja	78,6
	Folhas secas	Semelhante a folhas secas ou em decomposição	Gramma, folhagem, inseto	28,6
	Acetona	Aroma característico de acetona	-	14,3

Sabor	Alcoólico	Sabor característico de bebidas destiladas envelhecidas	Álcool	64,3
	Ácido	Sabor ácido, parece que contrai o paladar	-	14,3
	Carvalho	Sabor característico de bebidas envelhecidas em carvalho	Madeira, amadeirado	57,1
	Amargo	Sabor semelhante ao de cafeína	Amargor	35,7
	Doce	Sabor característico de açúcar refinado	Adocicado, mel, bala	57,1
	Baunilha	Sabor característico de essência de baunilha	Doce artificial	21,4
	Cítrico	Semelhante a frutas cítricas	Frutado, laranja	28,6
	Folhas secas	Sabor característico de folhas secas	Gramma	14,3
Sensação bucal	Oleosidade	Bebida adere por mais tempo nas papilas gustativas	Adesão, viscosidade	21,4
	Pungência	Sensação de dormência da mucosa bucal	Queimação, ardência	78,6
	Adstringência	Secura da mucosa bucal	Secura	42,9
	Refrescância	Sensação de frescor na boca	Frescor	21,4

No atributo aparência, o termo descritor cor amarela foi citado por todos os assessores. Já nos atributos aroma, sabor e sensação bucal, os termos mais citados foram aroma cítrico, sabor alcoólico e pungência, respectivamente.

Após a análise GPA, a dimensão consenso final apresentou uma explicação da variabilidade de 89,47% em quatro dimensões, sendo que somente as duas primeiras explicaram 76,18%.

As correlações dos termos descritores nas duas primeiras dimensões e o resíduo total por assessor estão apresentadas no Apêndice 2.

O erro percentual médio do painel foi de 10,97%.

Para a análise afetiva foram selecionados 127 voluntários que se declaram consumidores de bebidas alcoólicas. A média de idade foi de 22,8 \pm 4,2, sendo 53,5% do sexo masculino.

Com os dados do teste de aceitação e do Perfil Livre, foi gerado o Mapa de Preferência Externo (PrefMap), que explicou 87,63% da variabilidade das bebidas (Figura 1).

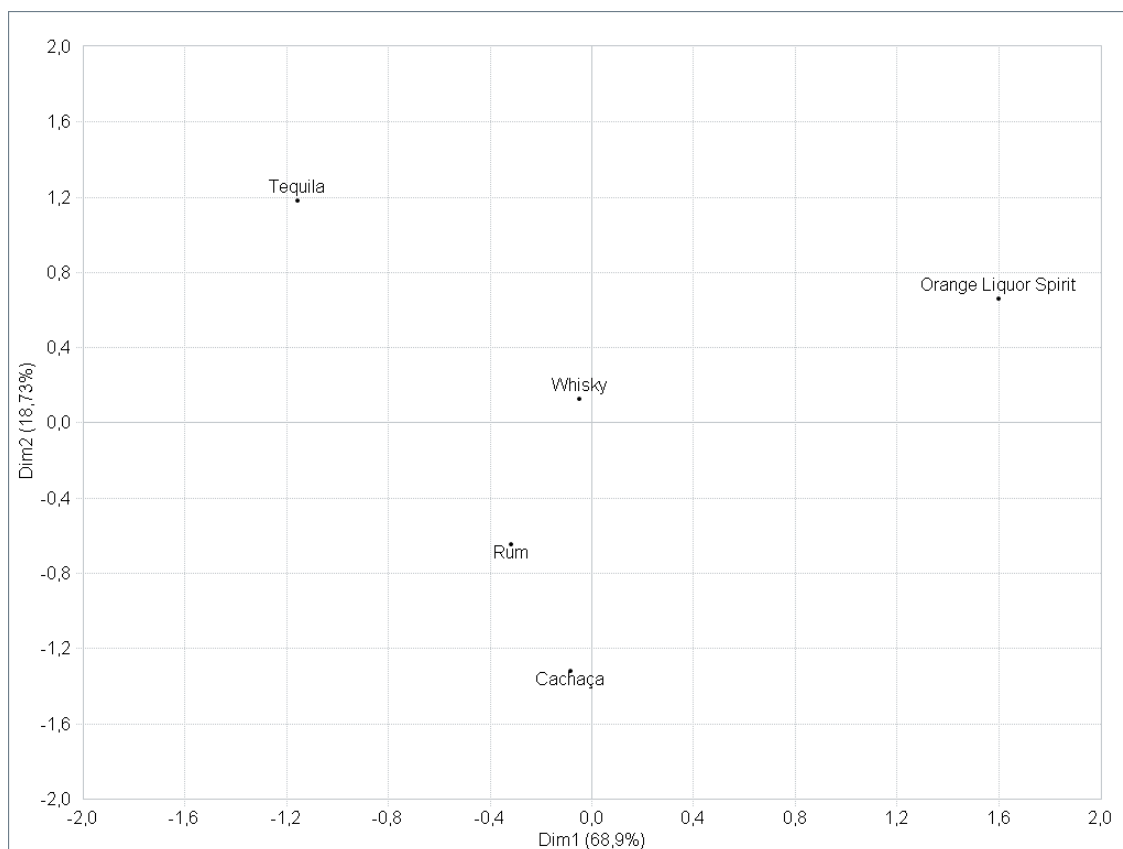


Figura 1. Separação das bebidas segundo o Mapa de Preferência Externa.

A segunda dimensão separou a aguardente de *liquor* de laranja das demais bebidas destiladas envelhecidas comerciais, sendo esta caracterizada pelos descritores corpo e cor amarela para aparência; aromas cítrico, mel, baunilha, doce e carvalho; no atributo sabor os termos levantados foram cítrico, doce, carvalho e baunilha e na sensação bucal o termo citado foi refrescância (Figura 2).

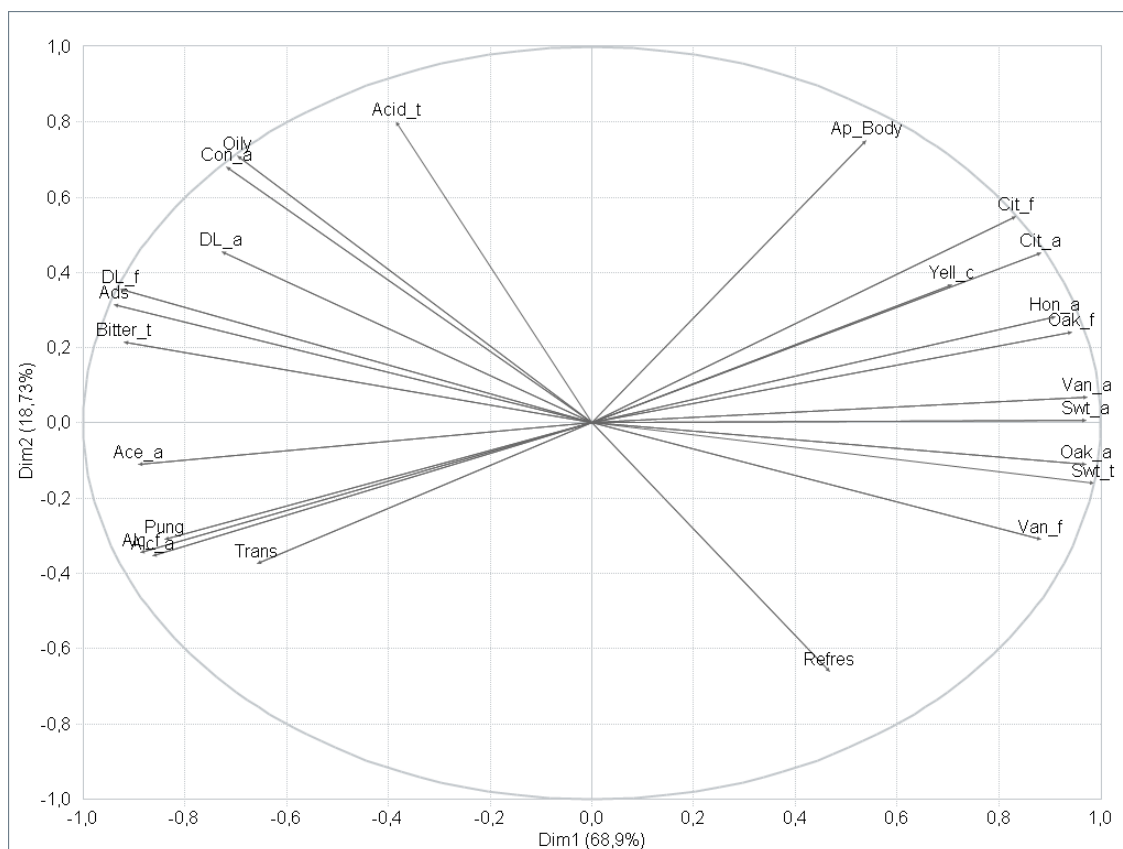


Figura 2. Separação dos termos descritores segundo PrefMap.

Na análise descritiva quantitativa de aguardentes de *liquor* de laranja realizada por Lorenzetti (2009) (3), foram levantados 23 termos descritores, sendo que destes, 14 também foram levantados no presente estudo pelo painel de consumidores, com exceção dos descritores aromas metálico, verde, fermentado, floral e pungente; sabores fermentado e cítrico residual e sensação bucal de ardência residual.

A diferença no número de termos descritores já era esperada visto que o perfil descritivo gerado por consumidores é mais sucinto, uma vez que os termos descritores levantados acabam se restringindo aos relacionados com a aceitação do produto (24). Outro fator que também pode explicar esta diferença, foram os materiais do qual o alambique é constituído (cobre ou aço-

inoxidável) (3) e sendo utilizado no presente estudo aguardente de *liquor* de laranja produzida em alambique de cobre, metal comumente utilizado pela indústria de bebidas destiladas.

Cardello e Faria (2000) (25) avaliando a análise descritiva quantitativa de aguardentes de cana-de-açúcar sem envelhecer e envelhecidas observaram que os descritores cor amarela, aromas de madeira e baunilha e sabor de baunilha são resultantes do processo de envelhecimento. Os mesmos termos descritores também foram encontrados por Rota et al. (2013) em cachaças antes e após o envelhecimento (4). Tais descritores interferem diretamente na aceitação positiva do consumidor, que se mostraram presentes em maior concentração na aguardente de *liquor* de laranja quando comparado às demais bebidas e que somado aos outros (aroma e sabor cítrico, sensação buscal de refrescância), refletiu em uma maior preferência pelos consumidores (Figura 3).

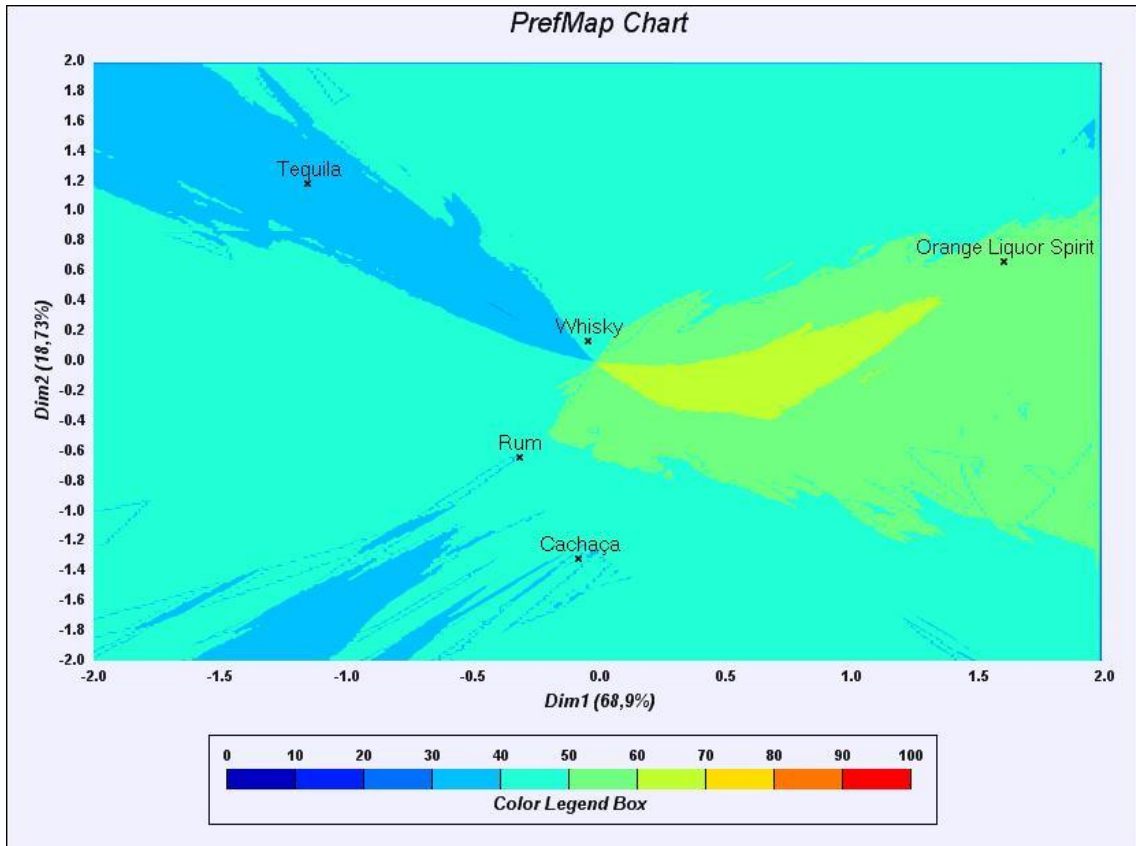


Figura 3. PrefMap para as bebidas comerciais envelhecidas e a aguardente de liquor de laranja.

Na Tabela 2 está apresentada a aceitação dos consumidores para os atributos cor, aroma e sabor da aguardente de *liquor* de laranja e das bebidas destiladas envelhecidas comerciais.

Tabela 2. Médias de aceitação dos consumidores para os atributos cor, aroma e sabor da aguardente de *liquor* de laranja e das bebidas destiladas envelhecidas comerciais.

Bebida	Cor	Aroma	Sabor
Aguardente de <i>liquor</i> de laranja	7,00 ± 1,59 ^a	6,67 ± 1,94 ^a	5,84 ± 2,32 ^a
Cachaça	5,98 ± 1,82 ^b	6,40 ± 1,95 ^a	5,36 ± 2,18 ^{ab}
Uísque	7,00 ± 1,62 ^a	6,50 ± 1,64 ^a	5,68 ± 2,31 ^a
Rum leve	6,46 ± 1,61 ^{ab}	6,07 ± 1,98 ^{ab}	5,63 ± 2,16 ^a
Tequila	6,17 ± 1,64 ^b	5,43 ± 2,02 ^b	4,83 ± 2,33 ^b

¹Médias com letras em comum na mesma coluna não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Nos atributos avaliados, não foi observado diferença significativa da aceitação dos consumidores entre a aguardente de *liquor* de laranja e o uísque.

Em testes de aceitação da aguardente de *liquor* de laranja realizadas anteriormente, foram observados notas entre seis e sete, sendo equivalente na escala hedônica a gostei ligeiramente e moderadamente (2, 3).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da intenção de compra das bebidas destiladas envelhecidas.

Tabela 3. Teste de qui-quadrado para a intenção de compra dos consumidores.

Resposta	Tequila	Uísque	Cachaça	Rum	Aguardente de <i>liquor</i> de laranja
Positiva	40 ^a	52 ^b	45 ^{a,b}	42 ^{a,b}	62 ^b
Negativa	61 ^a	36 ^b	43 ^{a,b}	37 ^{a,b}	34 ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as bebidas ($p \leq 0,05$) para o teste Z.

Resposta positiva: certamente ou provavelmente compraria; resposta negativa: certamente ou provavelmente não compraria.

A intenção de compra positiva da aguardente de *liquor* de laranja pelo consumidor brasileiro foi igual ao do uísque, cachaça e rum.

Conclusão

A aguardente de *liquor* de laranja apresentou perfil sensorial diferenciado quando comparado as demais bebidas destiladas envelhecidas, apresentando descritores cor amarela, corpo, aromas cítrico, doce, baunilha, mel e carvalho; sabores cítrico, doce, carvalho e baunilha e refrescância para sensação bucal.

Com os resultados obtidos pela aceitação e intenção de compra dos consumidores, ficou evidente o potencial de mercado da aguardente de *liquor* de laranja frente às demais bebidas destiladas comerciais.

Referências

1. Roçafa Júnior H. Obtenção de uma bebida fermento-destilada a partir do licor da polpa cítrica de laranja. Araraquara: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2002.
2. Saito FHSF. Utilização de fermento de descarte de cervejaria na produção de aguardente de Licor de laranja. 2007.
3. Lorenzetti NC. Perfil sensorial e aceitabilidade de aguardente de *Liquor* de laranja 2009.
4. Rota MB, Piggott JR, Faria JB. Sensory profile and acceptability of traditional and double-distilled cachaça aged in oak casks. *Journal of the Institute of Brewing*. 2013;119(4):251-7.
5. Piggott JR, Jardine SP. Descriptive sensory analysis of whisky flavour. *Journal of the Institute of Brewing*. 1979;85(2):82-5.
6. Allgeyer LC, Miller MJ, Lee SY. Drivers of Liking for Yogurt Drinks with Prebiotics and Probiotics. *J Food Sci*. 2010;75(4):S212-S9.
7. Gaze LV, Oliveira BR, Ferrao LL, Granato D, Cavalcanti RN, Conte CA, et al. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. *J Dairy Sci*. 2015;98(3):1443-54.
8. Kim HG, Hong JH, Song CK, Shin HW, Kim KO. Sensory Characteristics and Consumer Acceptability of Fermented Soybean Paste (Doenjang). *J Food Sci*. 2010;75(7):S375-S83.
9. Krause AJ, Lopetcharat K, Drake MA. Identification of the characteristics that drive consumer liking of butter. *J Dairy Sci*. 2007;90(5):2091-102.
10. Leksrisonpong PP, Whitson ME, Truong VD, Drake MA. Sensory attributes and consumer acceptance of sweet potato cultivars with varying flesh colors. *J Sens Stud*. 2012;27(1):59-69.
11. Masson M, Saint-Eve A, Delarue J, Blumenthal D. Identifying the ideal profile of French yogurts for different clusters of consumers. *J Dairy Sci*. 2016;99(5):3421-33.
12. Parpinello GP, Versari A, Chinnici F, Galassi S. Relationship among sensory descriptors, consumer preference and color parameters of Italian Novello red wines. *Food Res Int*. 2009;42(10):1389-95.
13. Pham AJ, Schilling MW, Mikel WB, Williams JB, Martin JM, Coggins PC. Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and

volatile flavor compounds of American dry-cured ham. *Meat Sci.* 2008;80(3):728-37.

14. Resano H, Sanjuan AI, Cilla I, Roncales P, Albisu LM. Sensory attributes that drive consumer acceptability of dry-cured ham and convergence with trained sensory data. *Meat Sci.* 2010;84(3):344-51.

15. Shepard L, Miracle RE, Leksrisompong P, Drakel MA. Relating sensory and chemical properties of sour cream to consumer acceptance. *J Dairy Sci.* 2013;96(9):5435-54.

16. Wlodarska K, Pawlak-Lemanska K, Gorecki T, Sikorska E. Perception of Apple Juice: A Comparison of Physicochemical Measurements, Descriptive Analysis and Consumer Responses. *J Food Qual.* 2016;39(4):351-61.

17. Williams AA, Langron SP. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 1984;35(5):558-68.

18. Macfie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J Sens Stud.* 1989;4(2):129-48.

19. Villanueva NDM, Petenate AJ, Da Silva MAAP. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference.* 2005;16(8):691-703.

20. Meilgaard MC, Carr BT, Civille GV. *Sensory evaluation techniques*: CRC press; 2006.

21. Gower JC. Generalized procrustes analysis. *Psychometrika.* 1975;40(1):33-51.

22. Guàrdia MD, Aguiar APS, Claret A, Arnau J, Guerrero L. Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. *Food Quality and Preference.* 2010;21(1):148-55.

23. Patricia V, Rosires D, Alfonso P. How a Huottuja (Piaroa) community perceives genuine and false honey from the Venezuelan Amazon, by free-choice profile sensory method. *Revista Brasileira de Farmacognosia.* 2011;21(5):786-92.

24. Ares G, Antúnez L, Bruzzone F, Vidal L, Giménez A, Pineau B, et al. Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: Four case studies with complex and/or similar samples. *Food Quality and Preference.* 2015;45:75-86.

25. Cardello H, Faria JB. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 2000;20(1):32-6.

Considerações Finais

A utilização de diferentes metais na produção da aguardente de *liquor* de laranja mostrou-se viável, já que todos os compostos químicos, inclusive o contaminante carbamato de etila, problema observado em trabalho anterior apresentaram-se dentro dos limites da legislação vigente brasileira.

O perfil sensorial e a aceitação das aguardentes de *liquor* de laranja também se revelaram semelhantes, sendo que nenhum metal foi determinante na produção de um perfil sensorial característico.

O teste de aceitação e o perfil sensorial da aguardente de *liquor* de laranja, juntamente com outras bebidas alcoólicas destiladas envelhecidas já comercializadas, mostrou resultados promissores, já que a mesma apresenta descritores sensoriais diferenciados, que refletiram na intenção de compra positiva do consumidor.

Referências

1. Roçafa Júnior H. Obtenção de uma bebida fermento-destilada a partir do licor da polpa cítrica de laranja. Araraquara: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2002.
2. Ferreira JO. Estudo da viabilidade técnico-econômica da produção industrial da aguardente do licor de laranja. 2005.
3. Bryce JH, Stewart GG, Piggott JR. Distilled Spirits: Production, Technology and Innovation: Nottingham University Press; 2008.
4. Junior HR, Padovan FC, Faria JB. Obtenção de uma bebida fermento-destilada a partir do "licor" de laranja. Alimentos e Nutrição. 2005;16(4):321-5.
5. Joshi SM, Waghmare JS, Sonawane KD, Waghmare SR. Bio-ethanol and bio-butanol production from orange peel waste. Biofuels. 2015;6(1-2):55-61.
6. Deepa MA, Costa Md, Hriiyia AM. Production of bioethanol from Citrus limetta and Citrus maxima fruit waste by batch fermentation. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 2015;6(1):B-567-B-78.
7. Choi IS, Lee YG, Khanal SK, Park BJ, Bae H-J. A low-energy, cost-effective approach to fruit and citrus peel waste processing for bioethanol production. Appl Energy. 2015;140:65-74.
8. Choi IS, Kim JH, Wi SG, Kim KH, Bae HJ. Bioethanol production from mandarin (*Citrus unshiu*) peel waste using popping pretreatment. Appl Energy. 2013;102:204-10.
9. Boluda-Aguilar M, López-Gómez A. Production of bioethanol by fermentation of lemon (*Citrus limon* L.) peel wastes pretreated with steam explosion. Industrial Crops and Products. 2013;41:188-97.
10. Chandra I, Abha S, Bandyopadhyay KK, Shruti S, Priya P, Prachi J, et al. Bioethanol production by *Zymomonas mobilis* MTCC No. 2427 using orange peels as low cost substrates. Int J ChemTech Res. 2013;5(6):2787-92.
11. Saito FHSF. Utilização de fermento de descarte de cervejaria na produção de aguardente de "liquor" de laranja. 2007.

- 12.Ferreira JO, Junior HRA, Faria JB. The production of orange press liquor spirit: technical and economic aspects. Alimentos e Nutrição. 2008;17(1):1-6.
- 13.Lorenzetti NC. Perfil sensorial e aceitabilidade de aguardente de *Liquor de laranja* 2009.
- 14.Perez CA. Estudo da viabilidade da levedura de descarte da indústria cervejeira na obtenção da aguardente de Licor de Laranja. 2013.
- 15.Mutton MJR, Mutton MA. Aguardente de Cana. In: Venturini Filho WG, editor. Bebidas Alcoólicas - Ciência e Tecnologia. 1. 1 ed. São Paulo: Blucher; 2010. p. 492.
- 16.Piggott JR, Sharp R, Duncan R. Science and technology of whiskies: Longman Scientific & Technical; J. Wiley; 1989.
- 17.Cardello H, Faria JB. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2000;20(1):32-6.
- 18.Isique WD, Cardello H, Faria JB. Teores de enxofre e aceitabilidade de aguardentes de cana brasileiras. Ciênc Tecnol Alim. 1998;18:356-9.
- 19.Nascimento RF, Cardoso DR, Lima Neto BdS, Franco DW. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. Química Nova. 1998;21(6):735-9.
- 20.Faria JB, Lourenço EJ. Influência do cobre na composição das aguardentes de cana (*Saccharum officinarum* L.). Alimentos e Nutrição Araraquara. 2009;2(1).
- 21.Faria JB, Pourchet Campos M. Eliminação do cobre contaminante das aguardentes de cana. Alimentos e Nutrição Araraquara. 2007;1(1):117-26.
- 22.Alexander J, Auousson G, Benford D, Cockburn A, Cravedi J, Doglitti E. Ethyl carbamate and hydrocyanic acid in food and beverages. Scientific opinion of the panel on contaminants EFSA Journal. 2007;551:1-44.
- 23.Weber J, Sharypov V. Ethyl carbamate in foods and beverages: a review. Environmental Chemistry Letters. 2009;7(3):233-47.

24.Labanca RA, Glória MBA, Afonso RJdCF. Determinação de carbamato de etila em aguardentes de cana por CG-EM. 2008.

25.de Orduña RM, Patchett ML, Liu S-Q, Pilone GJ. Growth and Arginine Metabolism of the Wine Lactic Acid Bacteria *Lactobacillus buchneri* and *Oenococcus oeni* at Different pH Values and Arginine Concentrations. Applied and environmental microbiology. 2001;67(4):1657-62.

26.Uthurry C, Lepe JS, Lombardero J, Del Hierro JG. Ethyl carbamate production by selected yeasts and lactic acid bacteria in red wine. Food chemistry. 2006;94(2):262-70.

27.Boscolo M. Caramelo e carbamato de etila em aguardentes de cana: ocorrência e quantificação. 2001. 100f: Tese (Doutorado em Química Analítica)–Instituto de Química, USP; 2001.

28.Cavalcanti AF. Bidestilação em alambiques contendo dispositivos de prata e cobre e sua influência na qualidade da cachaça. 2009.

Apêndice 1. Tabela das correlações dos termos descritores para as duas primeiras dimensões e o resíduo total por assessor referente aos dados do Capítulo 1.

Assessor	Descritor	Dimensão		Resíduo total
		1	2	
2	Aroma alcoólico	-0,04	0,73	1,70
	Aroma de carvalho	0,50	0,82	
	Aroma doce	0,55	0,74	
	Aroma cítrico	0,69	0,57	
	Sabor alcoólico	0,61	-0,17	
	Sabor de carvalho	0,77	-0,24	
	Sabor cítrico	0,75	0,07	
	Pungência	0,36	0,69	
	Encorpado	0,65	0,21	
	5	Cor amarela	-0,31	
Translúcido		0,42	-0,89	
Corpo		-0,69	0,02	
Aroma alcoólico		-0,47	-0,59	
Aroma de carvalho		0,65	-0,42	
Aroma cítrico		-0,51	0,82	
Aroma de baunilha		0,54	-0,75	
7	Cor amarela	-0,76	-0,39	1,86
	Aroma alcoólico	-0,37	0,73	
	Aroma cítrico	0,86	-0,43	
	Sabor alcoólico	0,74	0,53	
	Pungência	0,36	0,76	
9	Corpo	-0,72	-0,14	2,09
	Aroma alcoólico	0,90	-0,12	
	Aroma cítrico	-0,62	0,02	

	Sabor alcoólico	0,56	-0,02	
	Refrescância	-0,2	0,91	
10	Cor amarela	0,59	-0,02	2,02
	Translúcido	-0,63	-0,33	
	Corpo	-0,74	0,25	
	Aroma alcoólico	0,61	0,19	
	Sabor alcoólico	0,71	-0,08	
	Sabor doce	-0,81	0,47	
	Refrescância	0,60	0,17	
12	Aroma alcoólico	0,61	-0,10	1,82
	Aroma doce	-0,90	0,01	
	Aroma de mel	-0,57	-0,25	
	Aroma cítrico	0,39	-0,82	
	Sabor de carvalho	-0,07	0,81	
	Sabor doce	-0,88	-0,44	
13	Cor amarela	0,56	-0,51	2,03
	Translúcido	0,01	0,58	
	Aroma doce	0,37	0,74	
	Sabor amargo	0,64	0,09	
	Pungência	0,71	0,32	
	Refrescância	-0,43	0,74	
	Aroma doce	0,09	-0,89	2,02
14	Aroma cítrico	0,94	-0,05	
	Pungência	0,98	0,11	
17	Aroma alcoólico	0,65	0,29	2,01
	Aroma de carvalho	0,52	-0,58	
	Aroma doce	0,62	0,46	
	Sabor alcoólico	0,61	0,30	
	Refrescância	0,41	-0,73	

18	Cor amarela	0,80	0,37	1,21
	Cor laranja	0,68	-0,22	
	Aroma alcoólico	0,44	-0,88	
	Aroma de carvalho	0,22	-0,70	
	Aroma doce	-0,26	0,86	
	Sabor cítrico	0,91	0,00	
19	Cor amarela	0,22	0,78	1,40
	Aroma alcoólico	0,87	-0,03	
	Aroma de carvalho	0,71	-0,34	
	Aroma de mel	-0,89	0,05	
	Sabor amargo	0,64	0,42	
	Sabor doce	-0,60	0,52	
	Refrescância	0,10	0,84	

Apêndice 2. Tabela das correlações dos termos descritores nas duas primeiras dimensões e o erro percentual por assessor referente aos dados do Capítulo 2.

Assessores	Descritores	Dimensão		Erro percentual
		1	2	
1	Cor amarela	0,94	0,25	6,69
	Aroma de carvalho	-0,75	0,48	
	Aroma de condimento	0,51	-0,85	
	Aroma de mel	-0,86	0,14	
	Aroma de baunilha	-0,81	0,47	
	Aroma de folhas secas	0,34	0,68	
	Sabor alcoólico	0,83	0,05	
	Sabor de carvalho	-0,57	0,17	
	Sabor doce	-0,87	0,04	
2	Cor amarela	-0,89	-0,35	9,24
	Aroma alcoólico	0,94	0,24	
	Aroma de baunilha	-0,77	0,41	
	Aroma cítrico	-0,87	0,06	
	Aroma de folhas secas	0,69	-0,38	
	Sabor alcoólico	0,64	-0,56	
	Sabor cítrico	-0,87	0,04	
	Pungência	0,57	0,20	
3	Cor amarela	0,82	0,23	16,25

	Aroma alcoólico	0,59	0,00	
	Aroma de condimento	0,51	-0,85	
	Aroma doce	-0,85	0,36	
	Aroma de baunilha	-0,78	0,38	
	Aroma cítrico	-0,87	0,00	
	Sabor alcoólico	0,88	-0,05	
	Sabor amargo	0,64	-0,67	
	Sabor doce	-0,57	0,76	
	Pungência	0,71	-0,38	
	Adstringência	0,43	-0,87	
4	Cor amarela	-0,89	-0,29	2,94
	Translúcido	0,87	-0,04	
	Aroma doce	-0,94	0,26	
	Aroma de baunilha	-0,95	-0,29	
	Aroma de acetona	0,98	0,21	
	Aroma de folhas secas	0,63	-0,51	
	Sabor alcoólico	0,80	-0,10	
	Sabor de carvalho	-0,84	-0,43	
	Sabor amargo	0,85	-0,49	
	Sabor doce	-0,48	0,80	
	Sabor de baunilha	-0,93	-0,01	
	Pungência	0,73	-0,32	

	Oleosidade	0,33	-0,68	
5	Cor amarela	-0,92	-0,32	4,99
	Translúcido	0,71	0,20	
	Aroma alcoólico	0,57	-0,55	
	Aroma cítrico	-0,93	0,25	
	Sabor de carvalho	-0,77	0,33	
	Sabor doce	-0,81	-0,46	
	Pungência	0,96	-0,05	
	Oleosidade	-0,11	-0,95	
6	Cor amarela	-0,91	-0,21	5,41
	Translúcido	0,40	-0,60	
	Aroma alcoólico	0,94	0,14	
	Aroma de carvalho	-0,92	-0,24	
	Aroma de baunilha	-0,99	-0,08	
	Aroma cítrico	-0,87	0,04	
	Aroma de folhas secas	0,60	-0,56	
	Sabor alcoólico	0,60	-0,48	
	Sabor de carvalho	-0,98	0,12	
	Sabor doce	-0,99	-0,01	
	Sabor de folhas secas	0,57	-0,60	
7	Cor amarela	-0,92	-0,28	11,79
	Translúcido	0,67	0,20	

	Aroma doce	-0,88	-0,20	
	Aroma cítrico	-0,87	0,04	
	Sabor amargo	0,31	-0,56	
	Sabor doce	-0,94	-0,18	
	Pungência	0,36	0,55	
	Adstringência	-0,24	0,85	
8	Cor amarela	-0,91	-0,21	15,36
	Aroma alcoólico	0,99	0,00	
	Aroma de carvalho	-0,10	0,99	
	Aroma doce	-0,16	-0,85	
	Aroma cítrico	-0,25	-0,74	
	Sabor alcoólico	0,92	-0,11	
	Sabor amargo	0,95	-0,29	
	Sabor cítrico	-0,31	-0,88	
	Pungência	0,80	-0,22	
9	Cor amarela	-0,90	-0,24	12,95
	Translúcido	0,47	0,66	
	Aroma de carvalho	-0,75	-0,48	
	Aroma doce	-0,05	0,69	
	Sabor de carvalho	-0,80	0,11	
	Sabor de baunilha	0,56	0,58	
	Sabor ácido	-0,86	-0,10	

	Adstringência	0,47	-0,76	
	Refrescância	0,42	0,71	
10	Cor amarela	-0,81	-0,30	16,62
	Translúcido	0,93	0,13	
	Corpo aparente	-0,99	0,06	
	Aroma alcoólico	-0,38	0,61	
	Aroma de alcoólico	-0,73	0,58	
	Aroma doce	-0,71	0,64	
	Aroma cítrico	-0,86	-0,08	
	Aroma de acetona	0,79	-0,30	
	Sabor alcoólico	0,78	0,27	
	Sabor de carvalho	-0,48	0,69	
	Sabor doce	-0,59	0,70	
	Pungência	0,84	-0,42	
	Adstringência	0,84	-0,48	
11	Cor amarela	-0,91	-0,32	12,61
	Translúcido	0,88	0,27	
	Aroma alcoólico	-0,42	0,76	
	Aroma de condimento	0,60	-0,68	
	Aroma doce	0,02	0,76	
	Aroma cítrico	0,31	-0,62	
	Sabor alcoólico	-0,17	0,94	

	Sabor de baunilha	-0,76	0,35	
	Sabor ácido	0,75	-0,55	
	Adstringência	0,82	0,06	
	Refrescância	-0,89	0,14	
12	Cor amarela	-0,95	-0,24	4,43
	Translúcido	0,67	0,60	
	Corpo aparente	0,37	0,84	
	Aroma de carvalho	-0,88	0,24	
	Aroma cítrico	-0,83	0,26	
	Sabor alcoólico	0,72	-0,18	
	Sabor de carvalho	-0,96	0,13	
	Sabor doce	0,22	0,79	
	Sabor cítrico	-0,87	0,04	
	Pungência	0,77	-0,24	
	Adstringência	0,72	-0,60	
13	Cor amarela	-0,93	-0,28	6,13
	Corpo aparente	-0,76	-0,63	
	Aroma alcoólico	-0,25	0,81	
	Aroma de condimento	0,57	-0,60	
	Aroma cítrico	-0,87	0,04	
	Sabor cítrico	-0,87	0,04	
14	Cor amarela	-0,69	-0,72	28,40

Translúcido	0,78	0,38
Corpo aparente	-0,41	-0,91
Aroma alcoólico	-0,20	-0,70
Aroma cítrico	-0,91	-0,24
Sabor de carvalho	0,12	-0,97
Sabor amargo	0,96	0,24
Pungência	0,65	0,44
Refrescância	0,84	0,22
Oleoso	0,73	-0,07

*Erro percentual = resíduo total*100/explicação total, por assessor.