



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS
Departamento de Química e Física Molecular



PERFIL SENSORIAL DO AROMA DE LÚPULOS (*Humulus lupulus*) BRASILEIROS

Pamela Aparecida Grizotto

São Carlos, São Paulo

2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS
Departamento de Química e Física Molecular

PERFIL SENSORIAL DO AROMA DE LÚPULOS
***(Humulus lupulus)* BRASILEIROS**

Monografia apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como trabalho de conclusão do curso de Bacharelado em Química com ênfase Tecnológica em Alimentos.

Pamela Aparecida Grizotto

Orientador: Prof. Dr. Stanislaw Bogusz Junior

São Carlos, São Paulo

2017

Dedico a...

Aparecida, minha mãe.

Ela me ensinou como encontrar força nas derrotas e a garra para continuar.

Mauro, meu pai.

Ele primeiro me ensinou a humildade e depois me ensinou a perdoar.

Fábio, meu irmão.

Meu melhor amigo, você me ensinou a sorrir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Stanislau Bogusz Junior pela motivação, ideias e apoio em cada etapa deste trabalho.

Agradeço aos técnicos Eduardo Marques Oliveira, Glauco Dimas Broch e Reinaldo Hamaguchi que cederam seu tempo e o laboratório de ensino para as atividades durante o treinamento do painel sensorial.

Agradeço a todos os avaliadores do painel sensorial pelo imenso interesse e comprometimento, cuja participação foi fundamental para a execução desse trabalho.

Agradeço aos meus amigos pelas ideias que discutimos, pelos cafés compartilhados que nos manteve focados e pela descontração que tornou tudo tão agradável e fez passar tão rápido.

Mas agradeço principalmente aos meus pais pelo apoio e compreensão durante esse tempo. Também pelo cuidado e atenção, para hoje eu estar aqui para mais essa experiência.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver a terminologia descritiva e avaliar o perfil sensorial do aroma de lúpulos (*Humulus lupulus*) nacionais, das variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau, utilizando metodologia baseada na análise descritiva quantitativa. Para isso, consensualmente, a equipe sensorial definiu os descritores, os materiais de referência e a ficha de avaliação das amostras. Após treinamento, utilizando-se dos critérios de poder discriminativo, reprodutibilidade dos julgamentos e consenso com a equipe, onze indivíduos foram selecionados para compor a equipe final de provadores. Esta equipe avaliou os lúpulos nacionais e também lúpulos comerciais de mesma variedade, com base na terminologia descritiva desenvolvida, composta por treze descritores de aroma. Os resultados foram avaliados por análises de correlação, ANOVA e testes de médias de Tukey que permitiram gerar os gráficos de radar para o perfil de aroma de cada lúpulo brasileiro. O lúpulo Cascade foi descrito por intensas notas de frutado, verde, chá, cítrico e especiarias; o lúpulo Columbus foi descrito por notas intensas de aroma de chá, especiarias, verde, frutado e amadeirado; o lúpulo Chinook apresentou um perfil de aroma com notas de chá, amadeirado, especiarias, verde e frutado; enquanto que o lúpulo Hallertau apresentou características de aroma de especiarias, tabaco, frutado, amadeirado, chá e cítrico. No melhor do nosso conhecimento, esta é a primeira publicação no Brasil a respeito da avaliação do perfil sensorial do aroma de lúpulos nacionais.

Palavras-chave: análise sensorial, aroma, lúpulo brasileiro.

ABSTRACT

The aim of the present work was to develop the descriptive terminology and to assess the sensorial profile of the Brazilian hops aroma (Cascade, Chinook, Columbus and Hallertau varieties) using a methodology based on the quantitative descriptive analysis. To this end, the sensory team consensually defined the descriptors, reference materials, and the samples evaluation ballot. After training, using the criteria of discriminative power, reproducibility of the judgments and consensus with the team, eleven individuals were selected to compose the final taster team. This team evaluated the Brazilian hops and also commercial hops of the same variety, based on the descriptive terminology developed, composed by thirteen aroma descriptors. The results were evaluated by correlation analysis, ANOVA and Tukey tests. Cascade hops were described by intense notes of fruity, green, tea, citrus and spicy; Chinook hops were described by intense notes of tea, woody, spices, green and fruity. Columbus hops presented an aroma profile with notes of tea, spices, green, fruity and woody, whereas the Hallertau hops presented characteristics of spices, tobacco, fruity, woody and tea aroma. To the best of our knowledge, this is the first publication in Brazil regarding the asses of the sensorial profile of the Brazilian hops aroma.

Key words: sensory analysis, aroma, Brazilian hops.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. O lúpulo.....	9
1.1.1. Compostos de amargor.....	11
1.1.2. Compostos de aroma.....	13
2. OBJETIVOS.....	16
3. MATERIAIS e MÉTODOS.....	16
3.1. Material.....	16
3.2. Métodos.....	17
3.2.1. Recrutamento.....	17
3.2.2. Pré-seleção dos avaliadores.....	17
3.2.3. Levantamento da terminologia descritiva.....	22
3.2.4. Preparação e apresentação das referências e treinamento da equipe.....	23
3.2.5. Seleção da equipe final.....	23
3.2.6. Avaliação final do lúpulo.....	26
3.2.7. Análise dos resultados.....	26
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	26
4.1. Recrutamento.....	26
4.2. Pré-seleção dos avaliadores.....	27
4.3. Levantamento dos descritores.....	29
4.4. Preparação e apresentação das referências.....	31
4.5. Treinamento dos provadores com escalas avaliativas.....	34
4.6. Seleção da equipe final.....	37
4.7. Avaliação final do lúpulo.....	46
5. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE 01.....	60
ANEXO 01.....	62
ANEXO 02.....	65

1. INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus* Lineus) é uma trepadeira perene, cujas inflorescências são utilizadas na produção de cerveja. O lúpulo é adicionado em forma de péletes durante a brassagem. As inflorescências de lúpulo das plantas fêmeas são ricas em resinas, polifenóis e óleos essenciais que conferem amargor, aroma e propriedades antioxidantes à cerveja (BAMFORTH, 2003). A importância do lúpulo para produção cervejeira é tanta, que variando apenas o tipo de lúpulo em uma mesma receita base é possível fabricar cervejas com diferentes características sensoriais de sabor (NACHEL & ETTLINGER, 2012).

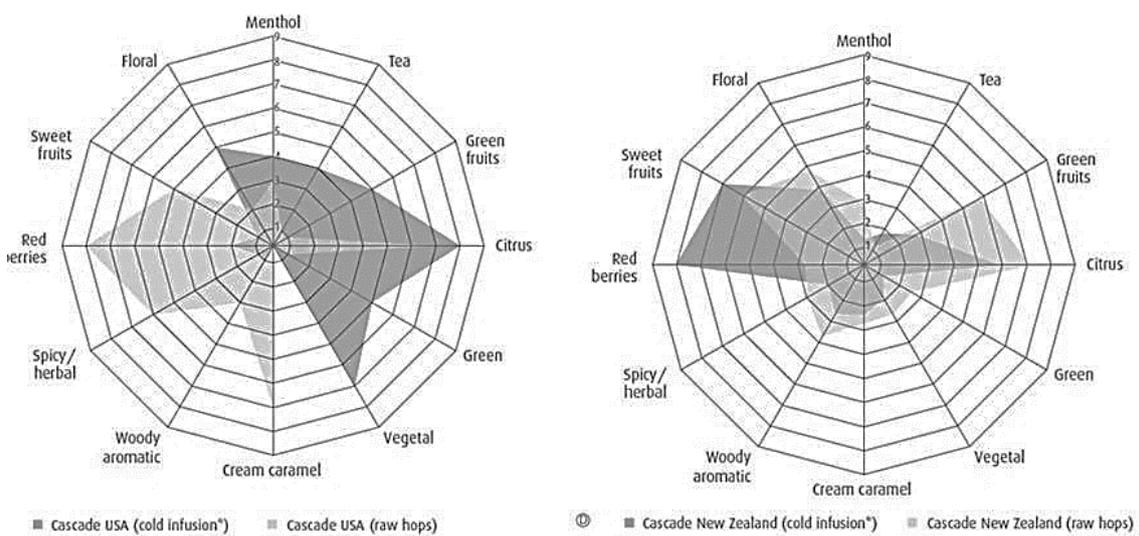
A produção cervejeira no Brasil tem grande importância socioeconômica para o país. A produção anual da bebida é da ordem de 14 bilhões de litros anuais, o que corresponde a 1,6% do PIB brasileiro, gerando mais de R\$ 20 bilhões em tributos anuais (CERVBRASIL, 2017). No entanto, a indústria cervejeira nacional é totalmente dependente da importação de todo o lúpulo que utiliza para fabricação de cerveja. A título de exemplo, somente em 2015, o país importou em torno de 4 mil toneladas de lúpulo a um custo de R\$ 200 milhões de reais (GLOBO RURAL, 2016).

Entretanto, alguns pequenos agricultores estão começando o cultivo do lúpulo no Brasil. Por exemplo, no estado de São Paulo, em 2014 tivemos a primeira produção de lúpulo genuinamente brasileiro, cultivado na região de Campos do Jordão-SP (BRASIL KIRIN, 2016). Esta iniciativa de produção de lúpulo por pequenos produtores no Brasil tem gerado uma grande expectativa para que o país caminhe para autossuficiência de produção desta importante matéria-prima para indústria cervejeira.

No entanto, para que se possa avaliar a qualidade do lúpulo produzido no Brasil e compará-lo com os consagrados lúpulos americanos e europeus, são necessárias análises químicas que forneçam informações sobre o teor de substâncias amargas (alfa e beta ácidos do lúpulo), óleos essenciais (teores de mirceno, 2-metilbutil isobutirato, linalol, cariofileno, farneseno, humuleno e geraniol) e compostos fenólicos (xantohumol, 8-prenilnaringenina, quercitina, kampferol, etc.). Além disso, são também necessárias análises sensoriais para se avaliar o perfil de aroma dos lúpulos produzidos no país.

Em relação à análise sensorial de lúpulos, o atributo aroma é um dos mais importantes, uma vez que as características sensoriais de uma mesma variedade de lúpulo, produzida em diferentes regiões, pode fornecer lúpulos com aromas muito distintos. Isto ocorre em função do clima no local de cultivo, composição do solo, altitude, fotoperíodo e manejo agrícola. A Figura 1 a seguir ilustra esta situação para um lúpulo da variedade Cascade produzido nos EUA e na Nova Zelândia.

Figura 1 – Comparação do perfil de aroma de lúpulos da variedade Cascade produzido nos EUA e Nova Zelândia.



Fonte: SCHÖNBERGER & KOSTELECKY, 2011.

Tradicionalmente, a qualidade do aroma de lúpulos é determinada por experts treinados em centros de pesquisa como é o caso do grupo de avaliação sensorial de lúpulos da Universidade Estadual do Oregon (OSU), nos Estados Unidos. Estes grupos de avaliação sensorial são compostos por 10 a 12 pessoas que avaliam, através de análise descritiva quantitativa (ADQ), a qualidade do aroma e o perfil sensorial de diversas variedades de lúpulos (PROBASCO et al., 2017). As vantagens da ADQ sobre outros métodos de avaliação sensorial são: (i) a confiança no julgamento da equipe de provadores treinados, composta por 10-12 pessoas, (ii) o desenvolvimento de uma linguagem objetiva e descritiva, elaborada por uma equipe de provadores, (iii) o desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizada, o que gera consenso sobre os termos descritores e o julgamento final dos provadores e (iv) na

ADQ, as avaliações são realizadas com repetições por todos os julgadores, em testes às cegas, e os resultados são tratados e interpretados estatisticamente (STONE & SIDEL, 1974).

No melhor do nosso conhecimento, no Brasil até o presente momento, ainda inexistem publicações que reportem a avaliação do perfil sensorial de lúpulos nacionais, portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver a terminologia descritiva e avaliar o perfil sensorial do aroma de lúpulos nacionais das variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau, utilizando metodologia baseada na ADQ.

1.1. O LÚPULO (*Humulus lupulus* L.)

É uma planta dioica que para crescer e florescer necessita de uma adequada quantidade de luz durante o seu crescimento (10 -15 h), o que sempre limitou muito a sua produção em regiões localizadas entre as latitudes 35° e 55° de ambos os hemisférios do planeta (EBC, 1997). Nas Figuras 2 e 3 a seguir podem ser observadas fotografias de uma plantação de lúpulo e de uma planta fêmea de lúpulo com as inflorescências.

Figura 2 – Fotografia de uma plantação de lúpulo.



Fonte: Cultivo de lúpulo - Soluções integradas para agricultura, 2017.

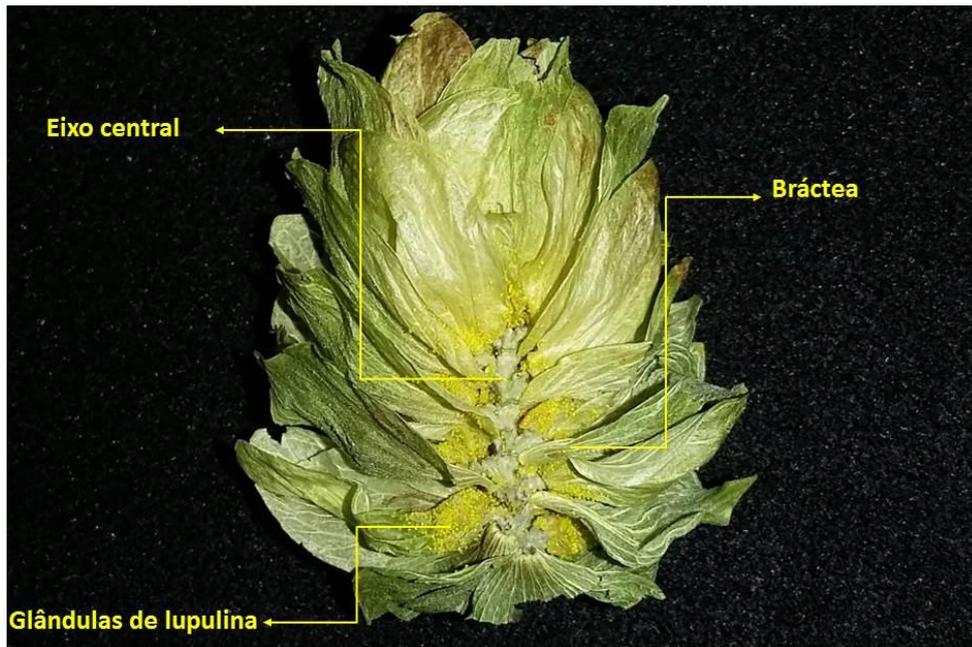
Figura 3- Fotografia de uma planta fêmea de lúpulo com flores.



Fonte: Cultivo de lúpulo - Soluções integradas para agricultura, 2017.

As plantas fêmeas do lúpulo produzem inflorescências, também chamadas de cones, que são utilizados quase que exclusivamente para a produção das cervejas (NEVE, 1999). A Figura 4 ilustra a estrutura interna de um cone de lúpulo. Dentro do cone existem as brácteas, estruturas foliáceas associadas às inflorescências nas quais se localizam as glândulas de lupulina. Essas glândulas são formadas durante o amadurecimento dos cones, e são elas que produzem a lupulina, um pó fino e amarelo rico nos compostos de aroma, amargor e antioxidantes. Apenas as flores das plantas fêmeas são capazes de produzir lupulina em quantidades apreciáveis. A quantidade de lupulina nos cones de lúpulo pode diminuir drasticamente se as inflorescências das plantas fêmeas forem fecundadas por plantas do sexo masculino. Por esse motivo, as plantas do sexo masculino são cuidadosamente cultivadas em local separado das plantas fêmeas para que não exista a polinização e produção de sementes (ALMAGUER et al., 2014).

Figura 4 – Estrutura interna de um cone de lúpulo Chinook nacional maduro.



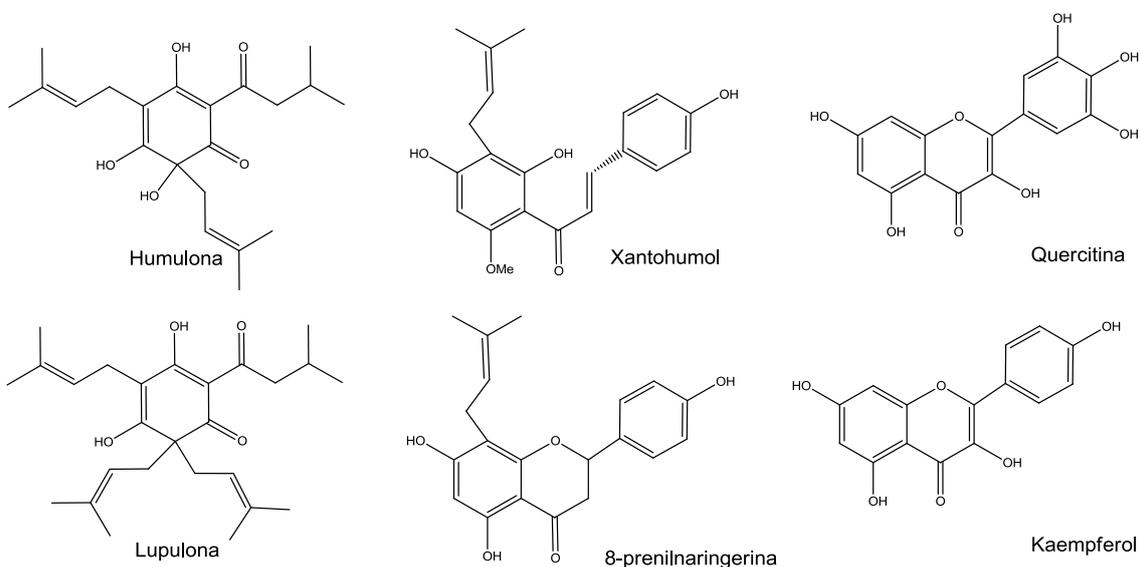
Fonte: autoria própria.

1.1.1. COMPOSTOS DE AMARGOR

Na lupulina das flores de lúpulo pode ser encontrada uma grande variedade de componentes, dentre eles estão: resinas amargas, aminoácidos e proteínas, polifenóis, óleos essenciais, lipídeos e ceras. Dentre estes, os compostos de maior interesse para indústria cervejeira são as resinas amargas e os componentes voláteis dos óleos essenciais que estão relacionados ao aroma do lúpulo (NEVE, 1999).

Os compostos que conferem o gosto amargo são, resumidamente, os isômeros das duas principais frações das resinas amargas chamadas de α -ácidos (humulonas) e β -ácidos (lupulonas). Os α -ácidos são especialmente importantes para o amargor, enquanto que os β -ácidos possuem propriedades antimicrobianas (ALMAGUER et. al., 2014; SILVA & FARIA, 2008; JASKULA, et al., 2007). No grupo dos polifenóis há destaque para os compostos com atividade antioxidante como é o caso do xantohumol, 8-prenilnaringenina, quercitina e kampferol (KARABIN, et al., 2016). Na Figura 5, podem ser visualizadas as estruturas químicas dos principais ácidos amargos e compostos fenólicos do lúpulo.

Figura 5 – Estrutura química dos principais ácidos amargos (humulona e lupulona) e compostos fenólicos (xantohumulol, 8-prenilnaringenina, quercitina e Kampferol) do lúpulo.



Fonte: adaptado de KARABIN, et al., 2016; NEVE, 1999.

Na Tabela 1, podem ser visualizadas as quantidades dos principais constituintes químicos das flores de lúpulo.

Tabela 1 – Principais constituintes químicos encontrados nas flores de lúpulo.

Constituintes	Quantidade (%)
Resinas Totais	15-30
Óleos Essenciais	0,5-3
Proteínas	15
Monossacarídeos	2
Polifenóis	4
Pectinas	2
Aminoácidos	0,1
Ceras e esteróides	Traços
Cinzas	8
Umidade	10
Celulose, etc.	43

Fonte: adaptado de ALMAGUER et. al., 2014.

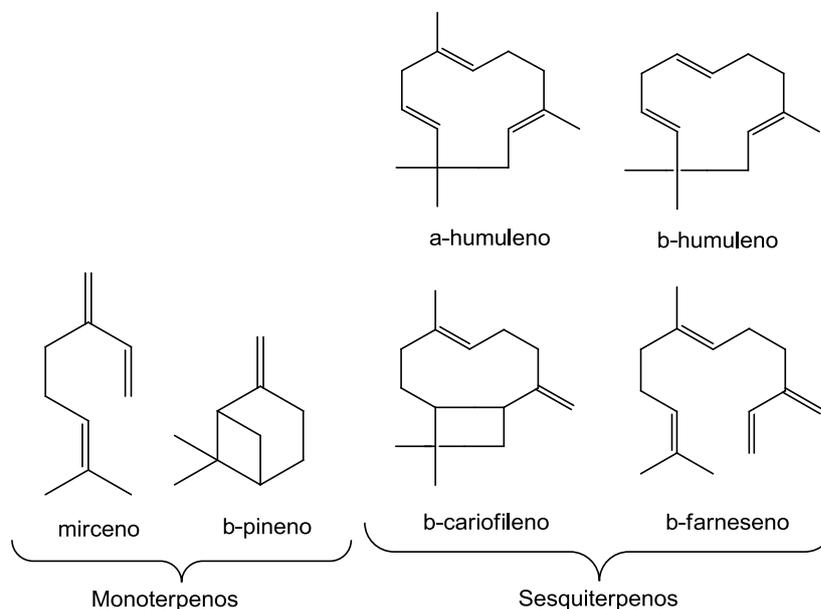
1.1.2. COMPOSTOS DE AROMA

Enquanto o amargor do lúpulo está relacionado aos α -ácidos provenientes das resinas, os óleos essenciais são a fração responsável pelo aroma do lúpulo. A literatura relata que já foram identificadas algumas centenas de componentes diferentes nos óleos essenciais dos lúpulos (ALMAGUER et. al., 2014). Para uma melhor compreensão sobre a natureza química dos constituintes do óleo essencial do lúpulo, pode-se considerar três grandes grupos químicos: hidrocarbonetos, compostos oxigenados e os compostos sulfurados.

a) Hidrocarbonetos

Essa fração é constituída por compostos geralmente muito voláteis, de baixa solubilidade em água, suscetíveis a oxidação e polimerização. Dentro desse grupo, podem ser encontrados principalmente terpenos e sesquiterpenos (BAMFORTH, 2003). Na figura 6, podem ser visualizados alguns dos principais hidrocarbonetos terpênicos do lúpulo. Dentre os monoterpenos o mirceno é um dos componentes encontrados em maior quantidade nos óleos essenciais do lúpulo, podendo variar de 30% a 60% do total dos óleos essenciais em certas variedades de lúpulo (SHARPE & LAWS, 1981). O estudo de Stucky e McDaniel (1997) estabeleceu correlações entre alguns monoterpenos e seus descritores sensoriais. Por exemplo, o mirceno foi descrito por apresentar notas sensoriais balsâmicas e de especiarias, enquanto que o β -pineno por apresentar descritores de pinho e resinas. Por outro lado, no grupo dos sesquiterpenos, os compostos mais abundantes costumam ser o α -humuleno (notas de amadeirado) e o β -cariofileno (especiarias) enquanto que o β -farneseno (notas de amadeirado, cítrico e adocicado) normalmente é encontrado em pequenas quantidades nos óleos essenciais.

Figura 6 – Estruturas químicas de alguns terpenos presentes em óleo essencial de lúpulo.



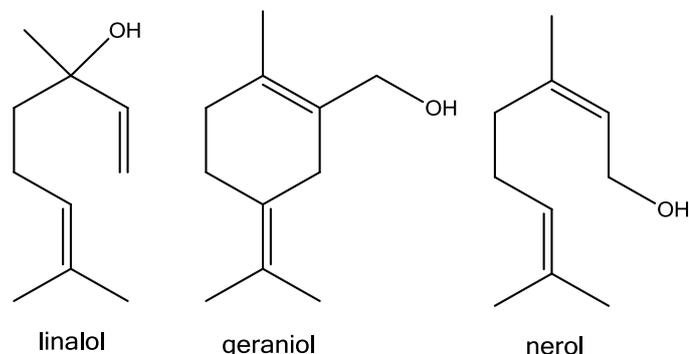
Fonte: adaptado de SHARPE & LAWS, 1981.

b) Terpenos oxigenado

Essa é uma fração complexa e com uma variedade grande de componentes tais como álcoois, aldeídos, ácidos, cetonas, epóxidos e ésteres. Representa cerca de 30% do óleo essencial total (SHARPE & LAWS, 1981). Além de constituir uma fração muito complexa, muitos terpenos oxigenados possuem baixíssimos limiares de percepção de odor. Ademais, na medida em que o lúpulo envelhece ou é exposto ao oxigênio do ar, os teores de compostos oxigenados tendem a aumentar enquanto que os teores dos hidrocarbonetos diminuem, o que pode provocar mudanças na sua percepção sensorial (KARABIN, et al., 2016).

Dentro da fração de álcoois terpênicos um dos mais importantes, devido ao seu baixíssimo limiar de percepção de odor, é o linalol (notas florais e frutais), ele é um produto proveniente da hidratação do β -mirceno (ALMAGUER et. al., 2014, SHARPE & LAWS, 1981). Por outro lado, o geraniol e nerol são também álcoois terpênicos estruturalmente relacionados ao linalol, porém encontrados em menor quantidade nos óleos essenciais de lúpulo (SHARPE & LAWS, 1981). Na figura 7, podem ser visualizados alguns dos principais álcoois terpênicos do lúpulo.

Figura 7 – Estruturas químicas de alguns álcoois terpênicos presentes no óleo de lúpulo.



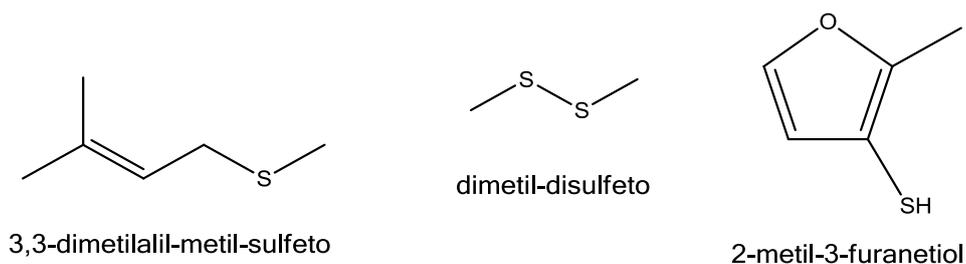
Fonte: adaptado de SHARPE & LAWS, 1981.

É interessante destacar que o geraniol e o nerol são isômeros trans e cis entre si, e que tal fato muda totalmente a sua percepção sensorial, isto é, enquanto o geraniol apresenta características de odor floral de gerânio, o nerol é descrito por apresentar odor adocicado (KING & DICKINSON, 2006).

c) Compostos sulfurosos

Dependendo do tipo de lúpulo, podem estar presentes nos óleos essenciais pequenas quantidades de compostos sulfurosos como 2-metil-3-furanetiol, dimetil-disulfeto e 3,3-dimetilalil-metil-sulfeto (Figura 8). Compostos sulfurosos possuem limiares de percepção sensorial muito baixos, ou seja, mesmo em quantidades da ordem de partes por bilhão (ppb) o olfato humano é capaz de reconhecer estes aromas que geralmente possuem notas de legumes cozidos, cebola, mofado, alho ou repolho.

Figura 8 – Estruturas de alguns compostos sulfurosos presentes em lúpulo.



Fonte: autoria própria.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver uma terminologia descritiva para lúpulos e avaliar por análise sensorial descritiva o perfil do aroma de lúpulos nacionais das variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esta pesquisa objetiva (i) desenvolver uma terminologia descritiva para o aroma de lúpulos brasileiros, (ii) treinar candidatos e selecionar uma equipe de provadores para avaliar o aroma dos lúpulos nacionais pertencentes às variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau, utilizando metodologia baseada na Análise Descritiva Quantitativa, (iii) pelas análises de ANOVA e testes de média de Tukey, gerar dados para os gráficos radar do perfil de aroma destes lúpulos e (iv) compará-los com os lúpulos de mesmas variedades produzidos em outros países como é o caso de lúpulos americanos e europeus.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

Os lúpulos utilizados nesta pesquisa, Cascade, Chinook, Hallertau e Columbus, todos da safra de 2016, foram gentilmente doados, por meio de Termo de Transferência de Material, pela empresa Soluções Integradas Para Agricultura. Os lúpulos eram das variedades Cascade, Chinook, Hallertau e Columbus, todos da safra de 2016. Os lúpulos nacionais foram enviados pela empresa na forma de cones secos, em embalagens próprias para lúpulo e seladas a vácuo. Para fins de comparação, também foram adquiridas, em casas especializadas na comercialização de insumos para fabricação de cerveja, amostras de lúpulos comerciais importados das mesmas variedades dos lúpulos nacionais (todos estes também da safra 2016). Os lúpulos comprados em péletes das variedades Cascade, Chinook e Columbus para comparar com os nacionais vieram dos EUA enquanto que o da variedade Hallertau foi importado da Alemanha.

Na Tabela 2, pode-se visualizar a variedade, o estado de origem e os códigos criados para designar cada variedade de lúpulo nacional.

Tabela 2 – Variedade, origem e código das amostras de lúpulos nacionais

VARIEDADE	ORIGEM	CÓDIGO
Cascade	Minas Gerais	CA-2
Chinook	Rio Grande do Sul	CH-3
Columbus	Paraná	CO-1
Hallertau T.	Rio Grande do Sul	HT-1

Fonte: autoria própria.

3.2. MÉTODOS

A análise descritiva foi aplicada apenas para o atributo aroma dos lúpulos. Este projeto de pesquisa foi submetido para avaliação e aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCAR, unidade de São Carlos (CAAE: 71745717.1.0000.5504). O projeto foi aprovado pelo CEP conforme pode ser observado no Parecer consubstanciado do CEP no Anexo 01 desta monografia. Todos os participantes desta pesquisa foram informados sobre os objetivos da pesquisa, sobre os experimentos e métodos que seriam adotados. Também foi entregue para cada um deles um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo 02).

3.2.1. RECRUTAMENTO

O recrutamento foi realizado entre alunos de graduação e pós-graduação das universidades USP e UFSCAR da cidade de São Carlos e entre os funcionários do IQSC/USP. Essas pessoas foram informadas sobre o assunto e objetivos da pesquisa e, caso demonstrassem interesse, recebiam a ficha de recrutamento (Apêndice 01) para serem coletadas informações sobre tabagismo, uso de medicamentos que alterem a percepção de odores, existência de anosmia (incapacidade de percepção de certos aromas) e disponibilidade de tempo para o desenvolvimento das atividades propostas.

3.2.2. PRÉ-SELEÇÃO DOS AVALIADORES

Aos voluntários pré-selecionados (não fumantes, sem anosmia, não usuários de medicamentos que alteram as percepções sensoriais e com disponibilidade de tempo) foram agendados testes sensoriais preliminares de reconhecimento e memória olfativa, assim como sugerido por Noble et al. (1987) e aplicado por Behrens & Silva

(2000). Utilizou-se estes testes para selecionar indivíduos que possuísem facilidade em reconhecer aromas cotidianos e comuns reportados na literatura como sendo relacionados ao aroma de lúpulos (Tabela 3) (PROBASCO et al., 2017; DONALDSON; BAMFORTH; HEYMANN, 2012; STUCKY & McDANIEL, 1997).

Tabela 3 - Descritores de aroma e referências utilizados para a pré-seleção de avaliadores quanto à capacidade de reconhecer aromas cotidianos e comuns reportados na literatura como relacionados ao aroma de lúpulos.

DESCRITOR	REFERÊNCIAS
Amadeirado	Cedro Arana
Caramelo	Cobertura de sorvete sabor caramelo
Chá	Chá preto
Cítrico	Limão Taiti
Condimentos	Pimenta do reino em pó; orégano; alecrim; manjeriço, salsinha
Floral	Óleo essencial de lavanda diluído em água
Frutas tropicais	Manga Tommy; polpa de maracujá
Frutas verdes	Maçã verde
Frutas vermelhas	Polpa de morango
Mentol	Bala Halls
Oxidado	Queijo gorgonzola
Sulfuroso	Repolho verde cozido; cebola branca
Tabaco	Tabaco
Verde	Grama recém-cortada

Fonte: autoria própria.

Todas as 20 referências reportadas na Tabela 3 foram apresentadas aos voluntários. Foram disponibilizados cinco dias de sessões para esta etapa. Destes cinco dias de sessão, os candidatos precisavam cumprir no mínimo três. A cada sessão, o laboratório ficou disponível para o teste durante o dia todo com intervalos para que se pudesse fazer a troca das amostras e mantê-las na condição mais fresca possível já que muitas eram naturais e poderiam ter as propriedades de aroma alteradas com o tempo. Algumas amostras demandaram mais trocas ao longo do dia, como a grama recém-cortada e as frutas. Outras não tiveram necessidade de serem trocadas com tanta frequência, como as ervas secas.

As referências foram servidas em taças de vidro do tipo tulipa cobertas com papel alumínio (para evitar visualização do conteúdo), codificadas com números aleatórios de três dígitos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007) e dispostas em dois

grupos denominados de grupo 1 e grupo 2. Ambos os grupos continham as mesmas 20 referências, porém codificadas e ordenadas de forma diferente (NOBLE et al., 1987; BEHRENS & SILVA, 2000).

Para o procedimento do teste, os candidatos recebiam a ficha do teste (Figura 9) e avaliavam primeiramente o grupo 1. Para isso, eles foram orientados na correta técnica de aspiração do aroma das amostras para análise sensorial (DUTCOSKY, 2013; YOTSUYANAGI; FARIA, 2008): a potencialização da percepção dos odores se dá por meio de pequenas inspirações de curta duração (1 a 2 segundos). Após esse tempo, os receptores olfativos são susceptíveis à adaptação ao estímulo e, nesse caso, é necessário esperar de 5 a 20 segundos antes de uma nova inspiração. Recomendava-se também a prática de um “teste branco” entre as amostras: o provador deve praticar a técnica de inspiração em alguma região da mão ou do braço, que esteja sem nenhuma fragrância de produtos cosméticos, para prevenir a saturação dos receptores olfativos.

Após esta orientação, os painelistas provaram cada uma das amostras e tentaram identificar e descrever o aroma percebido. O principal objetivo desta etapa era estimular a habilidade de reconhecimento dos aromas e a verbalização da sensação odorífera percebida. Depois de provar todas as amostras do grupo 1, os provadores passaram para as amostras do grupo 2, que eram constituídas das mesmas amostras existentes no grupo 1, porém distribuídas em ordem aleatória e com codificação (números aleatórios de três dígitos) diferente daquelas do grupo 1. O objetivo desta etapa foi estimular a memória olfativa dos provadores. Para ajudá-los a construir e treinar essa memória, ao final do teste, para cada candidato era revelado o gabarito com os descritores de aroma.

No primeiro dia em que o teste foi aplicado, no final do teste, para as referências em que o provador não conseguiu identificar o aroma ou verbalizar o odor percebido, os mesmos podiam abrir as taças e visualizar o seu conteúdo, podendo também provar novamente estas referências. No segundo dia em que o teste foi aplicado, também no final do teste, ao revelar o gabarito com os descritores de aroma, os provadores não podiam abrir as taças para visualizar o seu conteúdo, mas podiam repetir o teste para as amostras nas quais não foi possível identificar o aroma ou verbalizar o odor percebido. Na terceira sessão em que o teste foi aplicado já não era mais permitido aos provadores visualizar ou repetir o teste para as amostras em que

não conseguissem identificar o odor ou verbalizar o aroma percebido. Esta dinâmica funcionou como um incentivo e um desafio crescente para o provador ao longo desta etapa de treinamento.

No último dia em que este teste foi aplicado, os candidatos foram avaliados com base na percentagem de respostas corretas. Os candidatos que obtiveram uma média de 60% de respostas corretas ao longo da triplicata foram selecionados para continuarem o treinamento.

Como muitos dos candidatos selecionados nunca tiveram contato com lúpulo ou com análises sensoriais, em um dia reservado apenas para esta finalidade, os indivíduos selecionados foram reunidos para a apresentação de amostras de vários lúpulos comerciais de variedades diferentes dos que seriam avaliados posteriormente. Nessa reunião também foi realizada uma apresentação do cenário atual da produção brasileira e de importação de lúpulo bem como foi aberta discussão para tirar dúvidas sobre a pesquisa.

3.2.3. LEVANTAMENTO DA TERMINOLOGIA DESCRITIVA

Com os avaliadores selecionados, já familiarizados com a proposta do trabalho e com a forma da análise, utilizou-se o método rede (Kelly's Repertory Grid) adaptado por Moskowitz (1983), para o levantamento dos descritores de aroma dos lúpulos nacionais. Todos os membros selecionados do painel sensorial foram reunidos em uma sessão na qual os lúpulos nacionais foram apresentados aos pares a fim de que os avaliadores listassem as semelhanças e diferenças entre os aromas percebidos dos lúpulos. Cada amostra foi comparada com todas as demais. Um modelo da ficha utilizada para avaliar os seis pares de lúpulos pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 – Ficha para levantamento dos descritores pelo Método Rede.

Nome: _____		Data: _____		
LEVANTAMENTO de DESCRITORES para LÚPULOS NACIONAIS				
Você está recebendo um <u>par de amostras de lúpulos</u> . Por favor, avalie essas amostras e <u>descreva os aromas reconhecidos</u> ou as lembranças olfativas que você teve. Procure utilizar uma <u>verbalização objetiva</u> quanto aos descritores.				
Par	# Amostra	Descritores do aroma	# Amostra	Descritores do aroma
1				

Fonte: autoria própria.

Nesse mesmo dia, todos os candidatos relataram os descritores levantados individualmente. Com a orientação do líder do painel sensorial, esses descritores foram listados e discutidos de forma consensual, os termos similares foram agrupados e aqueles de frequência mais elevada e mais representativos de cada grupo foram selecionados para descrever o aroma do lúpulo nacional.

3.2.4. PREPARAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS REFERÊNCIAS E TREINAMENTO DA EQUIPE

Após a etapa de levantamento dos descritores, foram definidas as referências para cada descritor com base na literatura (STUCKY & McDANIEL, 1997; DONALDSON; BAMFORTH; HEYMANN, 2012; PROBASCO et al., 2017) e nos bancos de dados on-line do The Pherobase e do Flavornet. Sempre que possível deu-se preferência pelo uso de padrões autênticos na elaboração das referências, e quando os padrões não estavam disponíveis a referência foi preparada com produtos comuns que possuíam o descritor de aroma. Com as referências preparadas foi elaborada uma ficha de avaliação, contendo uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nas extremidades com termos de intensidade (fraco ou nenhum à esquerda, forte à direita) e realizado o treinamento da equipe sensorial, empregando as referências e também amostras de lúpulo nacional para comparação com as referências propostas.

Os avaliadores foram informados sobre a dinâmica do treinamento e de como deveriam utilizar as fichas com as escalas não estruturadas de 9 cm. Além disso, foram orientados para que no momento de provar cada referência, primeiro provassem o aroma fraco, depois que realizassem uma aspiração do branco de odor na própria pele e, em seguida, que provassem a referência de aroma forte, sempre com muita atenção e relacionando esses extremos com as âncoras da escala. Esse procedimento foi repetido para todos os descritores. O treinamento foi realizado em triplicata, com sessões em dias alternados.

3.2.5. SELEÇÃO DA EQUIPE FINAL

A seleção final dos avaliadores da equipe foi realizada com base no teste sequencial de Wald (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007) e pelos critérios de concordância, repetibilidade e discriminação, calculados por ANOVA para cada avaliador em cada descritor como orienta Dutcosky (2013) e Kamimura (2011).

Para o teste sequencial de Wald, foram aplicados testes triangulares até que os candidatos migrassem da região de continuidade, para a região de aceitação, ou para a de rejeição (Figura 11). As equações das retas limitantes das regiões de aceitação e rejeição utilizadas para a seleção dos avaliadores (MEILGAARD; CIVILLE;

CARR, 2007) seguem abaixo (Equação 1 e Equação 2) bem como os parâmetros fixados como critério de seleção (BEHRENS & SILVA, 2000):

Equação 1.

$$\text{Linha de rejeição (L}_0\text{): } d_0 = \frac{\log\beta - \log(1-\alpha) - n.\log(1-\rho_1) + n.\log(1-\rho_0)}{\log\rho_1 - \log\rho_0 - \log(1-\rho_1) + \log(1-\rho_0)}$$

Equação 2.

$$\text{Linha de aceitação (L}_1\text{): } d_1 = \frac{\log(1-\beta) - \log\alpha - n.\log(1-\rho_1) + n.\log(1-\rho_0)}{\log\rho_1 - \log\rho_0 - \log(1-\rho_1) + \log(1-\rho_0)}$$

$\alpha = 0,20$ (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial)

$\beta = 0,20$ (probabilidade de rejeitar candidato com acuidade sensorial)

$\rho_0 = 0,33$ (máxima habilidade inaceitável)

$\rho_1 = 0,66$ (mínimo de habilidade aceitável)

n = número total de testes realizados por avaliador

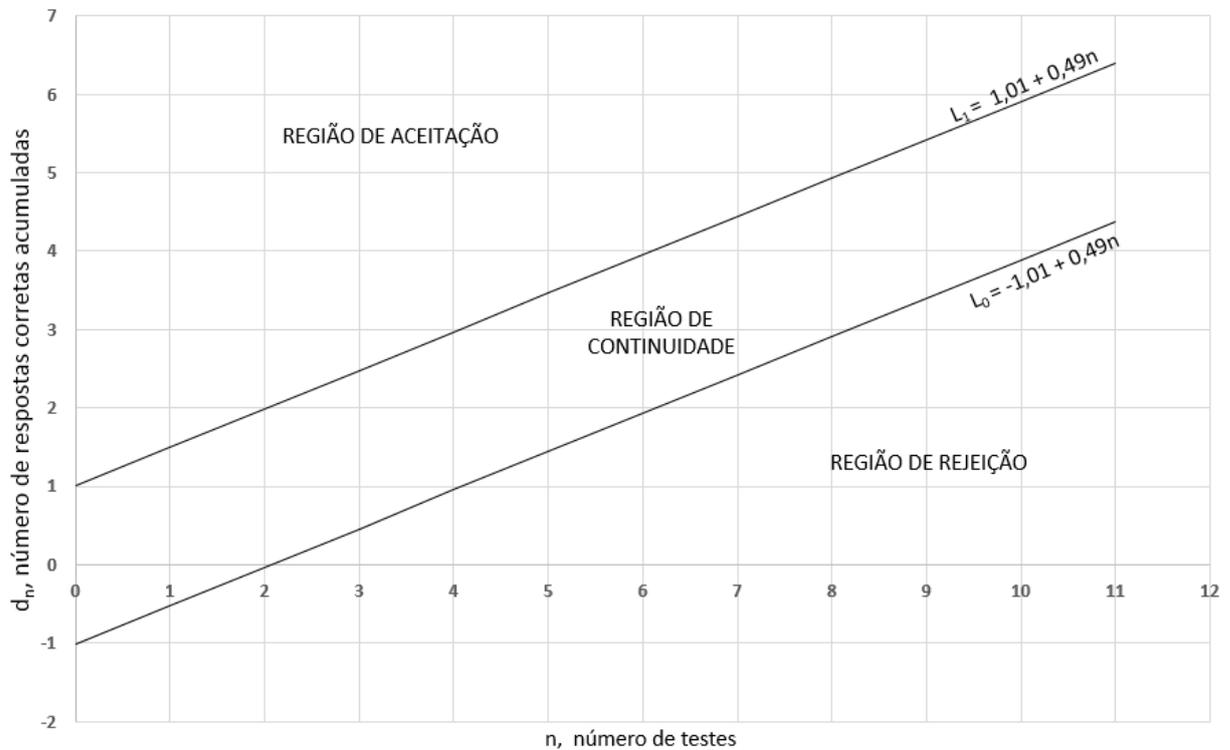
d = número acumulado de respostas corretas

Simplificando, ao substituir esses parâmetros nas equações acima, encontrou-se as equações 3 e 4:

$$\text{Equação 3. } L_0 = - 1,01 + 0,49n$$

$$\text{Equação 4. } L_1 = 1,01 + 0,49n$$

Figura 11 – Gráfico construído para a seleção dos avaliadores por Análise Sequencial de Wald.



Fonte: autoria própria.

A ficha utilizada para os testes triangulares aplicados na Análise Sequencial de Wald pode ser visualizada na Figura 12.

Figura 12 – Modelo de ficha para teste triangular de aroma de lúpulo.

Nome: _____	Data: _____
Teste Triangular	
<p>Você está recebendo um grupo de três amostras onde <u>existem duas amostras iguais e uma diferente</u>. Anote os números na mesma sequência em que recebeu as amostras. Experimente cuidadosamente cada amostra, da esquerda para a direita e sem voltar na amostra anterior. <u>Circule o número da amostra diferente.</u></p>	
<p>_____ _____ _____</p>	

Fonte: autoria própria.

Os critérios de seleção pela ANOVA de fator duplo sem repetição a 5% de significância foram $p\text{-valor}_{\text{repetição}} \geq 0,05$ e $p\text{-valor}_{\text{discriminação}} \leq 0,50$ para 70% dos descritores (DAMÁSIO; COSTELL, 1991; DUTCOSKY, 2013; STONE et al., 1974). Para avaliar a concordância, verificou-se a média de cada julgador em relação à média da turma por meio de gráficos de tendência (DUTCOSKY, 2013). Foram também

calculados os coeficientes de correlação entre a média de cada avaliador com a do painel sensorial e os coeficientes de correlação entre as médias dos avaliadores (KAMIMURA, 2011; BEHRENS & SILVA, 2000).

3.2.6. AVALIAÇÃO FINAL DO LÚPULO

A equipe treinada avaliou as quatro variedades de lúpulos nacionais e também os lúpulos comerciais das mesmas quatro variedades. Usou-se uma sessão para cada variedade de lúpulo. O líder do painel preparou as amostras deixando os cones de lúpulo à temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). As taças foram tampadas com papel alumínio e destampadas pelo avaliador no momento da análise, para que os voláteis fossem acumulados no interior das taças facilitando a percepção do aroma. A equipe avaliou as amostras conforme a terminologia descritiva desenvolvida e registrou, nas escalas avaliativas não estruturadas de 9 cm, a intensidade dos aromas. Para uma mesma variedade de lúpulo, as amostras nacionais e comerciais foram apresentadas em blocos completos balanceados, codificadas com números aleatórios de três dígitos. Todas as análises foram realizadas em quadruplicata.

3.2.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Utilizou-se o programa Statistica®10 para as análises de ANOVA de dois fatores, coeficientes de correlação entre as médias e teste de média de Tukey para avaliar semelhanças e diferenças entre as amostras. Também foram gerados os gráficos radar pelo EXCEL®2013 para ilustrar a comparação do perfil de aroma entre os lúpulos nacionais e importados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RECRUTAMENTO

Ao todo, 48 pessoas demonstraram interesse em participar da pesquisa e preencheram a ficha de recrutamento (Apêndice 01). Destes, foram recrutados com base nas informações sobre tabagismo, saúde e disponibilidade de tempo, 29 candidatos: 14 estudantes de graduação, 13 de pós-graduação, 1 ex-aluno e 1 funcionário. A faixa etária dos recrutados foi de 19 a 40 anos, sendo 9 mulheres e 20 homens.

4.2. PRÉ-SELEÇÃO DOS AVALIADORES

Os candidatos recrutados foram orientados sobre as técnicas de aspiração e realizaram, em triplicata, os testes de reconhecimento de aromas e de memória olfativa. As referências foram servidas em taças tulipas cobertas com papel alumínio e codificadas com números aleatórios de três dígitos (Figura 13) para que os avaliadores não tivessem os julgamentos influenciados pelo conteúdo das taças.

Figura 13 – Fotografia da apresentação das referências na etapa de pre-seleção dos avaliadores.



Fonte: autoria própria.

Esse método foi desenvolvido por Noble et al. (1987) na Universidade da Califórnia em Davis (Análise Descritiva de UC-Davis), para elaboração de uma roda de aromas para vinhos. Tal metodologia também foi utilizada com sucesso por Behrens & Silva (2000) para pré-selecionar candidatos que traçaram o perfil sensorial de vinhos brancos brasileiros. Para isso, na presente pesquisa, apresentou-se aos provadores, aromas comumente encontrados em lúpulos segundo a literatura, com a finalidade de estimular a criação de um vocabulário base de avaliação e também para dar experiência aos provadores com os métodos da análise sensorial de aroma. As referências dos testes foram preparadas conforme indicado na Tabela 4.

Tabela 4 – Descrição do preparo das referências dos testes da pré-seleção.

DESCRITOR	PREPARO DA REFERÊNCIA
Amadeirado	Infusão com 80 mL de água fervente e lascas de cedro Arana
Caramelo	Cobertura de sorvete sabor caramelo (Selecta®)
Chá	Infusão com 40 mL de 3 saquinhos de chá preto (Matte Leão®)
Cítrico	Suco de limão Taiti com pedaços da casca
Condimentos	Aproximadamente 3 g de pimenta do reino em pó (Kitano®) Aproximadamente 3 g de orégano seco (Kitano®) Aproximadamente 3 g de alecrim seco (Kitano®) Aproximadamente 3 g de manjerição fresco e picado Aproximadamente 3 g de salsinha fresca e picada
Floral	3 gotas de aromatizante de ambiente de lavanda (Coala®) diluído em 500 mL de água
Frutas tropicais	Aproximadamente 10 g de manga Tommy em cubos 50 g de polpa de maracujá descongelada (Taeq®)
Frutas verdes	Aproximadamente 10 g de cubos de maçã verde com casca
Frutas vermelhas	50 g de polpa de morango descongelada (Taeq®)
Mentol	2 balas Halls sabor menta dissolvidos em 40 mL de água fervente
Oxidado	Aproximadamente 5 g de queijo gorgonzola (Tirolez®) em cubos
Sulfuroso	Infusão de 5 g de repolho verde com 40 mL de água fervente Aproximadamente 1,5 g de cebola branca crua cortada em cubos
Terroso	Aproximadamente 5 g de tabaco seco
Verde	Aproximadamente 5 g de grama recém-cortada

Fonte: autoria própria.

Esta etapa foi extremamente importante para a pré-seleção e treinamento dos candidatos, pois nesta etapa eles aprenderam a reconhecer alguns aromas comumente encontrados em lúpulo, aprenderam e treinaram a verbalização das percepções olfativas e ainda desenvolveram a memória sensorial para referências que, em alguns casos, eram desconhecidas para alguns. Tal fato foi evidenciado pelo aumento da porcentagem de acertos ao longo da triplicata dos experimentos como pode ser visualizado na Tabela 5. Alguns candidatos não acompanharam a evolução da turma e os que ficaram com menos de 60% de aproveitamento em ambas as habilidades (verbalização e memória) não foram selecionados para as etapas seguintes.

Tabela 5 – Evolução da turma de provadores nas habilidades de reconhecimento e memória olfativa.

TESTE	ACERTOS		
	DIA 1	DIA 2	DIA 3
RECONHECIMENTO DE AROMAS	58,79%	75,00%	85,91%
MEMÓRIA OLFATIVA	67,93%	84,58%	89,55%

Fonte: autoria própria.

Observou-se que o grupo de provadores, de modo geral, desde o início apresentou maior facilidade em correlacionar os aromas com palavras pré-determinadas. Ao final desta etapa foram selecionados 21 avaliadores.

4.3. LEVANTAMENTO DOS DESCRITORES

Com a finalidade de realizar o levantamento dos descritores de aroma para os lúpulos nacionais, amostras dos lúpulos Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau produzidos no Brasil foram codificados e apresentados aos pares para os provadores (Figura 14) em cabines individuais como pode ser visualizado na Figura 15. Nessa sessão, após listarem os descritores de aroma das amostras, os membros do painel interagiram entre si, com a moderação do líder, discutindo as características de aroma percebidas e os termos descritores de modo a elaborar a lista consensual de aromas. Os 13 descritores mais pontuados e comuns a todos os lúpulos foram escolhidos para o desenvolvimento das referências e para o treinamento do painel sensorial com as escalas avaliativas.

Figura 14 – Fotografia da apresentação de um par de amostras de lúpulos nacionais durante a etapa de levantamento dos descritores de aroma.



Fonte: autoria própria.

Figura 15 – Fotografia das cabines individuais para avaliação do aroma dos lúpulos nacionais.



Fonte: autoria própria.

4.4. PREPARAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS REFERÊNCIAS

As referências adotadas variaram entre naturais e padrões autênticos próprios para análises sensoriais (quando disponíveis). Algumas referências foram primeiramente diluídas em álcool de cereais e depois em água destilada (DUTCOSKY, 2013) conforme apresentado na Tabela 5. As referências foram apresentadas em taças cobertas com papel alumínio para que a aparência da referência não interferisse no julgamento do provador (Figura 14). Durante esta sessão, a equipe sensorial fez sugestões sobre as referências propostas até que fosse obtido, de forma consensual, o conjunto de referências que representasse os atributos levantados na etapa anterior. A lista final com as definições, referências dos descritores e concentrações das âncoras forte e fraco, pode ser visualizada na Tabela 6.

Figura 14 – Apresentação das referências para avaliação do painel.



Fonte: autoria própria.

Tabela 5 – Terminologia descritiva, definição, descritor secundário e composição das referências.

DESCRITOR	DEFINIÇÃO	DESCRITOR SECUNDÁRIO	COMPOSIÇÃO DA REFERÊNCIA
AMADEIRADO	Aroma que pode lembrar madeira, móveis ou cômodos de madeira. Pode ser associado com resinas, mofo ou algo empoeirado. Também pode conter notas doces ou refrescantes.	Cedro	Infusão (chá) em água de lascas de cedro arana.
		Pinho	<u>Padrão de α-terpinoleno</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 8% em água.
		Madeira	<u>Padrão de α-ionona</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 10% em água.
CÍTRICO	Aroma frutado e com frescor. Remete às cascas de citros como laranja, limão, toranja, tangerina e mexerica.	Laranja, Limão	<u>Padrão de limoneno</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 10% em água.
ESPECIARIAS	Aroma que lembra temperos e ervas. É uma categoria complexa que pode remeter a notas pungentes, adocicadas, verdes, florais e amadeiradas.	Cardamomo	Sementes de cardamomo moídas grosseiramente.
FLORAL	É reconhecido por ser um aroma levemente adocicado e sem frescor. Lembrara pétalas de rosas, jasmim e violeta (combinação muito utilizada na perfumaria).	Lavanda	<u>Padrão de linalol</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 10% em água.
		Rosa, Gerânio	<u>Padrão de geraniol</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 4% em água.
MENTOL	Aroma que remete a frescor e que o produto irá provocar sensação de refrescância como um creme dental, bala Halls ou descongestionante nasal.	Menta	<u>Padrão de (-)-carvona</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 8% em água.
FRUTADO	Aroma frutado, leve e sem o frescor característico dos citros. Remete às frutas de aromas doces como frutas amarelas (pêssego e manga), frutas vermelhas (framboesa, morango e amora) e frutas tropicais (banana, melão e abacaxi).	Frutas Amarelas: Pêssego, Manga	<u>Padrão de γ-decalactona</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 8% em água.
		Frutas Vermelhas: morango, framboesa,	<u>Padrão de β-ionona</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 4% em água.
		Maçã	Maçã verde cortada em cubos.
HERBÁCEO / VEGETATIVO	Aroma característico de tecidos vegetais (folhas) sejam eles secos ou frescos (verde).	Verde / Gramíneo	<u>Padrão de cis-3-hexen-1-ol</u> : 15 μ L do composto puro em algodão.
SULFUROSO	Aroma repulsivo que muitas vezes é a repolho, brócolis ou ovo cozido.	Sulfuroso	Repolho verde cozido.
OXIDADO / RANCIDEZ	Resumidamente, esse aroma acontece devido à degradação dos lipídeos: presente em alimentos ricos em gordura e que já estão velhos ou rançosos. Lembra alimentos fritos em óleo velho (batata, pastel de feira), ou manteiga velha.	Sebo	<u>Padrão de ácido octanóico</u> : solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 8% em água.
		Queijo	Queijo gorgonzola.
PICANTE	Aroma que provoca certa irritação nas vias respiratórias como uma leve coceira próximo da garganta ou sensação de queimação nas narinas. Típico de pimentas.	Pimenta	Pimenta-do-reino recém-moída.
			Pimenta vermelha recém-picada.
OUTROS	Chá preto. Caramelo: remete a algo doce e levemente amargo ao mesmo tempo. Pode ser relacionado com calda de pudim (açúcar queimado) ou balas Butter Toffes. Tabaco: aroma de folhas secas levemente adocicadas.	CHÁ	Infusão de 3 saquinhos de chá preto.
		CARAMELO	Cobertura para sorvetes sabor caramelo
		TABACO	Tabaco seco.

Fonte: autoria própria. Todos os padrões autênticos foram adquiridos da Sigma-Aldrich e apresentavam grau de pureza superior a 95%.

Tabela 6 – Descritores, definição do atributo, descritor secundário e referências para o aroma de lúpulo definidas consensualmente pela equipe sensorial.

Terminologia Descritiva do Aroma para Lúpulos Nacionais

DESCRITOR	DEFINIÇÃO	Descritor secundário	ÂNCORAS
AMADEIRADO	Aroma que pode lembrar o ambiente de uma madeireira, móveis ou cômodos de madeira. Pode ser associado com resinas, mofo ou algo empoeirado. Também pode apresentar notas doces ou refrescantes.	Cedro	Forte: infusão em água de lascas de cedro arana. Nenhum: água deionizada.
		Pinho	Forte: algodão embebido com 500µL de solução 24,8mg/mL em álcool de cereais + 1mL de água destilada. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
CÍTRICO	Aroma frutado e fresco de citros. Remete às cascas de citros como laranja, limão, toranja, tangerina e mexericá.	Laranja, Limão	Forte: algodão embebido com 1mL de solução de limoneno 15,4mg/mL em álcool de cereais + 1mL de água destilada Nenhum: algodão embebido com água destilada.
ESPECIARIAS / HERBAL	Aroma que lembra temperos e ervas. É uma categoria complexa que pode remeter a notas pungentes, adocicadas, verdes, florais e amadeiradas.	Tomilho, alecrim e manjericão desidratados	Forte: mistura de tomilho, alecrim e manjericão desidratados. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
FLORAL	É reconhecido por ser um aroma levemente adocicado e sem frescor. Lembrará pétalas de rosas, jasmim e violetas (combinação muito utilizada na perfumaria).	Lavanda	Forte: algodão embebido com solução de linalol 1mg/L em álcool de cereais diluído a 4% em água. Fraco: algodão embebido com solução de linalol 1mg/L em álcool de cereais diluído a 12% em água.
		Rosa, Gerânio	Forte: algodão embebido com solução de geraniol 1mg/L em álcool de cereais diluído a 4% em água destilada. Fraco: algodão embebido com solução de geraniol 1mg/L em álcool de cereais diluído a 12% em água.
MENTOL	Aroma que remete a frescor, sensação de refrescância como de creme dental, bala Halls ou descongestionante nasal.	Menta	Forte: algodão embebido com solução de mentol 1mg/L em álcool de cereais diluído a 8% em água. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
FRUTADO	Aroma frutado, leve e sem o frescor característico dos citros. Remete às frutas de aromas doces como as amarelas (pêssego e manga), as vermelhas (framboesa, morango, amora) e as tropicais (banana, melão e abacaxi).	Frutas Amarelas: Pêssego, Manga	Forte: algodão embebido com solução de γ -decalactona 1mg/L em álcool de cereais e diluído a 4% em água destilada. Fraco: algodão embebido com solução de γ -decalactona 1mg/L em álcool de cereais e diluído a 10% em água destilada.
		Frutas Vermelhas: morango, framboesa,	Forte: algodão embebido com 1mL de solução de β -ionona 31,1mg/mL em álcool de cereais + 1mL de água destilada. Fraco: algodão embebido com solução de β -ionona 1mg/L em álcool de cereais e diluído a 4% em água destilada.
		Maçã	Forte: maçã verde com casca, cortada em cubos. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
		Maracujá	Forte: algodão embebido com 2mL de solução 40µL/mL de aroma artificial de maracujá em água destilada. Fraco: algodão embebido com 2mL de solução 10µL/mL de aroma artificial de maracujá em água destilada.

Continuação da Tabela 6

VERDE	Aroma característico de tecidos vegetais (verde folhosos) sejam eles secos ou frescos.	Verde / Gramíneo	Forte: algodão embebido com 1mL de solução de cis-3-hexen-1-ol 17,2mg/mL em álcool de cereais. Fraco: algodão embebido com solução 1mg/L em álcool de cereais diluída a 2% em água destilada.
SULFUROSO	Aroma repulsivo que muitas vezes é associado a repolho, brócolis ou ovo cozido.	Sulfuroso	Forte: infusão de 5g repolho verde picado. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
OXIDADO / RANCIDEZ	Resumidamente, esse aroma acontece devido à degradação dos lipídeos: presente em alimentos ricos em gordura e que já estão velhos ou rançosos. Lembra alimentos fritos em óleo velho (batata, pastel de feira), ou manteiga velha.	Sebo	Forte: algodão embebido com 1mL de solução de ácido octanóico 18,3mg/mL em álcool de cereais + 1mL água destilada. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
		Queijo	Forte: queijo gorgonzola (Tirolez®) cortado e cubos. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
PICANTE	Aroma que provoca certa irritação nas vias respiratórias como uma leve coceira próximo da garganta ou sensação de queimação nas narinas. Típico de pimentas.	Pimenta Vermelha seca (malagueta)	Forte: pimenta vermelha seca triturada. Nenhum: algodão embebido com água destilada.
OUTROS	Chá preto. Caramelo: remete a algo doce e levemente amargo ao mesmo tempo. Pode ser relacionado a calda de pudim (açúcar queimado) ou balas Butter Toffes. Tabaco: aroma de folhas secas levemente adocicado.	Chá	Forte: infusão de 4 saquinhos de chá preto em 40mL de água de + erva do chá servida em taça Nenhum: algodão embebido com água destilada
		Caramelo	Forte: cobertura de sorvete sabor caramelo (Selecta®) servido em taça. Nenhum: algodão embebido com água destilada
		Tabaco	Forte: 3g de tabaco seco. Nenhum: algodão embebido com água destilada.

Fonte: autoria própria.

4.5. TREINAMENTO DOS PROVADORES COM ESCALAS AVALIATIVAS

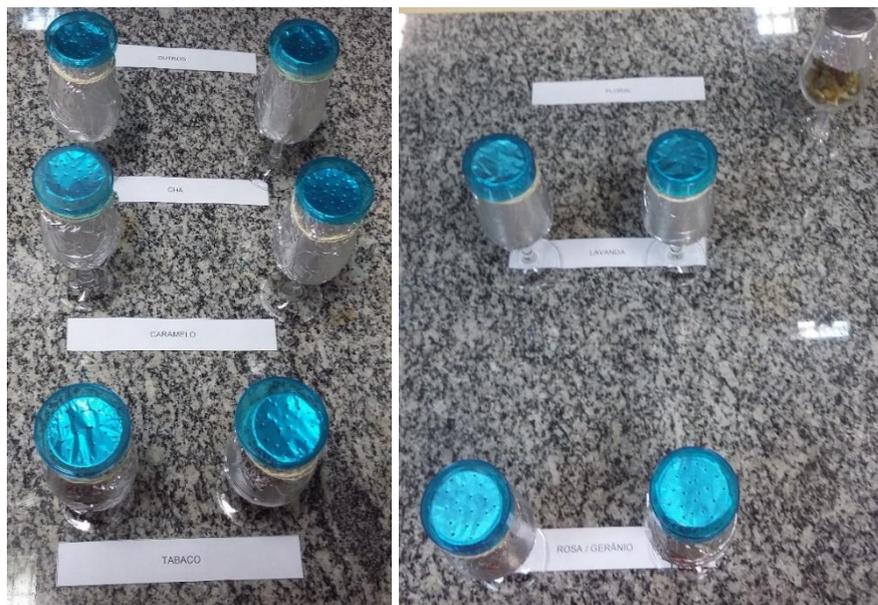
Para o treinamento com escalas, foram preparadas as âncoras forte e fraco de cada referência listada na Tabela 6. O extremo forte das escalas foi ajustado em diversas sessões nas quais os provadores experimentaram as amostras indicando se a concentração apresentada era ou não representativa do aroma forte existente no lúpulo. Nas figuras 15 e 16 podem ser visualizadas fotos das amostras apresentadas aos provadores na etapa de treinamento com escalas não estruturadas de 9 cm.

Figura 15 – Organização das referências durante o treinamento com escalas.



Fonte: autoria própria.

Figura 16 – Exemplo de apresentação das âncoras para as categorias “outros” (esquerda) e “floral” (direita).



Fonte: autoria própria.

Os avaliadores provaram as referências em triplicata tendo sempre em mãos amostras de lúpulo Hallertau nacional como referência. Essa variedade foi escolhida por ter sido a amostra que os provadores levantaram o maior número de descritores. Em outras seis sessões, dispendo da ficha apresentada na Figura 17, o painel avaliou três variedades de lúpulos importados (Citra, Chinook e Hallertau) com as finalidades de:

- capacitar o painel para avaliar as amostras sem um contato prévio com as referências, estimulando a memória olfativa para os descritores de aroma;
- checar se o treinamento com as referências e as escalas foi efetivo;
- coletar dados para selecionar membros da equipe sensorial final por ANOVA.

Para auxiliar na seleção dos avaliadores, nessas sessões também foram aplicados testes triangulares para a realização da Análise Sequencial de Wald.

Figura 17 – Ficha disponibilizada para o treinamento com escalas avaliativas e para o julgamento final dos lúpulos.

Nome: _____ Data: __/__/__

Escalas Avaliativas não Estruturadas

Por favor, prove com muita atenção a amostra de lúpulo fornecida e avalie a intensidade do descritor de aroma marcando uma nova âncora na escala de 9cm. Repita esse procedimento para cada descritor de aroma.

AMADEIRADO	fraco	-----	forte
CÍTRICO	fraco	-----	forte
ESPECIARIAS/ HERBAL	fraco	-----	forte
FLORAL	fraco	-----	forte
MENTOL	fraco	-----	forte
FRUTADO	fraco	-----	forte
VERDE	fraco	-----	forte
SULFUROSO	fraco	-----	forte
OXIDADO/RANCIDEZ	fraco	-----	forte
PICANTE	fraco	-----	forte
CHÁ	fraco	-----	forte
CARAMELO	fraco	-----	forte
TABACO	fraco	-----	forte

Fonte: autoria própria.

4.6. SELEÇÃO DA EQUIPE FINAL

A Análise Sequencial de Wald foi utilizada para avaliar a capacidade discriminatória dos julgadores. As análises sequenciais são empregadas quando se quer, por exemplo, ter uma resposta de aceitação vs. rejeição de um candidato com o menor número de testes de diferença possível. Antes de iniciar a análise deve-se fixar os parâmetros α e β , o que torna o teste prático e eficiente pois considera-se que as respostas das primeiras avaliações são suficientes para tomar uma decisão e, portanto, qualquer teste adicional não será necessário.

O teste de diferença aplicado foi o teste triangular que utilizou lúpulo Chinook comercial e padrões de aroma de maracujá e de verde (amostras A e B, respectivamente). As amostras foram distribuídas aos avaliadores em todas as combinações de tratamentos possíveis (AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB) para minimizar a variação estatística proveniente da influência que as ordens das apresentações podem gerar sobre o avaliador (DUTCOSKY, 2013).

- Tratamento A: adição de aroma fraco de maracujá, composto por 2mL de aroma artificial de maracujá em 50mL de água. Essa solução foi borrifada no lúpulo Chinook antes de colocá-lo nas taças.
- Tratamento B: adição de aroma fraco de verde, composto por 1mL de cis-3-Hexen-1-ol dissolvido em 50mL de água. Essa solução foi borrifada no lúpulo Chinook antes de colocá-lo nas taças.

Os parâmetros α e β foram fixados em 0,20 conforme Behrens & Silva (2000). Por efeito do teste de diferença aplicada ter sido um teste triangular de escolha forçada, existe uma probabilidade de 1/3 de o avaliador acertar ao acaso. Por esse motivo que p_0 foi fixado em 0,33, pois esse parâmetro representa a máxima habilidade inaceitável (probabilidade de 1/3 de acerto ao acaso). Já p_1 é o mínimo de habilidade aceitável, isto é, a probabilidade do avaliador acertar qual amostra é diferente para um certo valor de p_d . Esse parâmetro p_d é denominado proporção máxima de discriminação permitida e concede ao teste a proporção máxima aceita para a não percepção de uma diferença existente (MEILGARD; CIVILLE; CARR, 2007; DUTCOSKY,

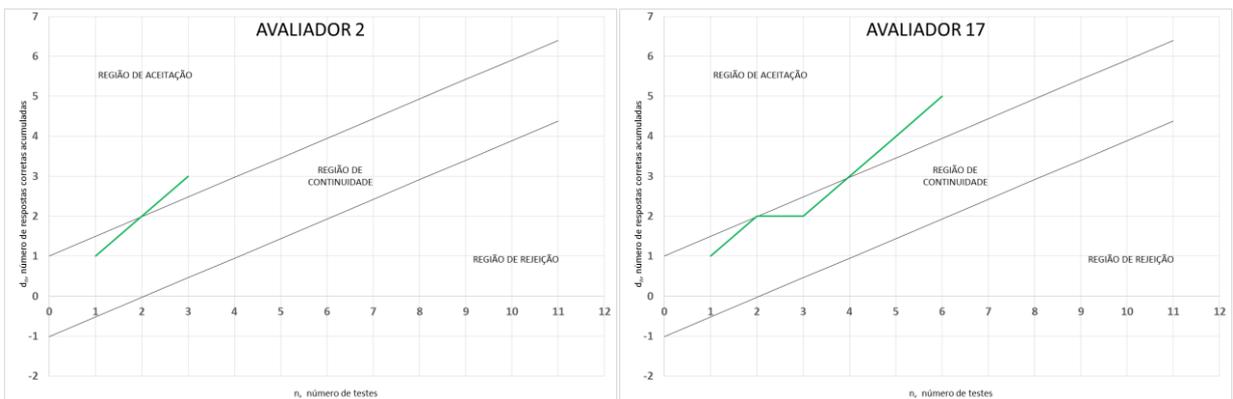
2013). Tendo sido fixado $p_d=0,50$ pelo analista sensorial, garante-se que não mais do que 50% dos avaliadores deixarão de detectar uma diferença existente. Uma vez fixado $p_d=0,50$ e com a Equação 5 (DUTCOSKY, 2013), pôde-se obter que $p_1=0,66$.

$$\text{Equação 5. } \rho_1 = p_d + \left(\frac{1-p_d}{3} \right)$$

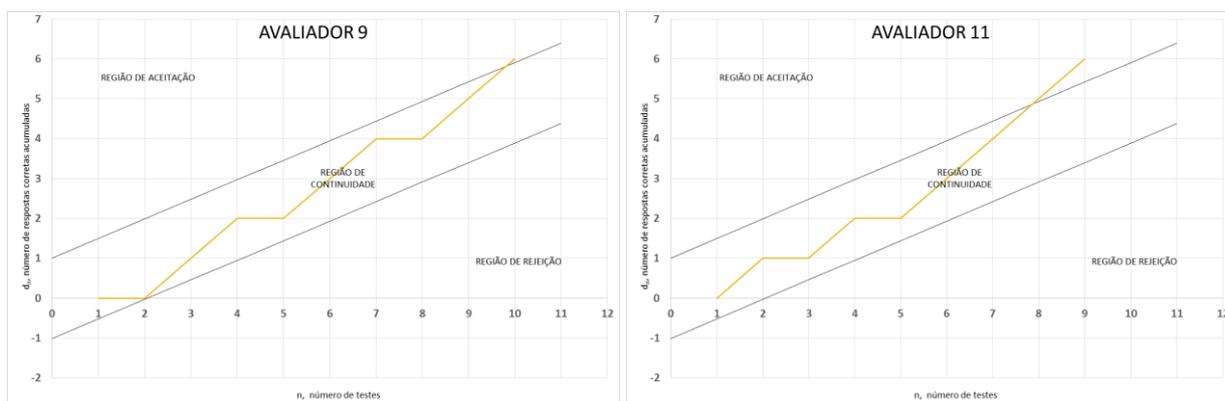
Os testes triangulares foram aplicados até que o avaliador conseguisse sair da região de continuidade tocando ou atravessando as linhas da região de aceitação. Alguns avaliadores precisaram de poucas sessões de treinamento com as referências para serem considerados aceitos no painel sensorial final como pode ser observado para os avaliadores 2 e 17 na Figura 18a. Enquanto que outros avaliadores necessitaram de diversas sessões de treinamento com as referências para conseguirem migrar da região de continuidade para a de aprovação como pode ser observado para os provadores 9 e 11 na Figura 18b. Os avaliadores 12 e 21 representados pela Figura 18c, demonstraram capacidade discriminatória insuficiente mesmo após cinco sessões, sendo por isso removidos do painel sensorial final.

Figura 18 – Exemplos de avaliadores aprovados e reprovados pela Análise Sequencial de Wald.

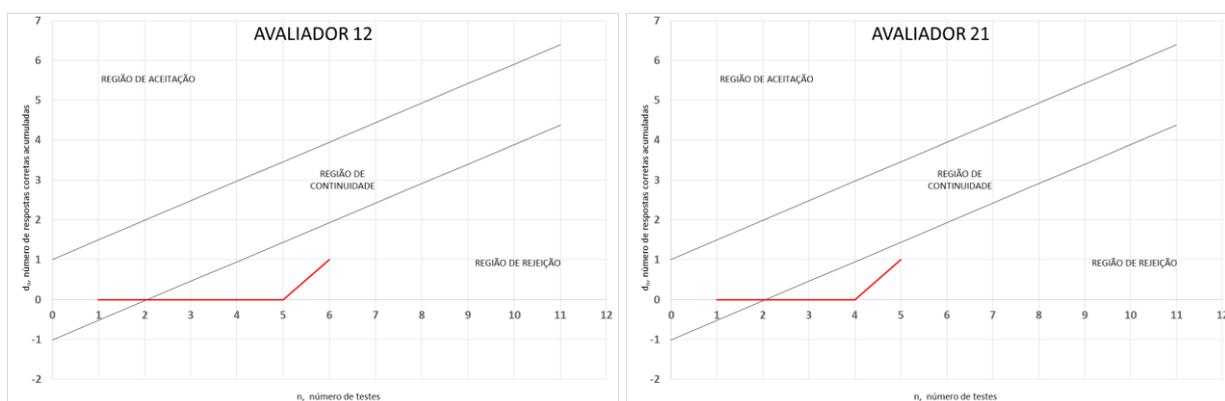
a)



b)



c)



Fonte: autoria própria.

Outro critério considerado para a seleção da equipe final foi a concordância entre os julgadores. Inicialmente, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) de fator duplo com repetição a 5% de significância ($\alpha=0,05$) para cada descritor avaliado pelo painel durante o treinamento com as escalas avaliativas. Num primeiro momento, a ANOVA foi aplicada para que se considerassem os efeitos dos avaliadores e das amostras assim como os efeitos de interação entre eles, isto é, a variação proveniente da interação amostra vs. avaliador que possibilita verificar se existe consenso entre os provadores (DUTCOSKY, 2013). Para a ANOVA, utilizaram-se os dados referentes às triplicatas dos lúpulos comerciais de três variedades distintas: Hallertau, Citra e Challenger.

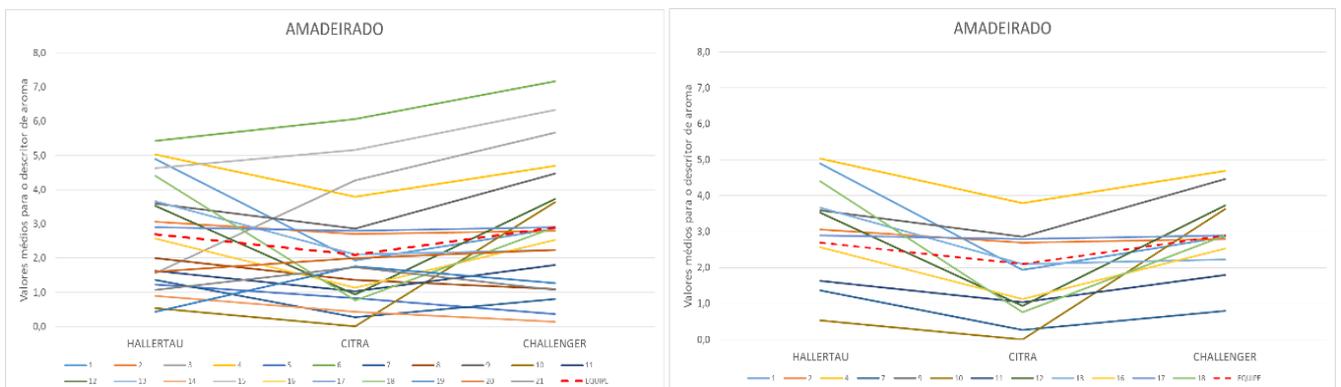
Conforme recomenda Dutcosky (2013), deve-se avaliar os valores de $p_{\text{interação}}$ em cada ANOVA gerada para que se possa averiguar a força da interação entre

avaliadores e amostras. Como escolheu-se $\alpha=0,05$, ao se calcular a ANOVA, existem duas possibilidades para a interpretação do p-valor:

- $p > 0,05$: significa que não houve a interação e pode-se continuar a análise dos resultados.
- $p < 0,05$: a interação foi significativa indicando que houve problemas com os avaliadores ou que não há consenso na equipe.

Apenas os atributos “mentol” e “caramelo” apresentaram $p_{\text{interação}} > 0,05$, o que significa que não existe falta de consenso entre os provadores na avaliação da intensidade destes atributos. Porém, para os demais descritores de aroma, ANOVA revelou $p_{\text{interação}} < 0,05$, ou seja, havia falta de consenso entre os provadores na avaliação da intensidade destes atributos. Portanto, foram construídos gráficos de tendência como o apresentado na Figura 19. Estes gráficos expõem com maior facilidade de visualização os avaliadores não consensuais com a equipe para cada atributo e facilitam a tomada de decisão do analista sensorial na escolha dos avaliadores que irão continuar na equipe (DUTCOSKY, 2013). Com base nestes gráficos foram eliminados os dados provadores não consensuais e repetiu-se ANOVA para verificar se ainda persistia falta de consenso entre os provadores. Os resultados dos dois testes de ANOVA podem ser visualizados na Tabela 6.

Figura 19 – Exemplo de gráfico de tendência em relação à intensidade do atributo amadeirado com: 21 provadores (esquerda) e removendo os provadores com respostas não consensuais (direita).



Fonte: autoria própria.

Tabela 6 – Resultados de ANOVA em termos de p-valor e interação antes e depois de identificar os avaliadores com respostas não consensuais.

Descritor	ANOVA 1		ANOVA 2	
	p-valor	Interação	p-valor	Interação
AMADEIRADO	2,06E-04	positiva	0,08	negativa
CÍTRICO	1,13E-10	positiva	0,28	negativa
ESPECIARIAS	1,45E-02	positiva	0,27	negativa
FLORAL	4,98E-04	positiva	0,08	negativa
MENTOL	7,52E-02	negativa	0,94	negativa
FRUTADO	7,03E-08	positiva	0,07	negativa
VERDE	1,63E-04	positiva	0,09	negativa
SULFUROSO	4,33E-13	positiva	0,31	negativa
OXIDADO	1,20E-05	positiva	1,01E-08	positiva
PICANTE	1,51E-03	positiva	0,07	negativa
CHÁ	3,69E-02	positiva	0,86	negativa
CARAMELO	6,24E-02	negativa	0,22	negativa
TABACO	2,59E-07	positiva	1,54E-03	positiva

ANOVA 1= com 21 provadores; ANOVA 2= eliminando os provadores com respostas não consensuais.

Como é possível verificar, a eliminação dos provadores não consensuais com a equipe revelou $p_{\text{interação}} > 0,05$ para a maioria dos atributos, com exceção dos atributos tabaco e oxidado. Em função disso, decidiu-se avaliar os 21 provadores quanto às suas habilidades de repetição das respostas e discriminação das amostras. Para isso, para cada avaliador e descritor, aplicou-se uma ANOVA de fator duplo sem repetição conforme recomenda Dutcosky (2013). Na Tabela 7 encontram-se os valores do nível descritivo (p-valor obtido por ANOVA) dos descritores para cada avaliador em função da discriminação das amostras e repetibilidade dos resultados. Os critérios de seleção estabelecidos foram: $p\text{-valor}_{\text{repetição}} > 0,05$ (p-valor de linhas) e $p\text{-valor}_{\text{discriminação}} \leq 0,50$ (p-valor de colunas) para 70% dos descritores julgados pelo avaliador (DAMÁSIO & COSTELL, 1991). Este novo teste revelou que os avaliadores 1, 2, 13 e 15 apresentaram baixo poder de discriminação das amostras e repetibilidade das respostas. Em função disso, foram realizadas análises de correlação de Pearson com os mesmos dados utilizados para ANOVA, isto é, as respostas dos 21 provadores. Esse método fornece valores dos coeficientes de correlação para cada variável (avaliador) nos diferentes assuntos (descritores), portanto, são comparados cada par de avaliadores entre si e cada avaliador com a equipe, fornecendo informações sobre as variações das

respostas dos provadores em cada descritor. Quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente de correlação do avaliador com a equipe, mais significativa é a concordância desse avaliador com a equipe. Os resultados da correlação de Person podem ser visualizados na Tabela 8.

Tabela 7 – Valores do nível descritivo (p-valor obtido por ANOVA) dos descritores para cada avaliador em função da discriminação das amostras e repetibilidade dos resultados durante a seleção final do painel sensorial.

	Descritor	Fonte de Variação	Avaliador																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	AMADEIRADO	repetição (p>0,05)	0,403	0,202	0,922	0,011	0,506	0,295	0,394	0,021	0,319	0,215	0,694	0,078	0,611	0,129	0,319	0,660	0,621	0,398	0,215	0,827	0,165
		discriminação (p≤0,50)	0,064	0,945	0,035	0,038	0,335	0,484	0,063	0,038	0,322	0,000	0,138	0,014	0,608	0,401	0,180	0,699	0,968	0,002	0,018	0,766	0,609
2	CÍTRICO	repetição (p>0,05)	0,949	0,591	0,170	–	0,295	0,246	0,215	0,489	0,888	0,218	0,328	0,304	0,057	0,294	0,749	0,931	0,501	0,943	0,393	0,951	0,401
		discriminação (p≤0,50)	0,610	0,865	0,012	–	0,000	0,034	0,015	0,094	0,734	0,000	0,000	0,006	0,232	0,225	0,246	0,386	0,247	0,775	0,098	0,045	0,016
3	ESPEC./HERBAL	repetição (p>0,05)	0,691	0,690	0,925	0,177	0,204	0,559	0,355	0,643	0,519	0,304	0,637	0,186	0,996	0,673	0,755	0,616	0,733	0,276	0,743	0,225	0,130
		discriminação (p≤0,50)	0,547	0,122	0,335	0,776	0,159	0,266	0,498	0,175	0,007	0,014	0,648	0,016	0,943	0,777	0,825	0,411	0,683	0,027	0,107	0,475	0,135
4	FLORAL	repetição (p>0,05)	0,946	0,475	0,018	0,527	0,779	0,088	0,149	0,789	0,495	0,328	0,206	0,289	0,860	0,466	0,968	0,428	0,697	0,834	0,384	0,305	0,871
		discriminação (p≤0,50)	0,018	0,776	0,053	0,081	0,329	0,079	0,780	0,566	0,504	0,009	0,187	0,003	0,305	0,524	0,769	0,204	0,236	0,043	0,094	0,170	0,080
5	MENTOL	repetição (p>0,05)	0,580	0,793	–	0,923	0,193	0,231	0,256	0,653	0,558	0,444	0,182	0,655	0,318	0,871	0,219	0,335	0,680	0,444	0,767	0,406	0,483
		discriminação (p≤0,50)	0,749	0,268	–	0,307	0,082	0,184	0,298	0,314	0,461	0,444	0,280	0,109	0,740	0,033	0,252	0,249	0,728	0,025	0,500	0,106	0,283
6	FRUTADO	repetição (p>0,05)	0,022	0,063	0,183	0,124	0,444	0,163	0,931	0,562	0,789	0,071	0,607	0,200	0,269	0,710	0,301	0,022	0,955	0,940	0,934	0,070	0,204
		discriminação (p≤0,50)	0,175	0,001	0,014	0,024	0,032	0,014	0,703	0,495	0,006	0,002	0,185	0,016	0,171	0,933	0,576	0,000	0,245	0,000	0,237	0,437	0,348
7	VERDE	repetição (p>0,05)	0,523	0,766	0,559	0,326	0,932	0,196	0,140	0,701	0,066	0,923	0,479	0,649	0,040	0,470	0,013	0,053	0,130	0,874	0,510	0,604	0,840
		discriminação (p≤0,50)	0,441	0,885	0,023	0,162	0,223	0,213	0,062	0,362	0,045	0,553	0,147	0,166	0,470	0,266	0,260	0,083	0,017	0,937	0,737	0,289	0,840
8	SULFUROSO	repetição (p>0,05)	0,852	0,239	–	0,367	0,444	0,526	0,699	0,444	0,465	–	0,280	0,373	0,730	0,456	0,688	0,250	0,223	0,444	0,790	0,321	0,135
		discriminação (p≤0,50)	0,083	0,034	–	0,352	0,145	0,526	0,666	0,284	0,351	–	0,137	0,617	0,226	0,409	0,688	0,009	0,125	0,379	0,444	0,321	0,001
9	OXIDADO	repetição (p>0,05)	0,262	0,675	0,444	0,444	0,371	–	0,447	0,534	0,410	0,485	0,534	0,451	0,128	0,450	0,444	0,381	0,451	0,444	0,060	0,559	0,121
		discriminação (p≤0,50)	0,011	0,039	0,444	0,133	0,127	–	0,205	0,534	0,026	0,031	0,161	0,145	0,795	0,450	0,444	0,102	0,554	0,014	0,110	0,263	0,507
10	PICANTE	repetição (p>0,05)	0,764	0,928	0,075	0,223	0,691	0,485	0,740	0,251	0,048	0,087	0,657	0,973	0,969	0,481	0,150	0,326	0,843	0,608	0,459	0,857	0,076
		discriminação (p≤0,50)	0,851	0,337	0,257	0,257	0,691	0,548	0,343	0,165	0,066	0,798	0,696	0,081	0,226	0,314	0,496	0,031	0,417	0,309	0,243	0,139	0,002
11	CHÁ	repetição (p>0,05)	0,644	0,920	0,438	0,110	0,740	0,821	0,447	0,791	0,456	0,444	0,119	0,139	0,933	0,444	0,520	0,490	0,593	0,633	0,304	0,792	0,480
		discriminação (p≤0,50)	0,107	0,389	0,396	0,043	0,259	0,155	0,447	0,473	0,999	0,015	0,146	0,225	0,598	0,312	0,018	0,738	0,070	0,312	0,484	0,432	0,772
12	CAMELO	repetição (p>0,05)	0,398	0,061	0,495	0,444	0,423	0,444	0,798	0,558	0,294	0,444	0,289	0,810	0,675	0,414	0,869	0,723	0,118	0,840	0,340	0,566	0,337
		discriminação (p≤0,50)	0,216	0,518	0,495	0,444	0,135	0,072	0,094	0,414	0,312	0,007	0,881	0,438	0,651	0,104	0,251	0,360	0,186	0,303	0,163	0,825	0,009
13	TABACO	repetição (p>0,05)	0,548	0,846	0,612	0,646	0,420	0,035	0,157	0,468	0,072	0,596	0,030	0,381	0,927	0,502	0,498	0,881	0,349	0,628	0,293	0,539	0,606
		discriminação (p≤0,50)	0,785	0,039	0,026	0,003	0,076	0,005	0,402	0,807	0,399	0,006	0,934	0,080	0,214	0,159	0,865	0,194	0,002	0,564	0,597	0,129	0,002
Nº erros de repetição (p>0,05)			1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
Nº erros de discriminação (p≤0,50)			5	5	0	1	1	2	3	3	2	2	4	1	6	3	5	2	4	3	2	2	4
Total			6	6	1	1	1	3	3	4	3	2	4	1	7	3	5	3	4	3	2	2	4
% de acertos			54%	54%	92%	92%	92%	77%	77%	70%	77%	85%	70%	92%	46%	77%	61%	77%	70%	77%	85%	85%	70%

Fonte: autoria própria.

Tabela 8 – Matrizes de correlação de Pearson das intensidades de atributos de aroma para os lúpulos comerciais para avaliação do consenso da equipe.

HALLERTAU																						
AVALIADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Equipe
1	1																					
2	0,313	1																				
3	0,228	0,089	1																			
4	0,212	0,596	0,034	1																		
5	0,189	0,309	0,481	0,158	1																	
6	0,505	-0,070	0,438	0,158	0,549	1																
7	0,137	0,463	0,716	0,510	0,471	0,360	1															
8	0,470	0,406	0,673	0,496	0,713	0,770	0,792	1														
9	0,413	0,652	0,337	0,623	0,591	0,441	0,760	0,807	1													
10	0,006	0,287	0,607	0,217	0,902	0,440	0,504	0,649	0,420	1												
11	0,099	0,417	0,231	0,630	0,568	0,497	0,729	0,741	0,787	0,484	1											
12	0,497	0,560	0,230	0,436	0,131	-0,062	0,519	0,366	0,581	-0,013	0,302	1										
13	0,442	0,071	0,745	-0,055	0,605	0,667	0,554	0,667	0,350	0,592	0,426	0,217	1									
14	0,003	0,777	0,038	0,636	0,406	0,113	0,650	0,510	0,789	0,350	0,775	0,401	0,097	1								
15	0,670	0,329	0,501	0,273	0,768	0,715	0,341	0,731	0,527	0,707	0,396	0,166	0,695	0,185	1							
16	0,187	0,277	0,422	0,336	0,731	0,322	0,243	0,519	0,268	0,831	0,254	0,140	0,372	0,140	0,685	1						
17	0,536	0,170	0,873	0,192	0,455	0,529	0,680	0,768	0,535	0,432	0,250	0,501	0,636	0,060	0,574	0,413	1					
18	0,576	0,279	0,496	0,375	0,135	0,610	0,561	0,628	0,450	0,185	0,469	0,329	0,691	0,281	0,500	0,091	0,524	1				
19	-0,163	0,652	0,226	0,395	0,643	0,144	0,613	0,504	0,679	0,608	0,693	0,195	0,264	0,815	0,309	0,276	0,120	0,148	1			
20	0,097	0,147	0,253	0,002	0,682	0,159	0,136	0,338	0,147	0,629	0,193	0,240	0,324	0,096	0,417	0,774	0,260	-0,189	0,163	1		
21	-0,192	0,257	-0,023	0,266	0,268	-0,116	0,145	0,050	0,273	0,383	0,287	-0,235	-0,060	0,392	0,220	0,160	-0,193	-0,068	0,394	-0,085	1	
Equipe	0,432	0,550	0,631	0,512	0,846	0,633	0,770	0,930	0,816	0,803	0,746	0,424	0,697	0,603	0,815	0,670	0,672	0,551	0,644	0,486	0,225	1

CITRA																						
AVALIADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Equipe
1	1																					
2	0,736	1																				
3	0,484	0,543	1																			
4	0,798	0,558	0,408	1																		
5	0,713	0,683	0,548	0,562	1																	
6	0,687	0,529	0,687	0,589	0,653	1																
7	0,419	0,404	0,414	0,358	0,873	0,617	1															
8	0,452	0,496	0,509	0,260	0,776	0,767	0,765	1														
9	0,728	0,799	0,725	0,474	0,714	0,577	0,425	0,578	1													
10	0,599	0,378	0,521	0,405	0,865	0,608	0,736	0,758	0,560	1												
11	0,329	0,267	0,354	0,121	0,717	0,614	0,874	0,807	0,269	0,727	1											
12	0,778	0,637	0,685	0,611	0,864	0,625	0,584	0,590	0,763	0,852	0,463	1										
13	0,566	0,513	0,777	0,394	0,710	0,830	0,661	0,654	0,652	0,648	0,593	0,752	1									
14	0,255	0,108	-0,065	0,071	0,319	0,059	0,429	0,123	-0,025	0,345	0,569	0,122	0,057	1								
15	0,490	0,489	0,644	0,220	0,584	0,770	0,545	0,832	0,533	0,669	0,738	0,521	0,592	0,313	1							
16	0,393	0,428	0,707	0,278	0,722	0,550	0,665	0,553	0,698	0,659	0,455	0,718	0,858	0,018	0,375	1						
17	0,807	0,668	0,773	0,687	0,861	0,836	0,653	0,779	0,827	0,829	0,553	0,886	0,777	0,088	0,717	0,704	1					
18	0,747	0,707	0,749	0,615	0,703	0,614	0,434	0,387	0,843	0,560	0,187	0,860	0,793	-0,080	0,345	0,789	0,786	1				
19	0,396	0,312	0,501	0,293	0,632	0,535	0,703	0,465	0,465	0,582	0,621	0,529	0,770	0,474	0,390	0,806	0,564	0,533	1			
20	0,606	0,539	0,401	0,298	0,684	0,332	0,388	0,462	0,502	0,710	0,464	0,817	0,458	0,243	0,460	0,344	0,593	0,523	0,226	1		
21	0,255	0,237	0,663	-0,070	0,564	0,513	0,499	0,732	0,624	0,694	0,587	0,598	0,677	-0,032	0,655	0,702	0,654	0,458	0,483	0,496	1	
Equipe	0,776	0,680	0,752	0,583	0,930	0,816	0,786	0,786	0,787	0,871	0,707	0,906	0,866	0,287	0,731	0,786	0,948	0,795	0,724	0,663	0,675	1

CHALLENGER																						
AVALIADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Equipe
1	1																					
2	0,338	1																				
3	-0,184	0,074	1																			
4	-0,130	0,450	0,538	1																		
5	-0,018	0,547	0,121	0,394	1																	
6	-0,476	0,194	0,741	0,761	0,138	1																
7	-0,209	-0,132	0,053	-0,003	0,010	0,326	1															
8	-0,288	0,255	0,331	0,429	0,590	0,481	0,528	1														
9	-0,024	0,379	0,468	0,214	0,349	0,440	0,414	0,672	1													
10	-0,065	0,170	0,520	0,516	0,671	0,389	0,006	0,602	0,366	1												
11	0,278	0,429	0,076	0,385	0,406	0,236	0,056	0,573	0,493	0,506	1											
12	-0,063	0,245	0,461	0,500	0,786	0,350	-0,005	0,645	0,424	0,924	0,538	1										
13	-0,451	-0,101	0,432	0,198	0,169	0,646	0,799	0,469	0,422	0,234	-0,028	0,208	1									
14	-0,078	0,251	0,021	0,203	0,721	0,071	0,156	0,789	0,453	0,665	0,677	0,718	0,080	1								
15	-0,189	0,043	0,460	0,563	0,032	0,583	0,422	0,467	0,376	0,279	0,128	0,359	0,339	0,055	1							
16	0,758	0,607	-0,147	0,007	0,412	-0,262	0,115	0,187	0,235	0,176	0,442	0,263	-0,123	0,359	0,004	1						
17	-0,372	0,259	0,383	0,832	0,150	0,726	0,053	0,175	-0,067	0,124	-0,021	0,133	0,301	-0,197	0,476	-0,309	1					
18	-0,159	0,417	0,536	0,301	0,473	0,467	0,349	0,759	0,859	0,457	0,375	0,420	0,433	0,517	0,203	0,134	0,066	1				
19	0,121	0,269	-0,093	0,040	0,526	-0,061	0,380	0,608	0,596	0,451	0,446	0,394	0,176	0,590	0,081	0,309	-0,217	0,621	1			
20	-0,313	-0,591	-0,243	-0,045	0,071	-0,134	0,154	0,029	-0,258	0,245	-0,160	0,251	0,078	0,167	0,239	-0,296	-0,046	-0,374	0,142	1		
21	-0,058	0,176	0,137	0,354	0,292	0,271	0,093	-0,162	-0,317	0,198	-0,300	0,197	0,378	-0,273	0,173	0,095	0,523	-0,259	-0,196	0,181	1	
Equipe	-0,105	0,457	0,526	0,710	0,728	0,640	0,386	0,831	0,653	0,788	0,566	0,818	0,505	0,634	0,572	0,309	0,398	0,674	0,547	0,058	0,247	1

Fonte: autoria própria.

Para a seleção final dos avaliadores calculou-se a média de cada avaliador para os coeficientes de correlação de Pearson nos três conjuntos de dados. Os dados apresentados na Tabela 9 indicam quais avaliadores (assinalados em cinza) exprimiram melhor consenso com a equipe, em um intervalo $0,637 \leq r \leq 0,849$.

Tabela 9 – Valores médios dos coeficientes de correlação de Pearson utilizados para a seleção dos avaliadores no critério de concordância com a equipe.

CORRELAÇÃO MÉDIA											
AVALIADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
r	0,368	0,562	0,637	0,602	0,835	0,696	0,647	0,849	0,752	0,820	0,673
AVALIADOR	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Equipe
r	0,716	0,689	0,508	0,706	0,588	0,673	0,674	0,638	0,402	0,382	1

Fonte: autoria própria.

Reunindo todos os critérios de seleção pode-se observar que os avaliadores 12 e 21 foram reprovados na Análise Sequencial de Wald por manifestar baixa capacidade discriminatória. Pelos gráficos de tendência verificou-se que os descritores “oxidado” e “tabaco” foram os mais complicados para o painel avaliar. Pelos critérios de discriminação das amostras e repetibilidade dos resultados, calculados por ANOVA de fator duplo sem repetição, detectou-se que os avaliadores 1, 2, 13 e 15 não conseguiram atingir uma somatória de 70% de respostas entre $p_{repetição} > 0,05$ e $p_{discriminação} \leq 0,50$ (DAMÁSIO & COSTELL, 1991). Pelas análises de correlação, os avaliadores 1, 2, 4, 14, 16, 20 e 21 foram identificados como não consensuais com a equipe. Sendo assim, para o painel sensorial foram selecionados 11 avaliadores treinados.

4.7. AVALIAÇÃO FINAL DO LÚPULO

a) LÚPULO CASCADE (CA-2)

O perfil de aroma para o lúpulo cascade nacional mostrou-se semelhante ao lúpulo americano, diferindo significativamente em quatro descritores, isto é, o lúpulo cascade nacional possui aroma menos picante, menos frutado e menos cítrico, porém apresenta notas mais intensas de chá se comparado ao lúpulo americano. Pelo gráfico radar da Figura 20 é possível perceber que o aroma desse lúpulo pode ser descrito principalmente por intensas notas de frutado, verde, chá, cítrico e especiarias. A variedade Cascade é conhecida como lúpulo de aroma com notas cítricas, frutadas, florais e de especiarias (YCHHOPS; BREWHOUSE).

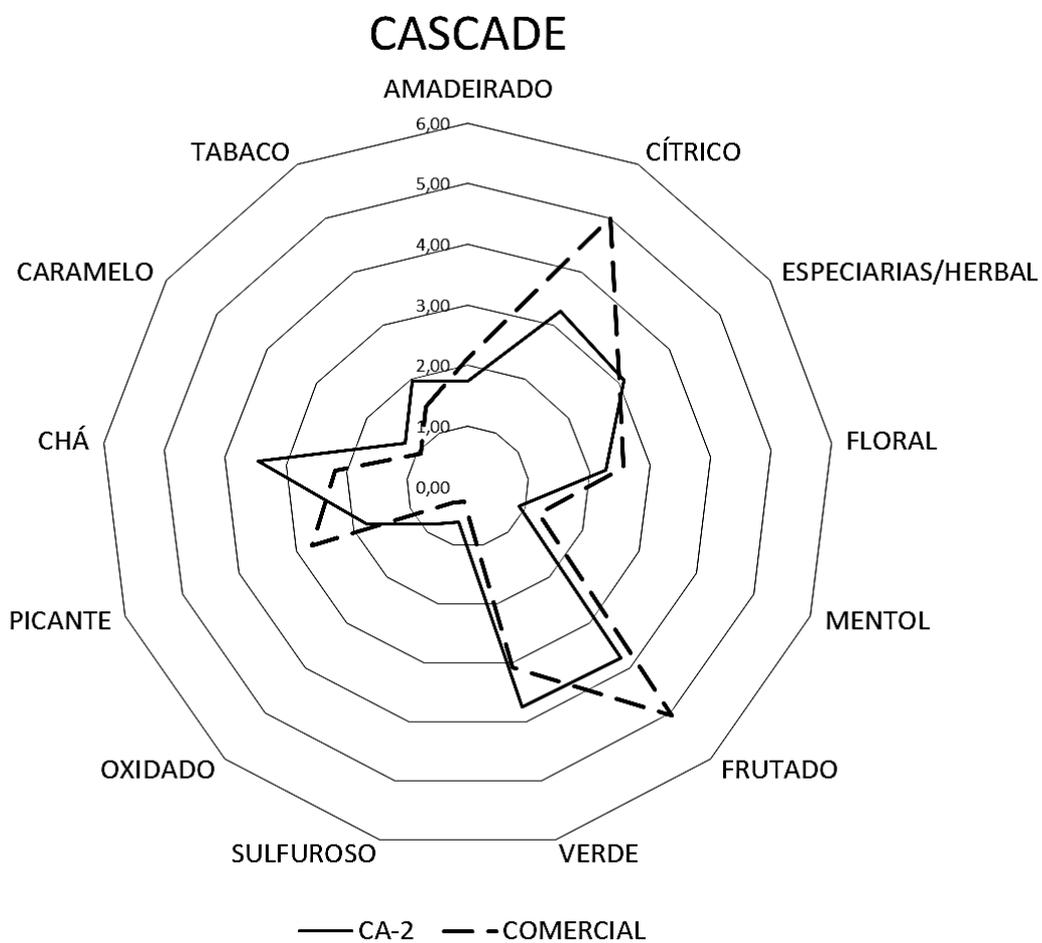
Tabela 10 - Médias da equipe para intensidade dos descritores de aroma dos lúpulos Cascade nacional e comercial.

DESCRITOR	CASCADE	
	CA-2	COMERCIAL
Amadeirado	1,75 ^a	2,12 ^a
Cítrico	3,27 ^b	5,01 ^a
Especiarias/Herbal	3,10 ^a	3,00 ^a
Floral	2,27 ^a	2,56 ^a
Mentol	0,89 ^a	1,23 ^a
Frutado	3,78 ^b	5,03 ^a
Verde	3,74 ^a	3,08 ^a
Sulfuroso	0,60 ^a	0,25 ^a
Oxidado	0,82 ^a	0,36 ^a
Picante	1,76 ^b	2,72 ^a
Chá	3,45 ^a	2,19 ^b
Caramelo	1,25 ^a	0,95 ^a
Tabaco	1,97 ^a	1,49 ^a

Nota: Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os descritores a 95% de confiança por teste de Tukey.

Legenda: CA-2 = lúpulo Cascade nacional; COMERCIAL = lúpulo Cascade importado dos EUA.

Figura 20 – Perfil Sensorial em gráfico radar para o aroma do lúpulo Cascade nacional comparado com um Cascade americano.



Fonte: autoria própria.

b) LÚPULO COLUMBUS (CO-1)

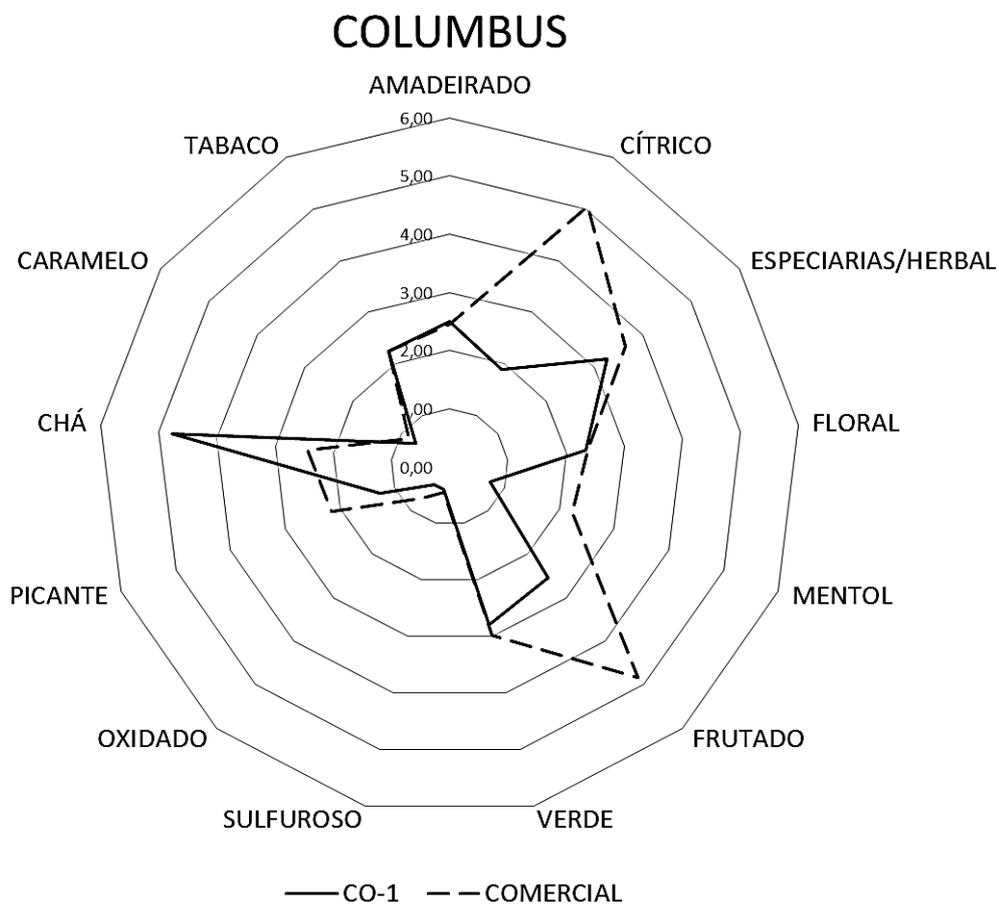
O lúpulo Columbus nacional exibiu características distintas do lúpulo Columbus americano. Pelo teste de médias de Tukey é possível verificar que o CO-1 difere significativamente em cinco descritores. Para os descritores cítrico, mentol, frutado e picante, o CO-1 apresentou menor intensidade de aroma que o Columbus comercial, entretanto, o descritor chá foi muito mais intenso no lúpulo nacional. O Columbus é uma variedade conhecida pelo seu aroma terroso, herbal, picante e cítrico (YCHHOPS; BREWHOUSE), características encontradas na amostra do Columbus americano. É importante destacar que apesar do termo terroso não ter sido levantado entre os descritores, ele normalmente está associado ao descritor tabaco (PROBASCO et al, 2017) que foi levantado pelo painel sensorial nacional. Assim, é possível descrever o perfil de aroma do Columbus nacional pelas notas de maior intensidade avaliadas pelo painel: chá, especiarias, verde, frutado e amadeirado.

Tabela 11 - Médias de Tukey para a intensidade dos descritores dos lúpulos Columbus nacional e comercial.

DESCRITOR	COLUMBUS	
	CO-1	COMERCIAL
Amadeirado	2,50 ^a	2,44 ^a
Cítrico	1,90 ^b	5,06 ^a
Especiarias/Herbal	3,27 ^a	3,65 ^a
Floral	2,35 ^a	2,36 ^a
Mentol	0,74 ^b	2,23 ^a
Frutado	2,54 ^b	4,84 ^a
Verde	2,79 ^a	2,99 ^a
Sulfuroso	0,40 ^a	0,45 ^a
Oxidado	0,41 ^a	0,71 ^a
Picante	1,27 ^b	2,16 ^a
Chá	4,77 ^a	2,44 ^b
Caramelo	0,71 ^a	0,85 ^a
Tabaco	2,24 ^a	2,25 ^a

Nota: Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os descritores a 95% de confiança. Legenda: CO-1 = lúpulo Columbus nacional; COMERCIAL = lúpulo Columbus importado dos EUA.

Figura 21 - Perfil Sensorial em gráfico radar para o aroma do lúpulo Columbus nacional comparado com um Columbus americano.



Fonte: autoria própria.

c) LÚPULO CHINOOK (CH-3)

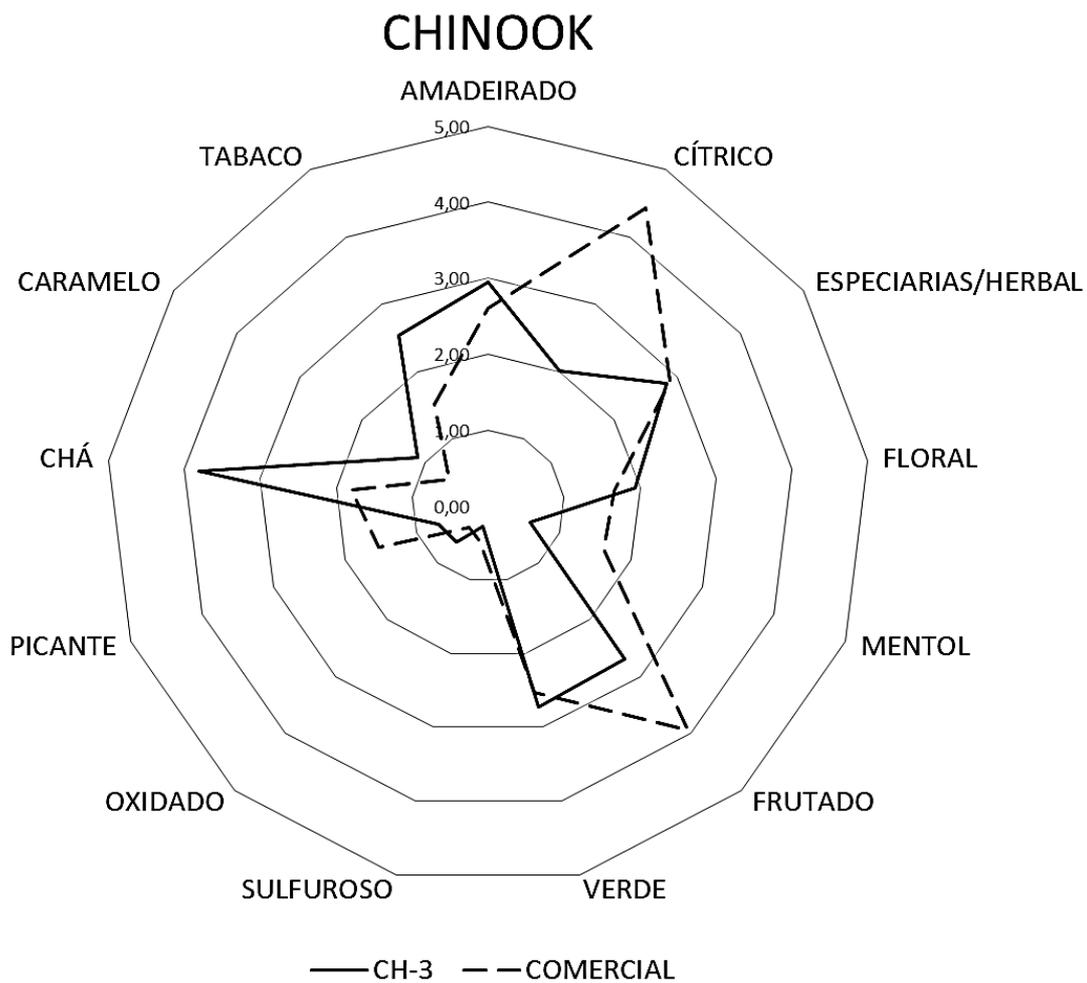
O lúpulo Chinook é uma variedade americana com perfil de aroma característico por notas intensas de cítrico, amadeirado e herbal (YCHHOPS; BREWHOUSE). Pela análise de médias de Tukey, é possível verificar que o lúpulo Chinook nacional diferiu significativamente em seis descritores, apresentando notas mais intensas de chá e caramelo que o lúpulo americano. Além disso, as notas de cítrico, mentol, frutado e picante do Chinook nacional foram menos intensas que o Chinook americano. Pelas maiores médias de Tukey para as intensidades atribuídas pelo painel, é possível descrever o perfil de aroma do Chinook nacional como chá, amadeirado, especiarias, verde e frutado.

Tabela 12 - Médias de Tukey para a intensidade dos descritores de aroma dos lúpulos Chinook nacional e americano.

DESCRITOR	CHINOOK	
	CH-3	COMERCIAL
Amadeirado	2,95 ^a	2,60 ^a
Cítrico	2,02 ^b	4,43 ^a
Especiarias/Herbal	2,83 ^a	2,88 ^a
Floral	1,94 ^a	1,66 ^a
Mentol	0,58 ^b	1,61 ^a
Frutado	2,68 ^b	3,93 ^a
Verde	2,72 ^a	2,53 ^a
Sulfuroso	0,28 ^a	0,47 ^a
Oxidado	0,63 ^a	0,37 ^a
Picante	0,69 ^b	1,53 ^a
Chá	3,81 ^a	1,81 ^b
Caramelo	1,12 ^a	0,63 ^b
Tabaco	2,53 ^a	1,52 ^a

Nota: Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os descritores a 95% de confiança. Legenda: CH-3 = lúpulo Chinook nacional; COMERCIAL = lúpulo Chinook importado dos EUA.

Figura 22 - Perfil Sensorial em gráfico radar para o aroma do lúpulo Chinook nacional comparado com um Chinook americano.



Fonte: autoria própria.

d) LÚPULO HALLERTAU (HT-1)

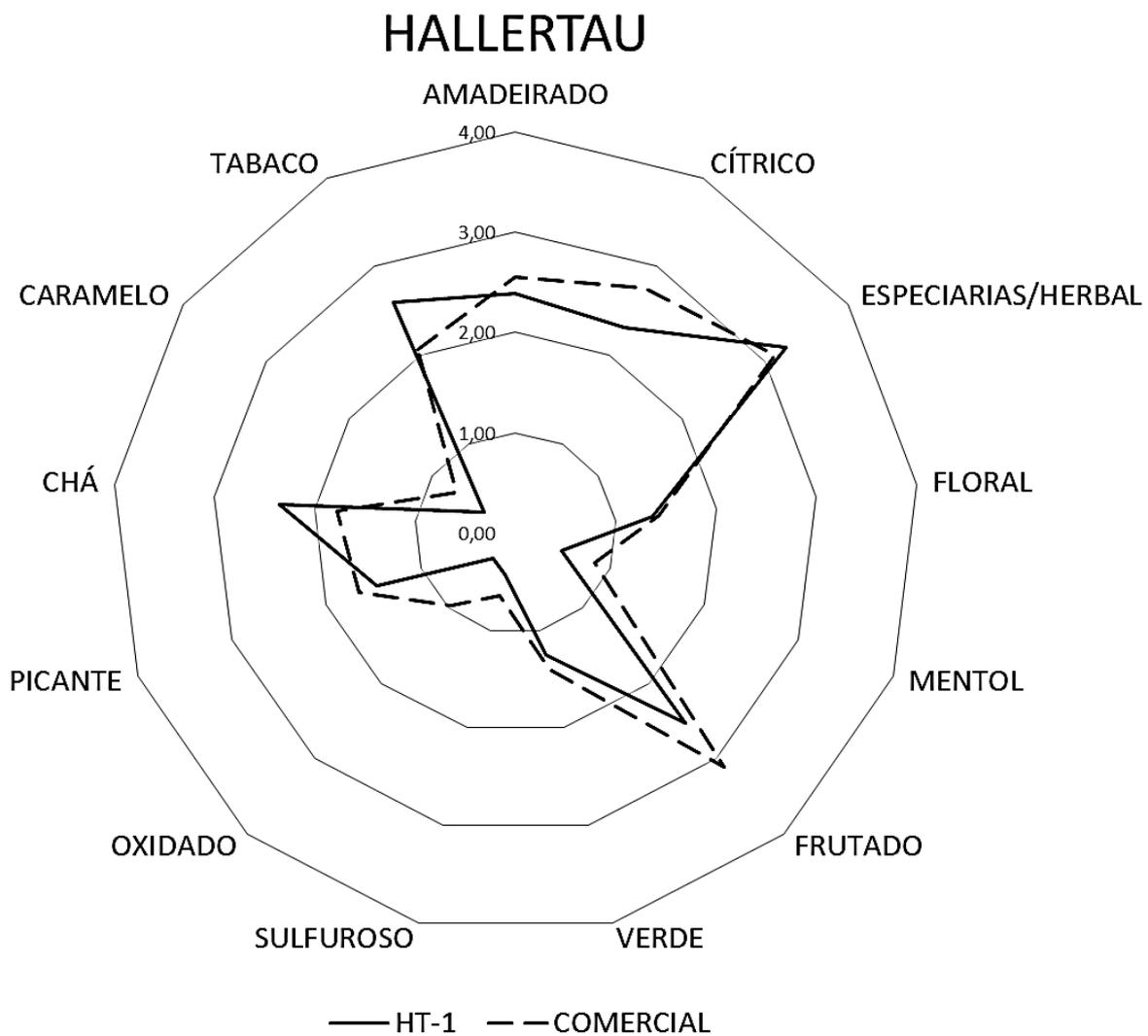
O lúpulo Hallertau é um lúpulo alemão utilizado principalmente para conferir aroma à cerveja. Apesar de não apresentar notas muito intensas se comparado com os lúpulos anteriores, ele é conhecido por ser bastante equilibrado com notas de frutado, terroso e herbal podendo também apresentar notas florais e picantes (YCHHOPS; BREWHOUSE). É possível perceber que os lúpulos Hallertau nacional e alemão foram avaliados com notas de aroma mais equilibradas se comparados às outras variedades estudadas, característico do perfil aromático da variedade. Pela Tabela 13 é possível verificar que não houve diferenças significativas nos descritores de aroma entre os dois lúpulos. O perfil de aroma do lúpulo Hallertau nacional é caracterizado principalmente por notas de especiarias, tabaco, frutado, amadeirado, chá e cítrico.

Tabela 13 - Médias de Tukey para a intensidade dos descritores dos lúpulos Hallertau nacional e comercial.

DESCRITOR	HALLERTAU	
	HT-1	COMERCIAL
Amadeirado	2,38 ^a	2,55 ^a
Cítrico	2,32 ^a	2,75 ^a
Especiarias	3,26 ^a	3,13 ^a
Floral	1,37 ^a	1,43 ^a
Mentol	0,49 ^a	0,84 ^a
Frutado	2,53 ^a	3,12 ^a
Verde	1,25 ^a	1,40 ^a
Sulfuroso	0,43 ^a	0,64 ^a
Oxidado	0,34 ^a	0,97 ^a
Picante	1,47 ^a	1,65 ^a
Chá	2,35 ^a	1,78 ^a
Caramelo	0,37 ^a	0,71 ^a
Tabaco	2,60 ^a	2,07 ^a

Nota: Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os descritores a 95% de confiança. Legenda: HT-1 = lúpulo Hallertau nacional; COMERCIAL = lúpulo Hallertau importado da Alemanha.

Figura 23 - Perfil Sensorial em gráfico radar para o aroma do lúpulo Hallertau nacional comparado com um Hallertau alemão.



Fonte: autoria própria.

e) COMPARAÇÃO DO PERFIL DE AROMA DAS VARIEDADES DE LÚPULO NACIONAL

Tabela 14 – Relação das médias de Tukey para a intensidade dos descritores entre as quatro variedades de lúpulos nacionais.

DESCRITOR	LÚPULOS NACIONAIS			
	CA-2	CO-1	CH-3	HT-1
AMADEIRADO	1,75 ^b	2,50 ^{ab}	2,95 ^a	2,38 ^{ab}
CÍTRICO	3,27 ^a	1,90 ^b	2,02 ^{ab}	2,32 ^{ab}
ESPECIARIAS/HERBAL	3,10 ^a	3,27 ^a	2,83 ^a	3,26 ^a
FLORAL	2,27 ^a	2,35 ^a	1,94 ^a	1,37 ^a
MENTOL	0,89 ^a	0,74 ^a	0,58 ^a	0,49 ^a
FRUTADO	3,78 ^a	2,54 ^a	2,68 ^a	2,53 ^a
VERDE	3,74 ^b	2,79 ^b	2,72 ^b	1,25 ^a
SULFUROSO	0,60 ^a	0,40 ^a	0,28 ^a	0,43 ^a
OXIDADO	0,82 ^a	0,41 ^a	0,63 ^a	0,34 ^a
PICANTE	1,76 ^a	1,27 ^{ab}	0,69 ^b	1,47 ^{ab}
CHÁ	3,45 ^{ab}	4,77 ^a	3,81 ^{ab}	2,35 ^b
CARAMELO	1,25 ^a	0,71 ^{ab}	1,12 ^{ab}	0,37 ^b
TABACO	1,97 ^a	2,24 ^a	2,53 ^a	2,60 ^a

Nota: Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os descritores a 95% de confiança por teste de Tukey.

Legenda: CA-2 = lúpulo Cascade nacional; CO-1 = lúpulo Columbus nacional; CH-3 = lúpulo Chinook nacional; HT-1 = lúpulo Hallertau nacional.

Pela Tabela 14 pode-se observar as diferenças significativas quando se comparar os descritores de todos os lúpulos nacionais. Os descritores especiarias/herbal, floral, mentol, frutado, sulfuroso, oxidado e tabaco não foram característicos o suficiente para diferenciar os lúpulos entre si pelo teste de médias de Tukey. Quanto aos outros descritores:

- Amadeirado: o lúpulo Cascade foi caracterizado como a variedade com esse descritor menos intenso. O Chinook foi o mais pontuado para o aroma amadeirado, porém, estatisticamente o Columbus e o Hallertau não diferiram significativamente do Chinook nesse descritor.
- Cítrico: o Columbus foi o menos cítrico dentre as quatro variedades.

- Verde: o Hallertau foi o que apresentou intensidade para esse descritor significativamente menor em relação aos outros lúpulos nacionais.
- Picante: houve diferença significativa entre o Cascade e o Chinook, sendo Cascade o lúpulo nacional de aroma mais picante e o Chinook o lúpulo de aroma picante mais suave.
- Chá: para esse descritor, os lúpulos significativamente diferentes entre si foram o Columbus e o Hallertau. O Hallertau teve a menor intensidade de aroma de chá e o Columbus a maior.
- Caramelo: o Cascade foi o lúpulo que apresentou maior intensidade de aroma caramelado enquanto que o Hallertau foi o que apresentou as menores notas para este descritor.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, é possível concluir que:

- A terminologia descritiva para os lúpulos brasileiros apresentou 13 descritores: amadeirado, caramelo, chá, cítrico, especiarias/herbal, floral, frutado, mentol, oxidado, picante, sulfuroso, tabaco e verde.
- Foram selecionados e treinados 11 provadores para a equipe final, concordantes, com boa repetição e discriminação.
- O aroma dos lúpulos foi caracterizado pelas seguintes características: Cascade intensas notas de frutado, verde, chá, cítrico e especiarias; Columbus notas intensas de aroma de chá, especiarias, verde, frutado e amadeirado; Chinook notas de chá, amadeirado, especiarias, verde e frutado; Hallertau aroma de especiarias, tabaco, frutado, amadeirado e chá.
- Ao comparar o aroma dos lúpulos nacionais com os lúpulos importados apenas o lúpulo Hallertau nacional não diferiu estatisticamente do lúpulo alemão em nenhum descritor, sendo o lúpulo Hallertau nacional o de perfil sensorial de aroma mais semelhante à sua variedade tradicionalmente comercializada.

6. REFERÊNCIAS

ALMAGUER, C.; SCHÖNBERGER C.; GASTL, M.; ARENDT, E. K.; BECKER, T. *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. A review. **Institute of Brewing & Distilling**. p. 289-314, 2014. Doi: 10.1002/jib.160

BAMFORTH, W. C. **Beer: tap into the art and Science of Brewing**. Oxford University Press, USA, 2003. ISBN: 0195305426.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. P. A. P. da. Perfil sensorial de vinhos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, jan./abr. 2000. p. 203-210.

BRASIL KIRIM. **Brasil Kirim apoia colheita de lúpulo brasileiro na região de campos do Jordão**. Disponível em: <<https://www.brasilkirin.com.br/central-conteudo/brasil-kirin-apoia-colheita-de-lupulo-brasileiro-na-regiao-de-campos-do-jordao>>. Acesso em 19 mai. 2017.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. **Anuário 2014**. Disponível em: <<http://cervbrasil.org.br/arquivos/anuariofinal2014.pdf.%20Acesso%20em%2019-05-2017>>. Acesso em 19 mai. 2017.

IMAGEM DE CULTIVO DE LÚPULO - **Soluções integradas para agricultura**. Disponível em: <<https://www.facebook.com/solucoesintegradasparaagricultura>> acesso em 04/12/2017.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, p. 165-176, 31/2, 1991.

DONALDSON, B. R.; BAMFORTH, C.W.; HEYMANN, H. Sensory descriptive analysis and free-choice profiling of thirteen hop varieties whole cones and after dry hopping of beer. **Journal of American Society of Brewing Chemists**. p. 176–181, 2012. Doi: 10.1094/ASBCJ-2012-0710-01.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos: 4ª edição revisada e ampliada**. Curitiba: Champagnat, 2013.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION – MANUAL OF GOOD PRACTICE. **Hops and hop products**. EBC Technology and Engineering Forum – Nürnberg: Carl, Hans, Getränke-Fachverlag, p. 186, 1977.

FLAVOR TERMINOLOGY AND REFERENCE STANDARDS (International Method). **Sensory Analysis – 12**, p. 1-6, 1986. Doi: 10.1094/ASBCMOA-Sensory-12.

FLAVORNET AND HUMAN ODOR SPACE. Disponível em: < <http://www.flavornet.org/>> Acesso em junho de 2017.

GLOBO RURAL. **Variedade brasileira de lúpulo é encontrada na Serra da Mantiqueira**. Gonçalves/MG, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/05/variedade-brasileira-de-lupulo-e-descoberta-na-serra-da-mantiqueira.html>>. Acesso em 19 mai. 2017.

JASKULA, B.; SYRYN, E.; GOIRIS, K.; ROUCK, G. de.; OPSTAELE, V. F.; CLIPPELEER, J. de.; AERTS, G.; COOMAN, L. de. Hopping technology in relation to beer bitterness consistency and flavor stability. **Journal of American Society of Brewing Chemists**. p. 38-46, 2007. Doi: 10.1094/ASBC-2007-0112-03.

KAMIMURA, HITTY-KO. Desenvolvimento da análise descritiva quantitativa do suco de laranja das etapas do processamento do FCOJ. In: **Influência do processamento sobre o perfil sensorial e a atividade antioxidante do suco de laranja**. 91 f. Dissertação (Mestrado em alimentos e nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2011.

KARABÍN, M.; HUDCOVA, T.; JELÍNEK, L.; DOSTÁLEK, P. Biologically active compounds from hops and prospects for their use. **Comprehensive Reviews in Food Safety**, vol. 15, p. 542- 567, 2016. Doi: 10.1111/1541-4337.12201

KING, A. J.; DICKINSON, J. R. Biotransformation of hop aroma terpenoids by ale and lager yeasts. **Federation of European Microbiological Societies (FEMS) – Yeast Research**. v. 3, n. 1, p. 53-62, 2006. Doi: 10.1111/j.1567-1364.2003.tb00138.x

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press, 4ªed, 2007.

MOSKOWITZ, H.R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods**. Connecticut: Food & Nutrition Press, INC. 1983.

NACHEL, M.; ETTLINGER, S. **Beer for dummies**. John Wley & Sons. 2ed, 2012. ISBN: 1118120302.

NEVE, R. A. **Hops**. Springer, 1991. DOI 10.1007/978-94-011-3106-3.

NOBLE, A.C.; ARNOLD, R.A.; BUECHSENSTEIN,J.; LEACH, E.J.; SCHMIDT, J.O.; STERN, P.M. Modification os a standardized system of a wine aroma terminology. **American Journal of Enology and Viticulture**, vol. 38, n. 2, 1987.

PROBASCO, G.; PERRAULT, J.; VARNUM, S.; HYSERT, D. Mosaic (HBC 369): A new flavor hop variety. **Journal of American Society of Brewing Chemists**. p. 6-10, 2017. Doi: 10.1094/ASBC-2017-1720-01.

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE LÚPULO, DECISIVA PARA A NOSSA EXPLOSÃO CERVEJEIRA. **Revista da Cerveja**, setembro/outubro 2015. p 50–60.

SHARPE, F. R.; LAWS, D. R. J. The essential oil of hops: a review. **Journal of the Institute of Brewing**. v. 87, p 96–107, 1981.

SILVA, P. H. A. da; FARIA, F. C. de. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 2008. p. 902-906.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Foody Technology**. p. 24-34, novembro, 1974.

STUCKY, G. J.; McDANIEL, M. R. Raw hops aroma qualities by trained panel free-choice profiling. **Journal of American Society of Brewing Chemists**. p. 65–72, 1997. Doi: J-1997-0420-07R.

SCHÖNBERGER, C.; KOSTELECKY, T. 125th Anniversary Review: The Role of Hopsin Brewing. **Journal of the Institute of Brewing** 117(3), 259–267, 2011.

THE PHEROBASE: Database of pheromones and semiochemicals. Disponível em: <<http://www.pherobase.com/>> Acesso em junho de 2017.

YCHhops. Fornecedor de lúpulo e seus produtos. Disponível em: <<https://ychhops.com/>> Acesso em maio de 2017.

YOTSUYANAGI, K.; FARIA, E. V. de. Técnicas de Análise Sensorial. **Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos – Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)**. Campinas, 2008. 120 p.

APÊNDICE 01

Figura 23 – Ficha de recrutamento dos avaliadores.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS
Departamento de Química e Física Molecular

Recrutamento de avaliadores para análise sensorial de lúpulo

Este questionário é essencial para a sua participação nos testes sensoriais e treinamentos futuros. O objetivo é montar uma **Equipe de Análise Sensorial Treinada** que avaliará as características sensoriais de aroma de lúpulos brasileiros. Caso você tenha interesse em ser integrante dessa equipe, por favor, preencha todo o questionário da forma mais detalhada e precisa possível.

DADOS PESSOAIS

Nome: _____

Idade: _____ anos Sexo: [F] [M]

Telefone: _____ Celular: _____

E-mail: _____

Aluno de graduação? [Sim] [Não] Se sim, responda:

Curso: _____

Aluno de pós-graduação? [Sim] [Não] Se sim, responda:

Curso: _____ [Mestrado] [Doutorado]

É funcionário? [Sim] [Não] Se sim, responda:

Departamento: _____ Função: _____

QUESTIONÁRIO PESSOAL

1. Você é fumante?

[Sim] [Não]

2. Toma alguma medicação que pode influenciar na sua percepção de odores?

[Sim] [Não]

3. Costuma ter resfriados frequentes?

[Sim] [Não]

4. Possui algum problema respiratório como renite, bronquite, asma, dentre outros?

[Sim] [Não]

4.1. Se sim, você acha que isso te atrapalha na percepção de aromas?

[Sim] [Não]

5. Existe algum aroma comum que você goste ou desgoste extremamente?

Aromas comuns: café, grama cortada, chocolate, eucalipto, queijo, frutas cítricas, terra, cebola, canela, pêssego, cravo-da-índia, pimenta, maçã, floral, vinagre, ovo cozido.

[Sim] [Não]



5.1. Se sim, cite quais:

Gosta muito: _____

Desgosta muito: _____

QUESTIONÁRIO GERAL

- Você sabe o que é lúpulo?
[Sim] [Não]
- Você sabe ou tem ideia do que é Análise Sensorial?
[Sim] [Não]
- Você costuma sentir e/ou apreciar os aromas dos alimentos quando vai se alimentar ou quando os experimenta pela primeira vez?
[Sim] [Não]
- Você se sente bem ao realizar tarefas rápidas e repetitivas ou prefere as mais demoradas e diversificadas?
Rápidas e/ou repetitivas () Demoradas e/ou diversificadas ()
- Em uma escala de 0 a 10, como você avalia a sua sensibilidade quanto à percepção de aromas? Circule a nota.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Você pretende tirar férias ou ficará ausente por um longo período de tempo durante os meses Abril/2017 até Dezembro/2017?
[Sim] [Não] Se sim, qual (is)? _____
- Assinale abaixo com um X os seus horários disponíveis:
Atenção: as atividades não necessariamente serão no período inteiro, mas caso você não tenha esse tempo disponível, anote o seu horário vago dentro do período da tabela.

PERÍODO	DIAS DA SEMANA				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Manhã 8:00/12:00					
Tarde 14:00/18:00					
Noite 18:00/22:00					

Desde já, agradecemos a sua atenção e disposição!

Fonte: autoria própria.

ANEXO 01

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Perfil sensorial de lúpulos (*Humulus lupulus*) brasileiros por análise descritiva quantitativa

Pesquisador: Stanislaw Bogusz Junior

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 71745717.1.0000.5504

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.259.889

Apresentação do Projeto:

Estudo longitudinal, experimental. Quinze a vinte voluntários serão selecionados entre todos aqueles que se inscreverem para participar do estudo, pelos pesquisadores responsáveis para avaliarem aroma das amostras de lúpulos nacionais das variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau. Para avaliação, serão realizadas três sessões, nas quais os provadores treinados irão avaliar o aroma das quatro amostras de lúpulo por sessão (dia).

Objetivo da Pesquisa:

O pesquisador aponta que o objetivo é desenvolver a terminologia descritiva e conhecer perfil sensorial de aroma (odor) de lúpulos nacionais, pertencentes às variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau, utilizando metodologia baseada na Análise Descritiva Quantitativa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Aponta que o único risco seria de contaminação mas garante que todas as medidas serão tomadas para isso não ocorrer. O mesmo está descrito também no TCLE. Não haverá benefício direto. Quanto aos indiretos, relata que os provadores trarão informações importantes o que se refere ao desenvolvimento de terminologia descritiva e a qualidade sensorial do produto, o que auxiliará na seleção plantas que possam fornecer lúpulos com qualidade sensorial.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9083

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.259.889

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa possui relevância à área em questão. O cronograma aponta que a coleta dos dados será iniciada em outubro.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A folha de rosto foi anexada e encontra-se preenchida e assinada corretamente. O pesquisador apresentou o TCLE, conforme determina a Resolução CNS 466/12. Foi apresentado termo de ciência/concordância por parte do responsável do local onde será realizada a pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_937954.pdf	07/07/2017 17:07:57		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	OF_DIR_089_IQSC_USP.pdf	07/07/2017 17:05:15	Stanislau Bogusz Junior	Aceito
Cronograma	Cronograma_de_execussao.pdf	07/07/2017 12:08:16	Stanislau Bogusz Junior	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Lupulo_ADQ_CEP.pdf	07/07/2017 12:00:00	Stanislau Bogusz Junior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Lupulos.pdf	07/07/2017 11:56:36	Stanislau Bogusz Junior	Aceito
Folha de Rosto	Formulario_CONEP.pdf	07/07/2017 11:50:48	Stanislau Bogusz Junior	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
 Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
 UF: SP Município: SAO CARLOS
 Telefone: (16)3351-9883 E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.259.889

SAO CARLOS, 05 de Setembro de 2017

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO 02

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução 466/2012 do CNS)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada: "**Perfil sensorial de lúpulos (*Humulus lupulus*) brasileiros por análise descritiva quantitativa**".

O objetivo deste estudo é desenvolver a terminologia descritiva e conhecer o perfil sensorial de aroma (odor) de lúpulos nacionais, pertencentes às variedades Cascade, Chinook, Columbus e Hallertau, utilizando metodologia baseada na Análise Descritiva Quantitativa.

Você foi selecionado e sua participação não é obrigatória.

Você pode recusar ou desistir do teste sensorial a qualquer momento, sendo que não sofrerá nenhum dano, bem como, não terá nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar o teste sensorial conforme instruções, envolvendo apenas sentir o aroma de flores de lúpulo. Informamos que o aroma do lúpulo possui substâncias normalmente presentes em bebidas, como por exemplo, a cerveja, e por isso, não traz risco à saúde do consumidor. Tendo em vista que não há ingestão do produto, apenas avaliação do aroma das flores de lúpulo, não devem existir riscos aos provadores, mesmo assim, para garantir a segurança dos provadores serão tomadas as seguintes providências: 1. Os lúpulos serão adquiridos de produtores que utilizam seus lúpulos para fins de fabricação de cerveja, ou seja, para consumo humano; 2. As flores de lúpulo serão armazenadas sob congelamento a - 18°C. Para análise sensorial as amostras serão descongeladas em geladeira desde o dia anterior, e no dia seguinte serão acondicionadas em taças de vidro de uso exclusivo para análise sensorial; 3. Para evitar risco de contaminação durante o período de armazenamento e preparo serão tomadas providências de padrão de higiene já praticadas no manuseio das amostras de alimentos. As amostras serão armazenadas em condições adequadas, evitando a deterioração e possíveis alterações das características microbiológicas, físicas, químicas e sensoriais.

- Caso sinta-se desconfortável em responder o questionário você pode encerrar sem prejuízos;
- As informações fornecidas na pesquisa serão utilizadas única e exclusivamente para fins de pesquisa e a identidade e qualquer dado pessoal dos participantes será mantida em sigilo.
- Caso tenha qualquer dúvida estaremos a postos para esclarecimentos.

Quanto aos benefícios, os provadores trarão informações importantes o que se refere ao desenvolvimento de terminologia descritiva e a qualidade sensorial do produto, o que auxiliará na seleção plantas que possam fornecer lúpulos com qualidade sensorial. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Não haverá ressarcimento de despesas pelo seu tempo para responder a este questionário. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Stanislaw Bogusz Junior, R.G.: 1058041061
Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo.
Avenida Trabalhador São-carlense, 400. CEP 13566-590. São Carlos - SP – Brasil.
Contato: (16) 3373-9982 ou (16) 3373-9968

Local e data: _____

Nome do pesquisador: _____ Assinatura do pesquisador: _____

Nome do participante: _____ Assinatura do participante: _____