

Dahiane Batista de Paula

**ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS PRODUZIDAS COM 2 CEPAS DE  
LEVEDURAS SELVAGENS TERMOTOLERANTES OBTIDAS EM DORNAS DE  
CACHAÇA**

Montes Claros –MG

2023

Dahiane Batista de Paula

**ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS PRODUZIDAS COM 2 CEPAS DE  
LEVEDURAS SELVAGENS TERMOTOLERANTES OBTIDAS EM DORNAS DE  
CACHAÇA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Rodolpho César dos Reis Tinini

Montes Claros

2023

Dahiane Batista de Paula, ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS PRODUZIDAS COM 2  
CEPAS DE LEVEDURAS SELVAGENS TERMOTOLERANTES OBTIDAS EM  
DORNAS DE CACHAÇA

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

---

M.<sup>a</sup> Daniela Cacia dos Santos–ICA/UFMG

---

Prof. Dr. William James Nogueira Lima – ICA/UFMG

---

Prof. Dr. Rodolpho César dos Reis Tinini – Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 08 de dezembro de 2023.

Dedico este trabalho à minha mãe, Creuza Batista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração à minha incrível mãe, Creuza Batista, cujo apoio incondicional e crença em mim foram pilares fundamentais nesta jornada acadêmica. Sua dedicação e encorajamento moldaram meu percurso e tornaram possível a realização deste trabalho.

Expresso minha gratidão profunda a meu pai José Soares, juntamente a minha mãe de consideração Maria Aparecida por me permitirem realizar esse sonho, cujo incentivo e sabedoria foram guias valiosos ao longo dessa caminhada. Suas palavras de sabedoria e apoio constante foram fundamentais para superar os desafios encontrados durante o desenvolvimento deste trabalho. Não posso deixar de reconhecer o papel vital desempenhado por meus amigos; Emily Martins, Veronica Alves, Ane Silva e Ana Laura, cada um de vocês contribuiu de maneira única para lutar contra todas as barreiras e momentos difíceis durante minha jornada, seja através de discussões construtivas, incentivo emocional ou simplesmente compartilhando momentos de descontração. Vocês foram peças-chave na construção deste caminho acadêmico.

Agradeço a Victor de Oliveira que teve grande importância na minha trajetória, me acompanhando e estando presente em todos os momentos necessários.

Agradeço ao meu orientador Dr. Rodolpho César Tinini, por não medir esforços para me auxiliar na construção do meu TCC.

Além disso, estendo meus agradecimentos a todos os colegas, professores e demais pessoas que, de alguma forma, colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho. Suas contribuições e *feedbacks* foram inestimáveis, enriquecendo a qualidade e relevância desta pesquisa.

Este projeto não seria completo sem mencionar a influência positiva de todos os que cruzaram meu caminho durante esta jornada. Cada interação, seja ela acadêmica ou pessoal, desempenhou um papel na formação deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória. Este trabalho não é apenas meu, mas uma realização coletiva, refletindo o apoio e a colaboração de uma rede de pessoas incríveis. Obrigada por fazerem parte desta conquista significativa.

## RESUMO

As cervejas artesanais apreciadas pela sua diversidade de sabores e aromas representam uma expressão única na indústria cervejeira. Nesse contexto, a análise sensorial desempenha um papel crucial, permitindo uma compreensão aprofundada das nuances sensoriais e garantindo a qualidade distintiva dessas bebidas artesanais. Este estudo explora a avaliação sensorial de cervejas artesanais produzidas com o uso de cepas de leveduras selvagens termotolerantes, com o objetivo de fornecer insights sobre suas características de sabor e potencial de mercado. Os objetivos da pesquisa foram abrangentes: primeiro, avaliar os atributos sensoriais, como "Impressão Global", "Cor", "Aroma" e "Espuma", de cervejas elaboradas com essas cepas de leveduras selvagens; segundo, compará-las com cervejas tradicionais em termos de perfis sensoriais; e, finalmente, investigar a aceitação do consumidor, considerando preferências e o potencial para integração no mercado. Os resultados destacam uma notável uniformidade nas características sensoriais das cervejas produzidas com cepas de leveduras selvagens termotolerantes, indicando uma estabilidade sensorial que enriquece a compreensão das qualidades nuances conferidas por essas cepas.

**Palavras-chave:** Cerveja; Leveduras selvagens termotolerantes; Perfil sensorial; Inovação;

## **LISTAS DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Modelo de teste sensorial afetivo de aceitação utilizado.....	17
Gráfico 1 - Resultados estatísticos dos testes sensoriais de aceitação.....	18

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela1 - Média e desvio padrão de características avaliadas pelos provadores.....	20
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>09</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
2.3 Análise sensorial de cervejas .....	11
2.4 Análise sensorial na indústria cervejeira .....	11
2.5 Influência das cepas de leveduras na análise sensorial de cervejas .....	12
3.2.1 Leveduras selvagens termotolerantes e sua relevância na produção de cervejas .....	13
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
4.1 Descrição do experimento .....	15
4.1.1 Microorganismos utilizados nos experimentos .....	15
4.1.2 Produção da cerveja .....	16
4.2 Análise sensorial .....	16
4.3 Análise estatística .....	17
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>19</b>
5.1 Análise sensorial .....	18
5.2 Análise estatística .....	22
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A rica diversidade de cervejas artesanais tem despertado interesse não apenas entre apreciadores, mas também entre pesquisadores e produtores. Este setor tem sido motivado pela crescente procura por cervejas especiais, o que tem impelido a busca por aprimoramentos nos procedimentos (Ferreira *et al.*, 2011). No contexto da fermentação, as leveduras desempenham um papel crucial, sendo fundamentais não apenas em relação à sua capacidade de lidar com os estresses do processo para garantir eficiência, mas também no que diz respeito à geração dos compostos aromáticos característicos da bebida (Bokulich; Bamforth, 2013). Nesse contexto, a análise sensorial surge como ferramenta essencial para desvendar as complexidades organolépticas que conferem singularidade a cada cerveja.

A utilização de cepas de leveduras selvagens termotolerantes em cervejarias marca uma tendência emergente na busca por perfis de sabor distintos e inovadores. No entanto, o estudo dessa prática específica ainda carece de uma análise sensorial abrangente. Surge, então, a necessidade de investigar de maneira aprofundada como essas cepas influenciam as características sensoriais das cervejas. Teixeira (2009), destaca a importância da compreensão das nuances sensoriais específicas introduzidas pelas leveduras e como a proveniência das dornas de cachaça contribui para a complexidade aromática e gustativa dessas cervejas únicas.

A crescente demanda por inovação na indústria cervejeira impulsiona a busca por novas abordagens na produção de cervejas artesanais. A incorporação de cepas de leveduras selvagens termotolerantes, especialmente provenientes de dornas de cachaça, representa uma oportunidade intrigante para atender a essa demanda, tornando-se relevante a contribuição para o progresso do entendimento acerca da interação intrincada entre diversos elementos na fabricação de cervejas artesanais. Isso resulta em uma ampliação do conhecimento disponível na indústria, oferecendo possibilidades enriquecedoras para o setor e proporcionando experiências singulares aos consumidores (Matos 2011).

O objetivo deste estudo é realizar uma análise sensorial abrangente de cervejas produzidas com duas cepas de leveduras selvagens termotolerantes obtidas em dornas de cachaça. A investigação se propõe a identificar e descrever as características sensoriais específicas dessas cervejas, destacando a contribuição única das cepas de leveduras e a influência das dornas de cachaça no perfil de sabor e aroma. A consecução desse objetivo não apenas preencherá uma lacuna no conhecimento existente, mas também oferecerá *insights* valiosos para aprimorar a produção e apreciação de cervejas artesanais diferenciadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Comparar, por meio de testes sensoriais de aceitação, cervejas artesanais produzidas com duas linhagens de leveduras isoladas a partir de dornas de cachaça pertencentes às espécies *Saccharomyces* e *não-Saccharomyces*, ambas com perfil termotolerante, com uma levedura comercial do tipo *Saccharomyces cerevisiae*.

### **2.2 Objetivos específicos**

- I. Avaliar as características sensoriais das cervejas produzidas com as cepas de leveduras selvagens termotolerantes, destacando os atributos de aroma, sabor, cor e textura.
- II. Comparar as cervejas produzidas com as cepas de leveduras selvagens termotolerantes com cervejas tradicionais em termos de perfil sensorial, identificando diferenças e semelhanças.
- III. Investigar a aceitação do consumidor em relação a cervejas produzidas com as cepas de leveduras selvagens termotolerantes, considerando preferências e potencial para a comercialização desses produtos no mercado cervejeiro.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Análise sensorial de cervejas**

No setor de alimentos a análise sensorial assume uma significativa relevância, uma vez que desempenha um papel fundamental na avaliação da aceitação no mercado e na determinação da qualidade do produto, constituindo uma parte intrínseca do sistema de controle de qualidade das empresas do setor alimentício. Essa avaliação se baseia na percepção dos órgãos sensoriais e, uma vez que é conduzida por indivíduos, é crucial preparar cuidadosamente as amostras submetidas a teste e aplicar os procedimentos de avaliação de forma apropriada, a fim de evitar que fatores psicológicos, como associações pré-existentes com cores, influenciem o resultado (Teixeira, 2009).

Na indústria cervejeira a análise sensorial é de suma importância pois permite a avaliação das propriedades organolépticas das cervejas, garantindo a qualidade e a satisfação do consumidor.

A análise sensorial pode ser definida como "um conjunto de métodos científicos usados para obter, medir, analisar e interpretar reações às características dos produtos percebidas pelos órgãos sensoriais" (Stone & Sidel, 2004). No contexto da cerveja, a análise sensorial envolve a avaliação de atributos como aroma, sabor, cor, textura e outros fatores sensoriais que influenciam a experiência do consumidor. O objetivo fundamental da análise sensorial de cervejas é garantir a consistência da qualidade e identificar áreas de melhoria, conforme ressaltado por Doretto *et. al.* (2018).

Na análise sensorial de cervejas, vários métodos e técnicas são empregados para avaliar os atributos sensoriais. Os testes de degustação, que envolvem um painel de provadores treinados, são frequentemente utilizados para avaliar a qualidade sensorial das cervejas. Segundo Lawless; Heymann (2010), esses testes podem incluir avaliações descritivas, diferenciais e de preferência. Além disso, a avaliação de atributos sensoriais específicos, como amargor, aroma de lúpulo e dulçor é conduzida com base em escalas de pontuação que permitem a quantificação dos resultados (Stone; Sidel, 2004).

#### **3.2 Análise sensorial na indústria cervejeira**

Na análise sensorial de cerveja, uma variedade de métodos e técnicas são amplamente empregados. Isso inclui testes de degustação realizados por um painel de provadores treinados

que avaliam diferentes aspectos da cerveja, desde aroma e sabor até a textura e a aparência visual. Além disso, a avaliação de atributos sensoriais específicos, como o teor alcoólico, a amargura, a doçura e o equilíbrio geral, é frequentemente realizada utilizando escalas de pontuação.

A relevância da análise sensorial na indústria cervejeira é inegável, uma vez que desempenha um papel crucial na influência direta sobre a qualidade do produto final e a satisfação do consumidor. O *feedback* obtido por meio dessas técnicas permite às cervejarias aprimorar suas receitas, garantir a conformidade com padrões de qualidade e atender às expectativas do mercado (Alves, 2020).

Embora a análise sensorial seja uma ferramenta valiosa na indústria cervejeira, não está isenta de desafios e considerações. Um dos desafios mais comuns é a necessidade de padronizar os métodos de avaliação sensorial para garantir a consistência nos resultados. Além disso, a subjetividade das avaliações sensoriais é uma consideração importante, uma vez que as preferências individuais dos provadores podem influenciar as avaliações. É crucial que os provadores sejam treinados adequadamente para minimizar a variabilidade. No entanto, apesar desses desafios, a análise sensorial continua desempenhando um papel essencial na garantia da qualidade e no desenvolvimento de cervejas que atendam às demandas de um mercado cada vez mais diversificado e exigente (Meilgaard *et al.* 2006).

### **3.3 Influência das cepas de leveduras na análise sensorial de cervejas**

Segundo Jolly; Varela; Pretorius (2014) as cepas de leveduras desempenham um papel fundamental na produção de cervejas, exercendo uma influência direta sobre as características sensoriais dessas bebidas. Na produção cervejeira, as leveduras são responsáveis pela fermentação dos açúcares em álcool e dióxido de carbono, mas seu impacto vai além da simples conversão bioquímica. Elas contribuem de maneira significativa para o perfil de sabor, aroma, corpo e coloração das cervejas. Compreender o papel dessas cepas é crucial para a criação de cervejas de qualidade e para a exploração de variedades sensoriais diversas.

Em seu estudo Gibson; Smart, (2004) discorre sobre as diferentes cepas de leveduras e como elas introduzem uma notável variabilidade sensorial nas cervejas. A variabilidade é evidente em vários aspectos, desde o aroma, onde notas frutadas, florais ou condimentadas podem ser acentuadas, até o sabor, que pode variar de malte, caramelo, a notas mais complexas de especiarias e ésteres. Além disso, o corpo da cerveja e sua coloração podem ser

influenciados, proporcionando uma ampla gama de características sensoriais que cativam os apreciadores e permitem uma experimentação contínua.

Cepas de leveduras termotolerantes, em particular, oferecem um perfil sensorial distintivo. Essas cepas são capazes de fermentar a cerveja a temperaturas mais elevadas, o que pode resultar em sabores e aromas específicos, como notas frutadas, picantes ou condimentadas. A compreensão dessas características sensoriais exclusivas permite aos cervejeiros explorar a produção de cervejas especiais com perfis únicos, atraindo assim um nicho de consumidores apaixonados por cervejas diferenciadas (Priest; Stewart, 2006).

A temperatura de fermentação desempenha um papel crucial na atividade das leveduras e, por conseguinte, no perfil sensorial das cervejas produzidas com cepas termotolerantes. A capacidade de fermentação a temperaturas mais altas dessas cepas oferece vantagens, como uma maior produção de ésteres e fenóis, que contribuem para a complexidade do sabor e aroma. Essa tolerância térmica pode ser usada estrategicamente para manipular as características sensoriais das cervejas (Boulton; Quain; Speers, 2017).

A análise sensorial desempenha um papel crucial na seleção de cepas de leveduras termotolerantes apropriadas para atingir objetivos sensoriais desejados nas cervejas. Ela permite que os cervejeiros avaliem como as características únicas de cada cepa se alinham com as expectativas dos consumidores e os estilos de cerveja desejados. Ao integrar a análise sensorial na seleção de cepas, é possível otimizar a produção cervejeira e criar produtos que atendam às demandas do mercado sensorial em constante evolução (Bamforth, 2009).

### **3.3.1 Leveduras selvagens termotolerantes e sua relevância na produção de cervejas**

Os processos de fermentação envolvendo leveduras selvagens termotolerantes são notáveis por sua capacidade de adicionar complexidade e nuances sensoriais únicas às cervejas. Como destacado por Ciani; Maccarelli (1998), as leveduras selvagens termotolerantes podem contribuir para a produção de cervejas ácidas, como as cervejas sour, através da fermentação espontânea. Além disso, a fermentação de longa duração com leveduras selvagens termotolerantes, conforme pesquisado por Spitaels *et al.* (2015), pode produzir compostos aromáticos complexos, incluindo ésteres e fenóis, que desempenham um papel fundamental na formação do perfil sensorial.

A utilização de diferentes cepas de leveduras selvagens termotolerantes pode resultar em variações significativas no perfil sensorial das cervejas. Conforme observado por Capozzi *et al.* (2019), a diversidade genética das leveduras selvagens termotolerantes pode influenciar

substancialmente o sabor e o aroma, permitindo a criação de cervejas com características distintas. O mesmo estudo destaca como fatores ambientais, como a localização geográfica, também podem contribuir para a variação sensorial entre cervejas produzidas com leveduras selvagens termotolerantes.

Os benefícios da utilização de leveduras selvagens termotolerantes em cervejas são notáveis. Além da complexidade de sabor e aromas únicos, essas leveduras oferecem a cervejeiros a oportunidade de diferenciar seus produtos no mercado altamente competitivo. De acordo com Becker *et al.* (2013), as cervejas fermentadas com leveduras selvagens termotolerantes frequentemente conquistam um público ávido por sabores únicos e autênticos, o que pode resultar em vantagens comerciais significativas.

Pesquisas científicas continuam a avançar no entendimento e na aplicação de leveduras selvagens termotolerantes na produção de cervejas. Trabalhos como o de Avramova *et al.* (2017) exploram as características genéticas dessas leveduras e seu impacto na fermentação e no perfil sensorial. Estudos como esse demonstram a crescente relevância das leveduras selvagens termotolerantes na produção de cervejas artesanais e especializadas.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Descrição do experimento

A pesquisa foi dividida e conduzida em duas etapas, sendo a primeira realizada no Laboratório de Ecologia de Microrganismos e Microbiologia Ambiental (LEMMA) da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Nessa fase, foram selecionadas e cultivadas cepas de leveduras isoladas de dornas de cachaça pertencentes às espécies *Saccharomyces* e *não-Saccharomyces*, com perfil termotolerante. Simultaneamente, foram produzidas cervejas artesanais utilizando essas leveduras e uma levedura comercial do tipo *Saccharomyces Cerevisiae*.

A segunda etapa ocorreu no laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA - UFMG), em que, realizaram-se as avaliações sensoriais das cervejas elaboradas anteriormente. Os participantes foram submetidos a testes sensoriais de aceitação, avaliando aspectos como aroma, sabor, cor e textura das cervejas produzidas com as diferentes cepas de leveduras.

#### 4.1.1 Microrganismos utilizados nos experimentos

As cepas de leveduras empregadas nesta pesquisa foram obtidas a partir de variantes selvagens isoladas de amostras de caldo de cana-de-açúcar coletadas nas dornas de fermentação etanólica de fábricas de cachaça localizadas na região de Salinas-MG. Essas leveduras constituem parte do conjunto de cepas preservadas no Laboratório de Ecologia de Microrganismos e Microbiologia Ambiental (LEMMA) da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). O processo de seleção dessas cepas selvagens compreendeu a coleta de amostras das leveduras presentes nas dornas, sendo aquelas com morfologias distintas cultivadas e subculturadas para obtenção de amostras puras. Das cepas selecionadas, quatro espécies foram agrupadas, sequenciadas previamente e depositadas no GenBank, um banco de dados de sequências nucleotídicas mantido pelo NLM/NCBI no National.

As duas categorias de leveduras empregadas nesses ensaios foram identificadas no referido banco de dados como sp11 e sp14 ambas co-culturas de *Pichia kudriavzevii*, para a comparação foi utilizada a levedura comercial *Safeale* US-05®.

#### 4.1.2 Produção da cerveja

Para a produção da cerveja artesanal utilizou a técnica *Brew in a Bag* (BIAB), empregando uma única panela automatizada (marca Single Vessel Cerveja Fácil, modelo ML-20G2, capacidade de 30 litros). Esta panela oferece controle de rampas de temperatura, conferindo eficiência e precisão nas etapas produtivas. A cerveja produzida foi do estilo American Ale, em que foram utilizados 25 litros de água mineral, 15g de lúpulo Hallertau Hersbrucker T9 em pellet, 3 kg de extrato de malte em pó marca Drybrew, e as cepas de leveduras testadas no experimento, ao todo foram produzidos 3 receitas, uma para cada levedura de teste.

O processo iniciou-se com o aquecimento da água até levantar fervura, em seguida adicionou-se o extrato de malte, fervendo o mosto por 60 minutos com inserção de lúpulo; após a fervura realizou-se a etapa de *whirlpool*, seguindo para o resfriamento até temperatura de 22°C, finalizando com a transferência do mosto para os fermentadores em que foram adicionadas as cepas testadas neste experimento. A cerveja passou pelo processo de fermentação a 22°C até estabilidade na densidade final; isto ocorreu durante onze dias para as leveduras selvagens e sete dias para a levedura comercial, sendo transferidas para maturação. O período de maturação a frio ocorreu por 5 dias a 10°C, seguido por carbonatação forçada em garrafas PET.

#### 4.2 Análise sensorial

As cervejas produzidas, foram submetidas a um teste sensorial afetivo de aceitação. O teste foi estruturado em uma escala hedônica e envolveu a participação de pelo menos 70 voluntários, compreendendo acadêmicos e funcionários da UFMG de Montes Claros. O projeto foi submetido à Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Montes Claros-MG (UNIMONTES), com o número de registro CAAE – 64890522.0.0000.5146 e parecer final: 5.837.848.

A escala hedônica utilizada consistiu em 5 pontos, conforme a Figura 1, variando de "gostei extremamente" a "desgostei extremamente". O teste foi realizado individualmente, sem interação entre os participantes. Cada participante recebeu 30 ml de cada cerveja para avaliação, e as amostras foram identificadas de forma aleatória. Antes da avaliação, os participantes foram apresentados ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e de acordo com esse termo, cada participante assinou para participar da análise. O sabor das formulações foi avaliado

por meio de uma escala hedônica de nove pontos, associando valores numéricos a cada categoria, variando de 1 = desgostei extremamente a 9 = gostei extremamente (Figura 2).

**Figura 1- Modelo de teste sensorial afetivo de aceitação utilizado**

**Teste de Aceitação**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
31/05/2023

Por favor, avalie a amostra codificada e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

**AMOSTRA:**

	Impressão Global	Coloração	Aroma	Espuma	Sabor
Gostei extremamente					
Gostei muito					
Gostei moderadamente					
Gostei ligeiramente					
Indiferente					
Desgostei ligeiramente					
Desgostei moderadamente					
Desgostei muito					
Desgostei extremamente					

ESCALAS PARA AVALIAÇÃO	NOTA CORRESPONDENTE
Gostei extremamente	9
Gostei muito	8
Gostei moderadamente	7
Gostei ligeiramente	6
Indiferente	5
Desgostei ligeiramente	4
Desgostei moderadamente	3
Desgostei muito	2
Desgostei Extremamente	1

**Fonte:** Elaborada pelo autor

### 4.3 Análise estatística

Após a análise sensorial, os dados foram tabulados e submetidos a uma análise descritiva, incorporando frequência absoluta, média e desvio padrão. Posteriormente, as características avaliadas pelos provadores foram comparadas estatisticamente por meio de uma análise de normalidade de Friedman. Valores com p-valor < 0,05 indicaram não normalidade e

foram submetidos ao teste não paramétrico de comparação de médias Mann-Whitney U. Para valores com p-valor  $> 0,05$ , indicando normalidade, os dados foram analisados pelo teste paramétrico de comparação de médias ANOVA de Tukey. A condução da análise de dados foi realizada no ambiente Python, utilizando as bibliotecas `scipy`, `scikit-posthocs` e `matplotlib`.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

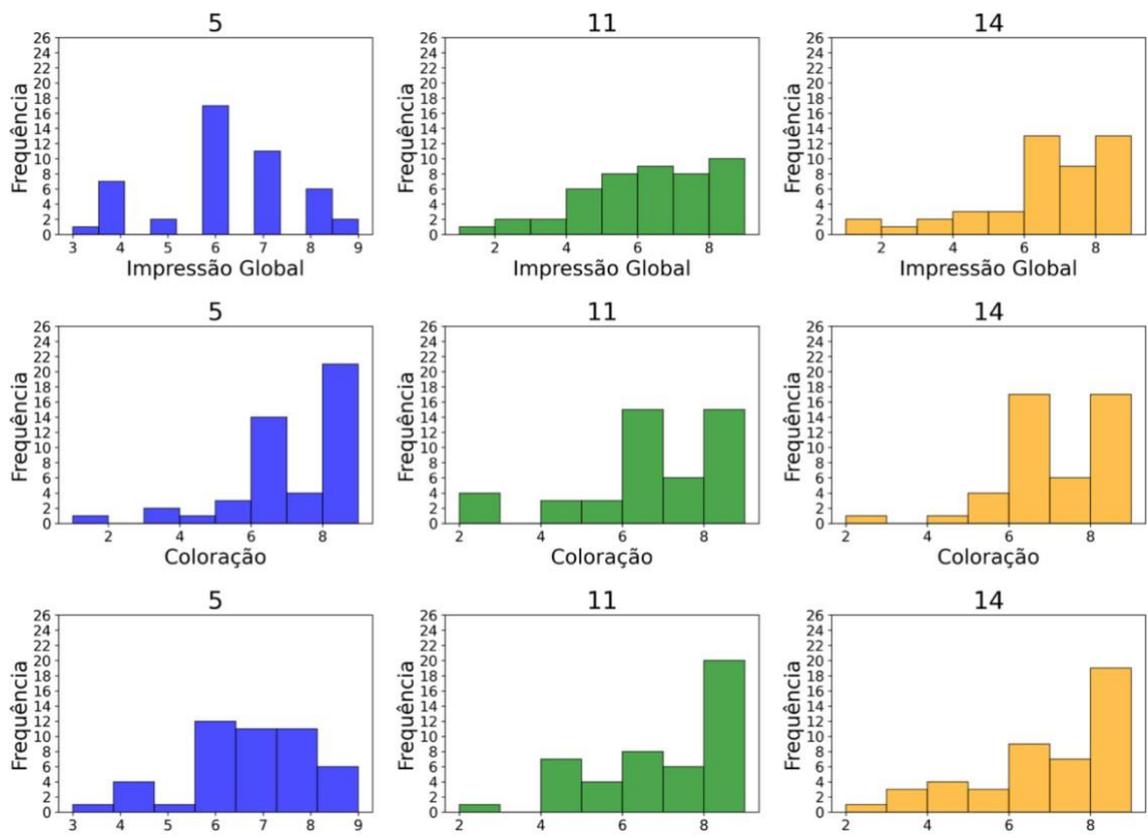
### 5.1 Análise sensorial

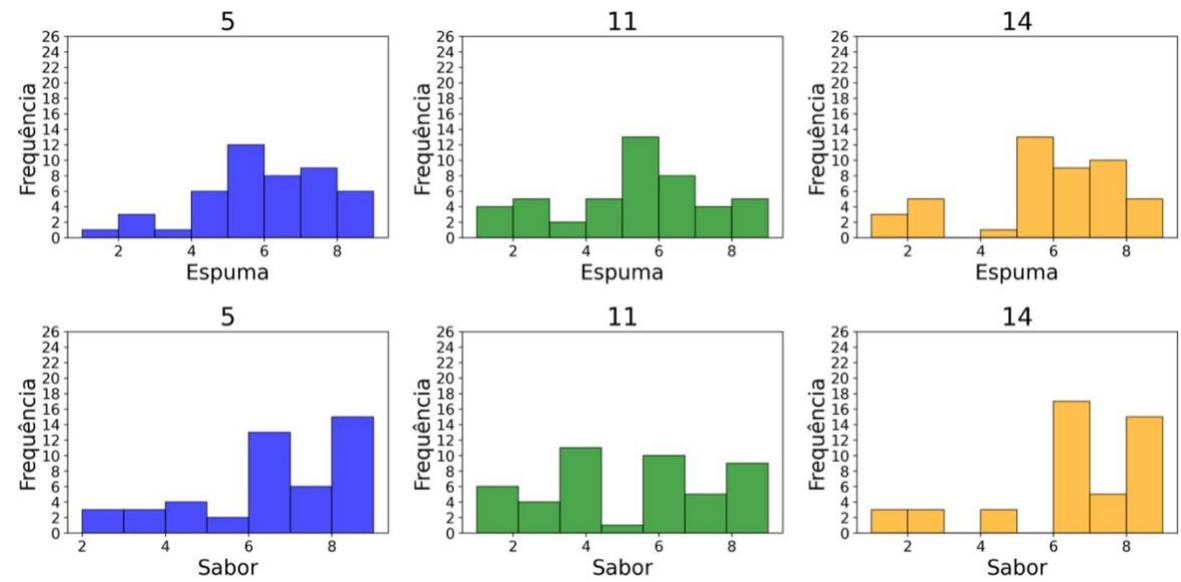
O objetivo central deste estudo consiste na comparação, por meio de testes sensoriais de aceitação, de cervejas artesanais elaboradas com duas linhagens de leveduras isoladas de dornas de cachaça, pertencentes às espécies *Saccharomyces* e *não-Saccharomyces*, ambas com perfil termotolerante, com uma levedura comercial do tipo *Saccharomyces cerevisiae*. A análise sensorial desempenha um papel crucial neste contexto, destacando-se pela sua capacidade de discernir nuances sutis de sabor, aroma e textura, aspectos determinantes na apreciação de cervejas.

A complexidade única da cerveja, com sua vasta gama de compostos voláteis e sabores, enfatiza a necessidade de uma avaliação minuciosa. Apesar dos resultados não evidenciarem diferenças estatísticas significativas, é imperativo contextualizar esses achados no âmbito do esforço dedicado à avaliação sensorial (Maia; Belo 2017).

Abaixo, na Tabela 1, apresentamos os resultados da frequência dos testes sensoriais de aceitação de cervejas artesanais em leveduras isoladas em dornas de cachaça, para analisar o perfil dos consumidores.

**Tabela1-** Frequência do teste sensorial de aceitação de cervejas artesanais de leveduras isoladas de dornas de cachaça.





Fonte: Elaborada pelo autor

Destaca-se que, para as dimensões de "Impressão Global", "Coloração", "Aroma" e "Espuma", não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos, sugerindo uniformidade nas respostas sensoriais para esses atributos.

Ao analisar a "Impressão Global", os resultados indicam consistência nas percepções, corroborando a pesquisa de Silva (2005), que ressaltou a estabilidade dessa dimensão em diversos alimentos. A uniformidade na "Coloração" é congruente com os achados de Maia & Belo (2017), que não encontraram variações perceptíveis nesse aspecto em cervejas produzidas com diferentes leveduras.

No entanto, a dinâmica observada na dimensão do "Sabor" revela um panorama distinto. O teste de normalidade não paramétrico indicou significância estatística, apontando variações nas classificações de sabor entre os grupos. Essa descoberta diverge de estudos similares, como o de Ribeiro (2021), que não identificaram diferenças marcantes nas avaliações de sabor entre diferentes cepas de leveduras. Para uma compreensão mais profunda dessas discrepâncias é fundamental considerar as particularidades dos métodos de produção e das matérias-primas.

Os resultados do teste de Tukey indicaram a ausência de diferenças significativas nas médias entre grupos para todas as características avaliadas. Essa consistência nas respostas sensoriais pode ser interpretada à luz da estabilidade proporcionada por uma levedura comercial do tipo *Saccharomyces cerevisiae*.

Em síntese, este estudo oferece *insights* valiosos sobre as características sensoriais de cervejas artesanais produzidas com diferentes linhagens de leveduras. As similaridades

encontradas nas dimensões de "Impressão Global", "Coloração", "Aroma" e "Espuma" sugerem uma uniformidade notável, enquanto as variações significativas na dimensão do "Sabor" apontam para a influência específica da linhagem de levedura. Essa discussão se alinha e, em alguns casos, contrasta com achados em pesquisas anteriores, enfatizando a complexidade e a necessidade de uma abordagem contextualizada na interpretação de resultados sensoriais cervejeiros.

A tabela abaixo mostra as médias e desvio padrão de cada característica avaliada pelos provadores, bem como os resultados da análise estatística dos testes sensoriais em que letras iguais no sentido das colunas indicam igualdade perante os testes estatísticos de comparação de médias para cada parâmetro avaliado.

**Tabela1 – Média e desvio padrão de cada característica avaliada pelos provadores como coloração, aroma, espuma e sabor.**

Levedura	Imp. Global	Coloração	Aroma	Espuma	Sabor*
5 (US-05)	6,22 ( $\pm 1,41$ ) a	6,74 ( $\pm 1,72$ ) a	6,84 ( $\pm 1,50$ ) a	5,56 ( $\pm 1,87$ ) a	6,24 ( $\pm 2,03$ ) a
11	5,83 ( $\pm 1,93$ ) a	6,34 ( $\pm 1,91$ ) a	6,67 ( $\pm 1,81$ ) a	4,85 ( $\pm 2,13$ ) a	5,15 ( $\pm 2,31$ ) b
14	6,19 ( $\pm 1,96$ ) a	6,74 ( $\pm 1,44$ ) a	6,54 ( $\pm 1,83$ ) a	5,37 ( $\pm 2,05$ ) a	6,17 ( $\pm 2,25$ ) a

**Fonte:** Elaborada pelo autor

Letras seguidas de \* indicam que os dados tiveram valor de  $p < 0.05$  para normalidade de Friedman, assim foi utilizado para comparação de médias o teste não paramétrico.

Os resultados da análise estatística, abrangendo as colunas "Impressão Global", "Coloração", "Aroma", "Espuma" e "Sabor", oferecem uma visão abrangente da avaliação sensorial das cervejas em questão. Para as colunas de "Impressão Global", "Coloração", "Aroma" e "Espuma", os testes paramétricos indicam a normalidade dos dados e a inexistência de diferenças significativas entre as médias dos grupos avaliados (5, 11, 14), destacando uma consistência notável nessas características sensoriais.

Contudo, o cenário se modifica ao considerarmos a coluna "Sabor", cujo teste não paramétrico de Friedman revela uma dinâmica distinta. O P-valor significativo (0.006) sugere diferenças notáveis nas classificações de sabor entre os grupos, indicando uma variação significativa nesse atributo. A análise aprofundada destaca não apenas a normalidade e homogeneidade dos dados, mas também ressalta a importância de compreender as diferenças significativas nas médias entre grupos para cada coluna, orientando áreas específicas que podem demandar atenção ou aprimoramento no produto final.

## 5.2 Análise estatística

Na análise estatística dos resultados, percebemos que para as dimensões de "Impressão Global", "Coloração", "Aroma" e "Espuma", não identificamos diferenças significativas entre os grupos, sugerindo uma uniformidade nas respostas sensoriais para esses atributos. Essa conclusão é respaldada pelos testes de normalidade, que não indicaram desvios notáveis da distribuição normal.

Contudo, ao investigarmos a dimensão do "Sabor", observamos uma dinâmica distinta. O teste de normalidade não paramétrico revelou significância estatística, apontando variações nas classificações de sabor entre os grupos. Os valores de P-adj na matriz de comparação detalham as relações específicas entre os grupos, destacando diferenças notáveis, como a 22 entre os grupos 5 e 11.

Para uma análise mais profunda, sugiro que exploremos discussões nos resultados, ressaltando a consistência nas percepções sensoriais para as dimensões de "Impressão Global", "Coloração", "Aroma" e "Espuma". Aqui, seria útil inserir referências sobre a robustez dos testes estatísticos usados.

Por outro lado, no contexto do "Sabor" é crucial concentrarmos nossos esforços na interpretação das diferenças significativas observadas. Ao discutirmos as possíveis razões para essas disparidades, como variações nos processos de produção ou influências das matérias-primas, podemos enriquecer a análise.

Ao desenvolvermos os resultados, vou incluir trabalhos relacionados que abordem estratégias de interpretação estatística em avaliações sensoriais de produtos alimentícios. Destacar a importância de uma abordagem contextualizada para garantir *insights* significativos e aplicáveis à prática industrial será valioso em nossa discussão.

## **6 CONCLUSÃO**

Ao analisar os resultados, observamos uma uniformidade marcante nas características sensoriais das cervejas produzidas com cepas de leveduras selvagens termotolerantes, abrangendo "Impressão Global", "Coloração", "Aroma" e "Espuma". Essa consistência sugere estabilidade sensorial, viabilizando a integração dessas linhagens na produção cervejeira, mantendo uma qualidade comparável às cervejas convencionais. Os testes de aceitação do consumidor não mostraram diferenças significativas entre as médias de grupos, indicando uma aceitação equiparável às cervejas comerciais convencionais e apontando para um potencial promissor no mercado cervejeiro. Esses resultados reforçam a relevância das cepas de leveduras selvagens termotolerantes na diversificação e inovação do cenário cervejeiro.

## REFERÊNCIAS

- BAMFORTH, C. W. (2009). **Beer**: Tap into the Art and Science of Brewing. Oxford University Press.
- BOKULICH, N. A., et al. (2012). **Microbial biogeography of wine grapes is conditioned by cultivar, vintage, and climate**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(1), E139-E148.
- BOKULICH, N. A., et al. (2016). **Precision fermentation**: A new era in microbe-based food production. Current Opinion in Food Science, 2, 123-129.
- BOULTON, C., & Quain, D. (2001). **Brewing Yeast and Fermentation**. Wiley.
- GONZÁLEZ-RAMOS, D. (2018). **Wild yeast biota**: novel dynamics in beer fermentation. Food Research International, 107, 53-61.
- LAWLESS, H. T., & HEYMANN, H. (2010). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Springer Science & Business Media.
- MAIA, Thaís Soares; BELO, Renata França Cassimiro. **Análises físico-químicas de cerveja artesanal elaborada com graviola e análise sensorial de cervejas com adição de frutas e frutadas comercializadas**. Revista Brasileira de Ciências da Vida, v. 5, n. 5, 2017.
- MEILGAARD, M. C., Civille, G. V., & CARR, B. T. (1991). **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press.
- MERWE, G. K Van der., & KILIAN, S. G. (2017). **The microbial ecology of South African traditional beer fermentation**. Food Research International, 102, 149-160.
- PRIEST, F. G., & STEWART, G. G. (2006). **Handbook of Brewing**. CRC Press.
- RIBEIRO, Eduardo Silveira et al. **Produção de cerveja e análise sensorial**: um referencial teórico. Ciência e Tecnologia de alimentos: pesquisas e práticas contemporâneas, v. 2, n. 47, p. 656-670, 2021.
- SILVA, S., et al. (2020). **Exploring the potential of wild yeast strains for craft beer production**. Food Microbiology, 89, 103414.
- SILVA, Aline Fonseca da; MINIM, Valéria Paula Rodrigues; RIBEIRO, Milene Moreira. **Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (Coffea arabica L.) orgânico**. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, p. 1224-1230, 2005.
- STONE, H., & SIDEL, J. L. (2004). **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press.
- WHITE, C., & ZAINASHEFF, J. (2010). **Yeast**: The Practical Guide to Beer Fermentation. Brewers Publications.