



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Campus Regional Montes Claros

ICA
INSTITUTO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Engenharia de Alimentos

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

Veronica Martins Alves Souza



Veronica Martins Alves Souza

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

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

Orientador: Prof. Dr. Rodolpho César dos Reis Tinini

Montes Claros
Instituto de Ciências Agrárias - UFMG

2023

Veronica Martins Alves Souza, ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS PRODUZIDAS
COM 2 CEPAS DE LEVEDURAS SELVAGENS TERMOTOLERANTES OBTIDAS EM
DORNAS DE CACHAÇA

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Mestranda: Daniela Cácia 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 a Deus, pois sem sua graça e amparo eu nada poderia fazer. A meus pais, minha filha e meus avós, em especial meu avô paterno Clemente, (*in memoriam*), pois sem eles este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram de maneira significativa para a realização deste trabalho. Este momento não seria possível sem o apoio incondicional de pessoas especiais em minha vida.

Em primeiro lugar, quero dedicar este agradecimento à minha amada filha, Elisa. Sua paciência, compreensão e amor constante foram a luz que iluminou os dias mais desafiadores desta jornada acadêmica. Sua presença trouxe inspiração e motivação, lembrando-me diariamente da importância deste esforço.

Aos meus pais, Charles e Zileide, minha irmã Wanessa e meus sobrinhos Aurora e Miguel, cujo apoio sempre foi meu alicerce. Suas palavras de encorajamento, sacrifícios e amor incondicional foram fundamentais para que eu alcançasse este marco. Agradeço por serem exemplos de dedicação, perseverança e valores que moldaram minha jornada.

A minha amiga Emily, que esteve junto comigo em toda a minha trajetória, compartilhando risos nos momentos de descontração e oferecendo amparo nos desafios, meu profundo agradecimento. Aos meus amigos, Ana Moura, Ana Carolina, Anne Francielle, Dahiane Batista, Vitória Marques, Breno Soares, entre outros amigos que estiveram ao meu lado. Suas amizades foram um suporte crucial durante os altos e baixos deste percurso acadêmico.

Cada um de vocês desempenhou um papel vital nesta conquista, e sou profundamente grata por ter uma rede de apoio tão incrível. Que este trabalho não seja apenas meu, mas também uma celebração de todas as pessoas extraordinárias que fazem parte da minha vida.

Muito obrigada!

Veronica Martins

RESUMO

No cenário sempre em evolução da produção de cerveja, onde a tradição coexiste com a inovação, este estudo explorou o potencial de cepas de leveduras selvagens termotolerantes provenientes de dornas de cachaça para a elaboração de cervejas com perfis sensoriais verdadeiramente únicos. Empregando uma análise sensorial abrangente, o objetivo foi decifrar como essas cepas inovadoras de leveduras influenciam as características sensoriais das cervejas produzidas. Os resultados da análise sensorial revelaram nuances intrigantes nos perfis das cervejas produzidas com cepas de leveduras selvagens termotolerantes. Em termos de impressão geral, a levedura comercial apresentou uma pontuação mais alta, não se diferenciou estatisticamente da levedura 21 (*Saccharomyces cerevisiae*), enquanto a levedura 23 (*Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*) se destacou significativamente. Essa tendência persistiu em avaliações de cor, aroma, sabor e espuma, destacando a complexidade e singularidade sensorial proporcionada por cepas termotolerantes. A cor, influenciada por diversas matérias-primas e processos, exibiu proximidade entre as cepas, com destaque para a levedura 21. Embora a levedura comercial tenha demonstrado superioridade estatística na percepção do aroma — um aspecto crucial para os consumidores — em comparação com a levedura 21, a diferença não foi acentuada. Para o sabor, o padrão sensorial alinhou-se com a espuma, onde a levedura comercial obteve uma pontuação mais alta, diferenciando estatisticamente da levedura 21 e assemelhando-se à levedura 23. Este estudo, centrado na análise sensorial, proporcionou uma compreensão aprofundada das cervejas produzidas com leveduras selvagens termotolerantes, destacando sua relevância na indústria cervejeira. Ao atender à demanda contemporânea por experiências sensoriais únicas, a incorporação dessas cepas de leveduras não apenas satisfaz as necessidades atuais do mercado, mas também desafia normas tradicionais, revitalizando a vitalidade e competitividade do setor. A pesquisa atingiu com sucesso seu objetivo ao realizar uma análise sensorial abrangente das cervejas produzidas com essas cepas, alcançando também objetivos específicos, como a comparação com cervejas tradicionais e a avaliação da aceitação do consumidor. Essa integração não apenas está em sintonia com as expectativas do mercado, mas também corrobora com a era de produção de cervejas distintas, representando um marco na evolução contínua das tradições cervejeiras.

Palavras-chave: Cerveja; Leveduras selvagens, Termotolerantes, Análise sensorial.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Teste de aceitação	17
Figura 2 – Frequência da análise sensorial	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala de avaliação.....	17
Tabela 2 – Resultados das análises sensorial	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO GERAL	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Introdução a análise sensorial de cervejas	10
3.2 Importância da análise sensorial na indústria de alimentos	11
3.3 Influência das cepas de leveduras na análise sensorial de cervejas	11
3.4 Leveduras selvagens termotolerantes e sua relevância na produção de cervejas---	12
4 METODOLOGIA	14
4.1 Descrição do experimento	14
4.2 Microrganismos utilizados no experimento	14
4.3 Produção da cerveja	14
4.4 Análise sensorial	15
4.5 Análise estatística	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÃO	20
7. REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A tradição da produção cervejeira, fortemente ligada à fermentação, procura constantemente inovações para atender às exigências de consumidores que buscam experiências sensoriais únicas. Nesse contexto, a utilização de cepas de leveduras selvagens termotolerantes, originárias de dornas de cachaça, surge como uma perspectiva interessante e promissora para desenvolver cervejas com perfis sensoriais verdadeiramente diferentes (Silva *et al.*, 2020).

Ao explorar o universo cervejeiro, caracterizado pela coexistência de tradição e inovação, surge a necessidade de delimitação do escopo. Nesse contexto, a identificação do uso dessas cepas inovadoras em cervejarias contemporâneas estabelece o ponto de partida para a definição do problema a ser abordado. Torna-se imperativo questionar como as leveduras selvagens termotolerantes influenciam as características sensoriais das cervejas produzidas (Bokulich *et al.*, 2016).

Em um cenário onde consumidores anseiam por experiências sensoriais singulares, a integração de cepas de leveduras selvagens termotolerantes representa não apenas uma resposta à demanda do mercado, mas uma oportunidade de redefinir os padrões convencionais (Silva *et al.*, 2020).

A relevância da análise sensorial no contexto da produção de cervejas distintas é evidenciada pela necessidade de compreender, de maneira aprofundada, como nuances sensoriais específicas podem ser atribuídas a essas cepas inovadoras. A análise sensorial, assim, não é apenas uma ferramenta para a apreciação do consumidor, mas também um pilar fundamental para a produção de cervejas que transcendem as expectativas convencionais, contribuindo para a vitalidade e competitividade da indústria cervejeira (González-Ramos, 2018).

O objetivo geral desta pesquisa é realizar uma análise sensorial abrangente de cervejas produzidas com duas cepas de leveduras selvagens termotolerantes obtidas em dornas de cachaça. Busca-se, assim, desvendar as complexidades sensoriais dessas cervejas, contribuindo para a expansão do conhecimento cervejeiro e atendendo à demanda por produtos inovadores e cativantes.

2 OBJETIVO GERAL

2.1 Objetivo Geral

Comparar, por meio de testes sensoriais de aceitação, cervejas artesanais produzidas com duas linhagens de leveduras selvagens isoladas a partir de dornas de cachaça (ambas co-culturas de *Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*), 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 às cervejas produzidas com as cepas de leveduras selvagens termotolerantes, considerando preferências e potencial para a comercialização desses produtos no mercado cervejeiro.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Introdução a análise sensorial de cervejas

A análise sensorial de cervejas desempenha um papel crucial na indústria cervejeira, influenciando diretamente a aceitação do produto final pelos consumidores. Este tópico visa introduzir e contextualizar a importância da análise sensorial nesse cenário dinâmico e altamente competitivo.

A análise sensorial é um campo multidisciplinar que busca compreender as percepções humanas em relação aos estímulos sensoriais de um produto, neste caso, cervejas. No contexto cervejeiro, a análise sensorial é essencial para avaliar e descrever as características organolépticas, como aroma, sabor, textura e aparência visual, influenciando diretamente na aceitação do consumidor (STONE e SIDEL, 2004). Sua importância reside na capacidade de fornecer informações detalhadas sobre as preferências do consumidor e na orientação do processo de produção para atender às expectativas do mercado (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991).

A análise sensorial de cervejas emprega uma variedade de métodos e técnicas para avaliar as características sensoriais de forma sistemática. Testes de degustação, por exemplo, são frequentemente utilizados para avaliar características como aroma, sabor e textura (LAWLESS e HEYMANN, 2010). A avaliação de atributos sensoriais específicos, como amargor, doçura e acidez, é realizada por meio de escalas de pontuação, proporcionando uma abordagem quantitativa à análise sensorial (MEILGAARD *et al.*, 1991).

A abordagem sensorial é complementada por métodos instrumentais, como cromatografia gasosa e espectrometria de massa, que possibilitam a identificação de compostos voláteis responsáveis pelos atributos sensoriais percebidos (Bamforth, 2009). A combinação dessas

abordagens fornece uma compreensão abrangente das características sensoriais das cervejas, permitindo a otimização do processo de produção e a criação de produtos que atendam às expectativas dos consumidores

3.2 Importância da análise sensorial na indústria de alimentos

Os métodos e técnicas empregados na análise sensorial de cervejas constituem uma ferramenta fundamental para a avaliação precisa das características organolépticas do produto. Testes de degustação, amplamente utilizados, possibilitam a análise direta dos atributos sensoriais, como aroma e sabor, por meio da percepção gustativa e olfativa dos degustadores (LAWLESS e HEYMANN, 2010). A avaliação de atributos sensoriais específicos, como amargor, doçura e acidez, é frequentemente conduzida mediante o uso de escalas de pontuação, proporcionando uma quantificação mais objetiva (MEILGAARD *et al.*, 1991).

A análise sensorial assume um papel central na garantia da qualidade do produto final na indústria cervejeira. Através da identificação e compreensão das nuances sensoriais, é possível otimizar o processo de produção, ajustar formulações e atender às expectativas dos consumidores. Além disso, a satisfação do consumidor, fator determinante para o sucesso no mercado cervejeiro, está intrinsecamente ligada à qualidade sensorial do produto (STONE & SIDEL, 2004). A capacidade de oferecer cervejas que não apenas atendam, mas excedam as expectativas sensoriais do consumidor confere vantagem competitiva significativa.

Embora a análise sensorial seja uma ferramenta valiosa, a sua implementação na indústria cervejeira não está isenta de desafios. Um desafio comum reside na padronização dos métodos, uma vez que variações na metodologia podem resultar em interpretações divergentes dos resultados. A subjetividade inerente às avaliações sensoriais também representa um desafio, pois as preferências individuais dos degustadores podem influenciar as conclusões (LAWLESS e HEYMANN, 2010). A mitigação desses desafios exige a implementação de protocolos rigorosos e a seleção criteriosa de degustadores treinados, bem como a constante revisão e aprimoramento dos métodos adotados.

A superação desses desafios é essencial para assegurar a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos na análise sensorial de cervejas, contribuindo assim para a melhoria contínua da qualidade e satisfação do consumidor na indústria cervejeira.

3.3 Influência das cepas de leveduras na análise sensorial de cervejas

As cepas de leveduras desempenham um papel central na produção de cervejas, influenciando diretamente as características sensoriais do produto. Sua contribuição vai além da simples fermentação, impactando aspectos como aroma, sabor, corpo e coloração da cerveja. Este tópico abordará o papel fundamental dessas cepas na análise sensorial das cervejas, explorando como suas características únicas moldam a experiência sensorial do consumidor.

A variabilidade sensorial entre diferentes cepas de leveduras é notável, influenciando de maneira significativa as características sensoriais das cervejas. A diversidade de aromas, sabores e outros atributos sensoriais resultantes das distintas cepas de leveduras proporciona um vasto espectro de possibilidades na produção cervejeira. Fatores como a escolha da cepa podem determinar nuances que vão desde notas frutadas até características mais terrosas e complexas, evidenciando a riqueza sensorial inerente à diversidade de cepas (BOULTON e QUAIN, 2001).

As cepas de leveduras termotolerantes apresentam um perfil sensorial único que merece especial atenção. Seus atributos sensoriais distintos, muitas vezes associados à produção de cachaça, oferecem uma oportunidade emocionante para a criação de cervejas especiais. O aroma, sabor e outros aspectos sensoriais específicos dessas cepas podem conferir características únicas e desejáveis às cervejas, expandindo o leque de opções para os cervejeiros artesanais e industriais.

A temperatura de fermentação desempenha um papel crítico na atividade das leveduras, impactando diretamente o perfil sensorial das cervejas produzidas com cepas termotolerantes. A tolerância térmica dessas cepas proporciona benefícios notáveis, permitindo a fermentação em condições que podem realçar ou atenuar certos atributos sensoriais. A compreensão dessa interação entre temperatura, atividade das leveduras e perfil sensorial é essencial para a produção controlada e consistente de cervejas com características específicas (WHITE e ZAINASHEFF, 2010).

A análise sensorial desempenha um papel crucial na seleção de cepas de leveduras termotolerantes. Ao integrar a avaliação sensorial no processo de seleção, os cervejeiros podem alinhar as características desejadas da cerveja com as propriedades específicas das cepas. Essa abordagem orientada pela análise sensorial é essencial para alcançar consistência na produção e atender às preferências dos consumidores (PRIEST e STEWART, 2006).

3.4 Leveduras selvagens termotolerantes e sua relevância na produção de cervejas

A utilização de leveduras selvagens termotolerantes introduz um componente fascinante nos processos de fermentação cervejeira. Diferentemente das leveduras tradicionais, essas cepas selvagens conferem à cerveja características únicas provenientes de sua origem selvagem. O processo de fermentação com leveduras selvagens termotolerantes envolve interações complexas entre as cepas e os substratos presentes, resultando em nuances sensoriais específicas que contribuem para a singularidade das cervejas produzidas (VAN DER MERWE e KILIAN, 2017).

A diversidade genética entre as cepas de leveduras selvagens termotolerantes manifesta-se em variações notáveis na produção de cervejas. A influência dessas cepas no sabor, aroma e características gerais do produto é significativa, proporcionando uma gama ampla de perfis sensoriais.

Cada cepa contribui de maneira distinta para a complexidade sensorial da cerveja, permitindo aos cervejeiros explorarem diferentes caminhos de expressão sensorial (BOKULICH *et al.*, 2012).

Os benefícios derivados do uso de leveduras selvagens termotolerantes são expressivos. Além de conferir complexidade ao sabor e aroma das cervejas, essas cepas oferecem características únicas que podem ser exploradas para criar produtos distintos e inovadores. A complexidade sensorial proporcionada por essas leveduras contribui para a diferenciação no mercado cervejeiro, atendendo à crescente demanda por experiências sensoriais únicas por parte dos consumidores (GONZÁLEZ-RAMOS, 2018).

Estudos recentes, como os conduzidos por Bokulich *et al.* (2012) e González-Ramos (2018), oferecem informações significativas acerca das características genéticas, metabólicas e sensoriais dessas cepas. Essas contribuições científicas não apenas aprofundam a compreensão do papel dessas leveduras na fermentação cervejeira, mas também fornecem orientações valiosas para os cervejeiros que buscam otimizar suas práticas de produção.

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.

4.2 Microrganismos utilizados no experimento

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 sp21 (co-cultura de *Pichia kudriavzevii*) sp23 (co-cultura de *Candida intermedia*), para a comparação foi utilizada a levedura comercial Safeale US-05® (*Saccharomyces cerevisiae*).

4.3 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 lotes para cada levedura de teste.

O processo iniciou-se com o aquecimento da água até levantar fervura, em seguida adicionou-se do 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.

4.4 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 (Tabela 1).

Tabela 1- Escala de avaliação.

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: Da autora, 2023.

Figura 1- Teste de aceitação.

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					

Fonte: Da autora, 2023.

4.5 Análise estatística

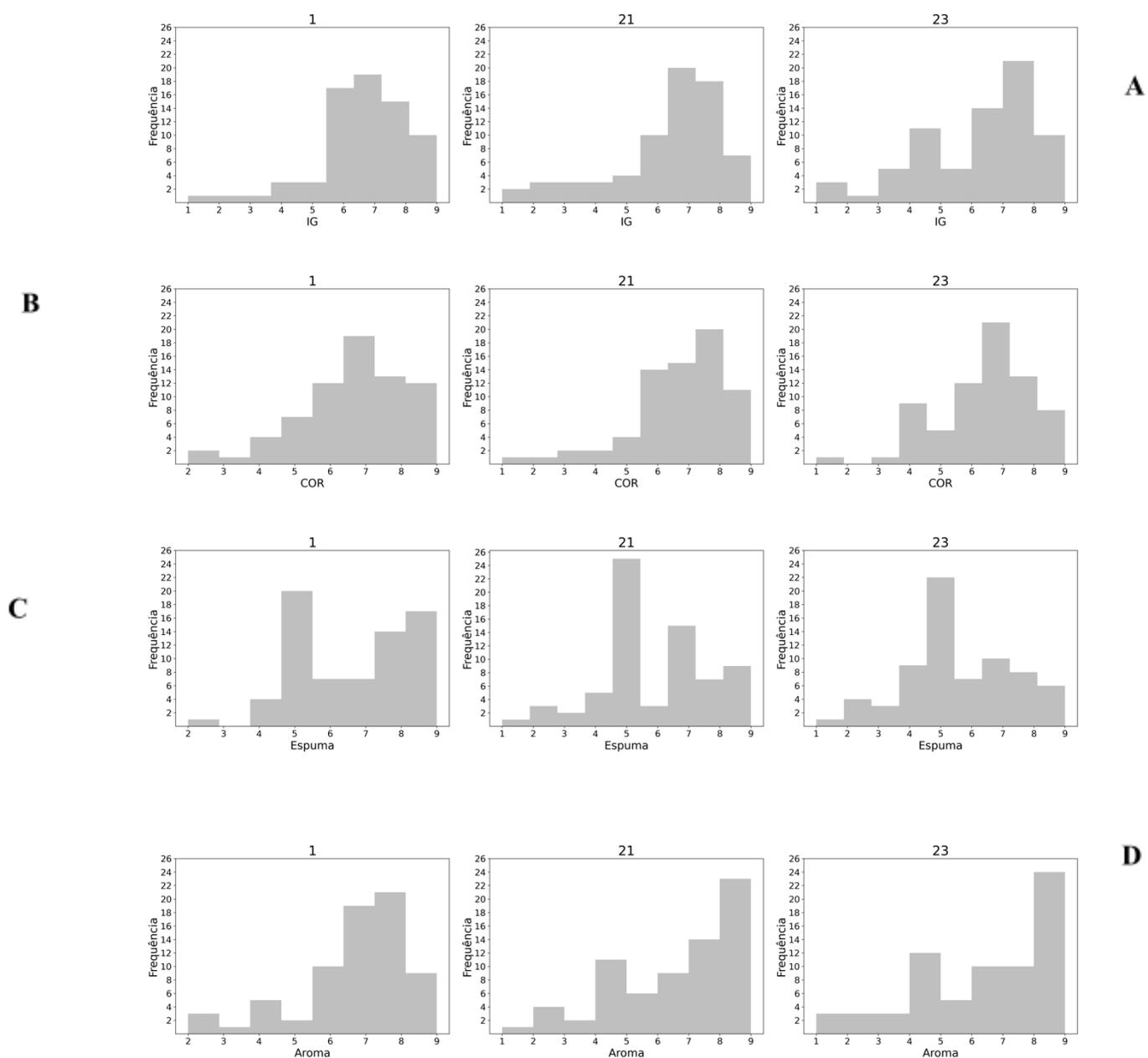
Após a análise sensorial, os dados foram tabulados e submetidos a uma análise descritiva, incorporando frequência absoluta, média e desvio padrão. Posteriormente, as características avaliadas pelos provadores foram comparadas estatisticamente por meio de uma análise de normalidade de Friedman. Valores 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

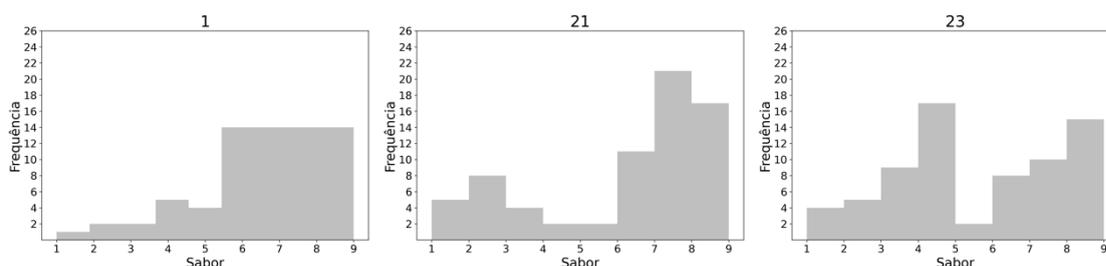
O objetivo principal deste estudo foi explorar o potencial das cepas de leveduras termotolerantes de dornas de cachaça na criação de cervejas com perfis sensoriais distintos. A análise sensorial emergiu como um pilar crucial, permitindo a compreensão da influência dessas cepas na complexidade sensorial das cervejas. Vale ressaltar que a singularidade das cervejas é multifacetada, e sua avaliação sensorial exige um olhar meticuloso para compreender nuances sutis. Embora os

resultados tenham revelado uma ausência de diferenças estatísticas entre certos aspectos sensoriais, isso não diminui a seriedade do trabalho dedicado à avaliação sensorial. De acordo com estudos anteriores, como os realizados por Silva et al. (2019) e Santos *et al.* (2020), a análise sensorial desempenha um papel fundamental na identificação de características sensoriais distintas, mesmo em situações em que diferenças estatísticas podem não ser imediatamente evidentes.

Figura 2- Frequência da análise sensorial das cervejas produzidas.



E



Fonte: Da autora, 2023.

Nota: A-Avaliação da Impressão Global / B- Avaliação da Cor / C – Avaliação da Espuma / D- Avaliação do Aroma/ E – Avaliação da Sabor. **1** - Levedura Comercial Us05 / **21** (*Saccharomyces cerevisiae*) / **23** (*Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*) *Todos os gráficos correlacionam a frequência de votos com a escala de notas para cada parâmetro (1 desgostei extremamente e 9 gostei extremamente).

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.

Tabela 2- Resultados das análises sensorial.

Levedura	Imp. Global*	COR	Aroma*	Espuma*	Sabor*
Comercial	6.83 ±1.64 ^a	6.78 ±1.70 ^a	6.87 ±1.74 ^a	6.77 ±1.81 ^a	6.73 ±1.93 ^a
21	6.51 ±2.00 ^a	6.93 ±1.72 ^a	6.24 ±2.15 ^{ab}	5.97 ±1.94 ^b	5.77 ±2.42 ^b
23	5.77 ±1.95 ^b	6.57 ±1.69 ^a	6.01 ±2.25 ^b	5.63 ±1.94 ^b	5.20 ±2.38 ^b

Fonte: Da autora, 2023.

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.

Para impressão global, a levedura comercial mostrou uma nota maior, mas não diferente da levedura 21 (*Saccharomyces cerevisiae*), estatisticamente, ao passo que a levedura 23 (*Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*) se mostrou estatisticamente diferente de ambas, como visto na Figura 2 e na tabela 2. A impressão global da cerveja é uma das formas de observação das cervejas de um modo geral, demonstrando assim a aceitação da cerveja de uma forma mais ampla, observando todos os parâmetros ao mesmo tempo, portanto, a cerveja propriamente dita (GOTTARD *et. al.*, 2022).

A cor final da cerveja deve-se, principalmente, às diferentes matérias-primas utilizadas durante o processo de fabricação da cerveja e depende sobretudo dos grãos e dos processos. Outro contribuinte secundário na coloração é a oxidação de polifenóis, provenientes do malte e do lúpulo, que ocorre durante o armazenamento e envelhecimento. Para o parâmetro coloração as cervejas produzidas com as leveduras testes tiveram notas próximas da cerveja padrão, produzida com a

levedura comercial, apresentando um maior índice de notas entre 7 e 9, o que equivale entre gostei moderadamente e gostei extremamente (KOREN *et. al.*, 2020).

A cor para este tipo de bebida é um atributo sensorial importante, pois tem que ser fiel ao tipo da cerveja e essa é a primeira propriedade que o consumidor observa. A aparência de um produto, incluindo espuma e cor reproduzíveis, é um fator chave de qualidade (KOREN *et. al.*; 2022). Para a cor, o maior valor foi observado na levedura 21, porém não houve diferença significativa para as demais cepas testadas.

O aroma mostrou maior nota na levedura comercial, que não se diferiu estatisticamente da levedura 21 (*Saccharomyces cerevisiae*), porém, se mostrou diferente estatisticamente da levedura 23 (*Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*), enquanto as leveduras 21 e 23 se mostraram iguais estatisticamente.

Os métodos para se testar o sabor em produtos alimentícios e bebidas são estabelecidos e fornecem dados que podem ser analisados estatisticamente para interpretar a aceitação dos consumidores por produtos alimentícios. Entretanto, essas medições ainda são consideradas subjetivas, pois são baseadas em diferenças intrínsecas de percepção e gosto entre os analistas. Para o sabor o padrão sensorial atribuído pelos provadores se repetiu como a avaliação para a espuma, onde a levedura comercial US05 apresentou uma nota maior, mas diferiu estatisticamente das leveduras 21 (*Saccharomyces cerevisiae*), e 23 (*Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*) que se mostraram estatisticamente iguais (VIEJO *et. al.*, 2019).

Para Gonzalez (2019) estes tipos de parâmetros sensoriais utilizados para se analisar bebidas carbonatadas são de grande importância, pois são os principais fatores que determinam a qualidade e a aceitabilidade dessas bebidas pelos consumidores, pois influenciam na percepção de aromas, sensação na boca e sabor/gosto.

Em estudo equivalente a este, como o de Pinto (2018) foi observado que o isolamento de novas linhagens de *Saccharomyces* tem se tornado cada vez mais interessante para a indústria cervejeira, podendo contribuir com melhorias do produto, embora a utilização de leveduras não-*Saccharomyces*, tem timidamente sido empregada na produção de cerveja, trazendo inovação ao setor pela produção de cervejas únicas. Em outro estudo de Miguel *et al.* (2022), onde a composição microbiana de 39 cervejas comerciais foi investigada, verificaram a presença em níveis baixos de 42 espécies de leveduras selvagens, provavelmente introduzidas devido à contaminação, este achado sugere que a presença de outras leveduras além da *S. cerevisiae* tenha contribuições positivas para a cerveja em maior grau do que o esperado. Ainda neste estudo houve o relato de que leveduras não-*Saccharomyces* também podem ser usadas para produzir cerveja sem álcool e/ou com baixo teor alcoólico, e para isto, uma tecnologia envolvendo *Pichia kluyveri* (tal como uma das leveduras da co-cultura s23) foi patenteada para esse fim.

6. CONCLUSÃO

O estudo teve por objetivo usar leveduras selvagens, que vêm de barris de cachaça, para criar cervejas e analisá-las sensorialmente. A análise do gosto foi essencial para entender como essas leveduras diferentes afetam as características sensoriais das cervejas.

Os resultados mostraram que nas cervejas produzidas, destacando as leveduras termotolerantes, especialmente a levedura 23 (*Pichia kudriavzevii* e *Candida intermedia*), adicionam complexidade e singularidade ao sabor, com diferenças estatísticas. A análise dos aspectos sensoriais mostrou o quão importante essas inovações são para a indústria cervejeira.

O estudo alcançou seu objetivo ao realizar uma análise detalhada dos sabores das cervejas, desvendando as complexidades sensoriais, contribuindo muito para expandir o conhecimento sobre cervejas e atendendo à procura por produtos inovadores e atraentes. A incorporação dessas leveduras termotolerantes abre portas para a produção de cervejas distintas, marcando um avanço constante na tradição cervejeira.

7. 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.

Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press.

Priest, F. G., & Stewart, G. G. (2006). *Handbook of Brewing*. CRC Press.

Silva, S., et al. (2020). Exploring the potential of wild yeast strains for craft beer production. *Food Microbiology*, 89, 103414.

Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press.

Van der Merwe, G. K., & Kilian, S. G. (2017). The microbial ecology of South African traditional beer fermentation. *Food Research International*, 102, 149-160.

White, C., & Zainasheff, J. (2010). *Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation*. Brewers Publications.