



INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

ANDRESSA ADRIANA DE BARROS ALVES

**ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM FARINHA DA MANDIOCA
COMO ADJUNTO DE FERMENTAÇÃO**

PETROLINA/PE

2023

ANDRESSA ADRIANA DE BARROS ALVES

**ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM FARINHA DA MANDIOCA
COMO ADJUNTO DE FERMENTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos.

Orientador(a): Prof. Dr. Arão Cardoso Viana

PETROLINA/PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A474 Alves, Andressa Adriana de Barros.

ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM FARINHA DA MANDIOCA
COMO ADJUNTO DE FERMENTAÇÃO / Andressa Adriana de Barros Alves. -
Petrolina, 2023.

43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) -Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Arão Cardoso Viana.

1. Bebidas Fermentadas. 2. Otimização. 3. Inovação. 4. Processos cervejeiros. I.
Título.

CDD 663.3

ANDRESSA ADRIANA DE BARROS ALVES

ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM FARINHA DE MANDIOCA
COMO ADJUNTO DE FERMENTAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

APROVADA EM 16 DE OUTUBRO DE 2023

Arão
Cardoso
Viana

Assinado digitalmente por Arão Cardoso
Viana
ID: OU=IF Sertão PE, O=Instituto Federal do
Sertão Pernambucano, CN=Arão Cardoso
Viana, E=arao.viana@ifsertao-pe.edu.br
Razão: Eu estou aprovando este documento
Localização:
Data: 2023.12.11 18:05:22-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 2023.3.0

Dr. Arão Cardoso Viana

Ana Julia de Brito
Araujo
Carvalho:01859162525

Assinado de forma digital por
Ana Julia de Brito Araujo
Carvalho:01859162525
Dados: 2023.12.13 10:39:35
-03'00'

Dra. Ana Júlia de Brito Araújo Carvalho

MARCOS DOS
SANTOS
LIMA:04325935436

Assinado digitalmente por MARCOS DOS SANTOS
LIMA:04325935436
ID: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Idocap/Inferenda, CN=
3402816605103, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil -
RFB, OU=MARCOS DOS SANTOS, OU=RFB e-CPF A1, CN=MARCOS DOS
SANTOS LIMA:04325935436
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: Piedra PE
Data: 2023.12.11 21:44:28-02'00'
Foxit PDF Reader Versão: 12.0.1

Dr. Marcos dos santos Lima

Marcelo Eduardo Alves
Olinda de
Souza:03258019401

Assinado de forma digital por
Marcelo Eduardo Alves Olinda de
Souza:03258019401
Dados: 2023.12.13 11:18:41 -03'00'

Dr. Marcelo Eduardo Alves Olinda de Souza
(Coordenador do curso de Tecnologia em Alimentos)

Dedicatória.

A Deus, centro e razão da minha existência.

A Nossa Senhora, que sempre me guiou durante minha vida.

Aos meus pais Adriana e Paulo por todo amor e apoio nas alegrias e dificuldades.

Aos meus irmãos, Gustavo e Kauã, aos meus avós pelo incentivo e apoio.

Dedico esse trabalho a meu esposo Raphael que sempre me apoiou e acreditou na minha capacidade e nunca me deixou desistir e a minha filha Aurora, a razão do meu viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me dado força e coragem durante toda essa caminhada.

Aos meus pais Adriana e Paulo, pelo amor, carinho, ensinamentos e por depositarem toda confiança em me.

A minha avó Maria e minha sogra Cleide pelo apoio e cuidado com minha filha, para que eu pudesse alcançar meus objetos e finalizar minha tão sonhada graduação.

Ao meu esposo Raphael e minha pequena Aurora, minha família, amores incondicionais da minha vida.

Ao meu irmão Gustavo pelo amor, parceria e apoio nos momentos da minha vida.

Ao Prof. Arão Cardoso Viana, pela excelente orientação, pela amizade, disponibilidade, paciência e por acreditar em meu potencial em realizar esse trabalho, muito obrigada.

A Tamires e Sumaya, por toda a ajuda durante a execução desse trabalho, vocês foram fundamentais.

Aos colegas da turma, pelas reflexões, críticas, amizade, apoio e sugestões recebidas, em especial Rebeca, Rafaela, Brenda e Agnes.

A todo o corpo docente, verdadeiros mestres, fundamentais para minha formação.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Petrolina.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, minha total gratidão.

Minha eterna gratidão!

**O impossível existe até que alguém
duvide dele e prove ao contrário.**

(Albert Einstein)

RESUMO

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, e seus consumidores estão cada vez mais exigentes, dessa forma, o mercado vem buscando produtos diferenciados, com preços acessíveis e boa qualidade. Dessa forma, o presente trabalho objetivou a elaboração de uma cerveja artesanal com a utilização da farinha de mandioca como adjunto de fermentação, visando aperfeiçoar o processamento e a redução do custo na elaboração do produto, gerando uma nova alternativa para o mercado das cervejas artesanais. A cerveja foi elaborada pelos processos de moagem do malte, mosturação, filtração e lavagem, fervura e adição do lúpulo, resfriamento, fermentação, maturação, envase e refermentação, sendo utilizadas dois tipos de leveduras comerciais uma *Lager* (M-84), e a outra *Ale* (US-05). No processo de mostura, foi utilizado 40 % de farinha de mandioca em substituição ao malte de cevada, como fonte de carboidratos fermentáveis, obedecendo o limite estabelecido pela legislação brasileira. As amostras da farinha foram submetidas às análises físico-químicas, e as cervejas obtidas foram analisadas por cromatografia gasosa para avaliação dos aromas. Em relação as análises físicos químicas da farinha da mandioca, sendo: umidade 10,24%; amido 83,64%; minerais 1,17%; fibra bruta 1,33%. A mesma encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação sendo classificada como: seca; fina e de baixa acidez. Os resultados encontrados foram satisfatórios, pois os aromas analisados em cada amostra são característicos do estilo proposto *American Lager*, os aromas majoritários presentes na cerveja com a levedura M-84 foram: 1-Butanol,3-metil- 61,57%, 1-Butanol,3-metil, acetato 14,73% e 1-Propanol,2-metil- 9,26%, em relação a levedura US-05 os aromas majoritários foram: 1-Butanol,3-metil- 63,52%, 1-Butanol,3-metil, acetato 16,16% e 1-Propanol,2-metil- 10,95%. Quanto a utilização da farinha de mandioca pode-se afirmar que a mesma desempenhou importante papel no processo fermentativo, ou seja, a partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a farinha de mandioca está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação e apresentou eficiência no processo de fermentação, contribuindo para aromas característicos da cerveja proposta, como doce ou semelhante ao milho, aroma leve de lúpulo picante ou floral que são característicos do estilo proposto, estilo conforme o guia de estilos de cervejas (BJCP).

Palavras-chave: Otimização; Inovação; Processos cervejeiros.

ABSTRACT

Beer is the most widely consumed alcoholic beverage in the world, and its consumers are increasingly demanding, so the market has been looking for differentiated products, with affordable prices and good quality. The aim of this study was to produce a craft beer using cassava flour as a fermentation aid, with the aim of improving processing and reducing the cost of making the product, generating a new alternative for the craft beer market. The beer was brewed through the processes of milling the malt, mashing, filtering and washing, boiling and adding hops, cooling, fermentation, maturation, bottling and refermentation, using two types of commercial yeast: one *Lager* (M-84) and the other *Ale* (US-05). In the mashing process, 40% cassava flour was used instead of barley malt, as a source of fermentable carbohydrates, obeying the limit established by Brazilian legislation. The flour samples were subjected to physical-chemical analysis, and the beers obtained were analyzed by gas chromatography to assess the aromas. The physical and chemical analysis of the cassava flour was as follows: moisture 10.24%; starch 83.64%; minerals 1.17%; crude fiber 1.33%. It was found to be within the standards set by the legislation and was classified as: dry; fine and low acidity. The results found were satisfactory, as the aromas analyzed in each sample are characteristic of the proposed *American Lager* style, the main aromas present in the beer with the M-84 yeast were: 1-Butanol,3-methyl- 61.57%, 1-Butanol,3-methyl, acetate 14.73% and 1-Propanol,2-methyl- 9.26%, in relation to yeast US-05 the majority aromas were: 1-Butanol,3-methyl- 63.52%, 1-Butanol,3-methyl, acetate 16.16% and 1-Propanol,2-methyl- 10.95%. As for the use of cassava flour, it can be said that it played an important role in the fermentation process, from the results obtained it can be concluded that cassava flour is within the standards set by the legislation and was efficient in the fermentation process, contributing to the characteristic aromas of the proposed beer, such as sweet or corn-like, light spicy or floral hop aroma that are characteristic of the proposed style, style according to the beer style guide (BJCP).

Keywords: Optimization; Innovation; Brewing processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da fabricação da cerveja.....	26
Figura 2 – Processo da elaboração da cerveja	27
Figura 3 – Amostra no vials em banho seco de aquecimento	28
Figura 4 – Cromatógrafo gasoso, Agilent Technologies modelo 5977E MSD.....	29
Figura 5 – A imagem mostra os resultados referente a análise de bolores e leveduras.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores referentes as análises físico-químicas de classe, umidade, acidez titulável, teor de amido, teor de cinzas, fibra bruta.	30
Tabela 2 – Substâncias voláteis identificadas no <i>Headspace</i> do mosto e das cervejas fermentadas com diferentes <i>S. cerevisiae</i>	33
Tabela 3 – Substâncias voláteis com o CAS de identificação e picos das amostras analisadas.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOD	Demanda Bioquímica de Oxigênio
BJCP	Beer Judge Certification Program
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 HISTÓRICO DA CERVEJA NO BRASIL	17
3.1.1 Cerveja	17
3.2 MATÉRIAS-PRIMAS	17
3.2.1 Água	17
3.2.2 Malte	18
3.2.3 Lúpulo	18
3.2.4 Levedura	19
3.2.5 Levedura M-84	20
3.2.6 Levedura US-05	20
3.3 PROCESSO FERMENTATIVO	20
3.4 MANDIOCA E FARINHA DE MANDIOCA	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 MATÉRIA-PRIMA	22
4.2 AQUISIÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA	22
4.3 CLASSIFICAÇÃO DA FARINHA	22
4.3.1 Classe da Farinha	22
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	22
4.4.1 Umidade	23
4.4.2 Acidez Titulável	23
4.4.3 Teor de Amido	23
4.4.4 Teor de Cinzas	24
4.4.5 Fibra Bruta	24
4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	25
4.5.1 Contagem de bolores e leveduras	25
4.6 PRODUÇÃO DA CERVEJA	25
4.7 ANÁLISE DE VOLÁTEIS POR HEADSPACE/CG-EM	27
4.7.1 Extração	27
4.7.2 Condições Cromatográficas	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 AQUISIÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA	30
5.2 CLASSIFICAÇÃO DA FARINHA E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	30
5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE BOLORES E LEVEDURAS	32
5.4 ANÁLISE DE VOLÁTEIS POR HEADSPACE/CG-EM	33
5.4.1 Aromas Descritores	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A cerveja, palavra derivada do latim que significa *bibere* (beber), é uma bebida fermentada com uma história de 6000 a 8000 anos. Acredita-se que ela tenha sido descoberta acidentalmente como resultado da fermentação ocasional de algum cereal ligado à agricultura e a elaboração de pão, duas das mais antigas atividades humanas (Venturini, 2010; Deliberalli, 2015).

No Brasil, a cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais consumidas (Cervbrasil, 2018). Legalmente definida pelo decreto nº 9.902 de 8 de julho de 2019, como uma bebida resultante da fermentação a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada maltada ou de extrato de malte, submetido previamente à um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo (Brasil, 2019).

De acordo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o setor cervejeiro é responsável por 1,6% do PIB nacional, sendo considerado também como um dos setores mais relevante para a economia. No ano de 2017, ocorreu um elevado crescimento no mercado cervejeiro brasileiro, possuindo uma maior concentração nas regiões Sul e Sudeste (MAPA, 2018). Porém, as regiões do Nordeste e Centro-Oeste estão se destacando nos últimos anos como cenário de novas cervejarias e apresentam um rápido desenvolvimento (Marcusso & Muller, 2017).

Com o crescimento competitivo do mercado, os cervejeiros estão constantemente buscando inovações tecnológicas com o objetivo de diminuir os custos de produção e inserir novos produtos no mercado (Reeck, 2010). Normalmente essas inovações são introduzidas no setor de cervejas artesanais, com a adoção de produtos regionais na sua formulação ou alteração de métodos durante o processo de fabricação (Ferreira *et al.*, 2011).

Entre os processos de elaboração da cerveja está o processo fermentativo, que consiste no estágio mais importante do processo de fabricação cervejeira, o qual as leveduras consomem açúcares e nutrientes contidos no mosto cervejeiro e geram álcool e dióxido de carbono como substâncias primárias, assim como ésteres, álcoois e ácidos como um tipo de substâncias secundárias que auxiliam na composição do aroma e sabor das cervejas (Hoelz & Azevedo, 2019).

As características sensoriais da cerveja são determinadas através dos seus estilos, definido pelo tipo de processo de fabricação, levedura utilizada na fermentação, qualidade da matéria-prima e pelo uso de adjuntos na sua produção (Oliveira; Faber & Plata-Oviedo, 2015).

A tendência do mercado cervejeiro brasileiro é a segmentação, pois os consumidores estão mais interessados em conhecer produtos diferenciados. Sendo assim, os diferentes tipos de cervejas existentes estão mais acessíveis e os fabricantes são estimulados a elaborar e disponibilizar inúmeras variações da bebida no mercado, buscando atender a esse novo desejo do consumidor (Fonseca; Silva; Santa, 2018).

Existem cerca de 20 mil formulações de cervejas no mundo e essa grande quantidade se deve às mudanças na fabricação da bebida em diversos processos, e também ao uso de ingredientes diferenciados como milho, arroz, mel, frutas, mandioca, trigo, entre outros (Machado, 2017).

Alguns adjuntos possibilitam a produção de cervejas mais leves, com maior brilho, e um sabor único e suave, promovendo características únicas das cervejas elaboradas (Santos, 2005). No processo fermentativo a utilização de novos adjuntos pode resultar na otimização e inovação desse processo, assim atendendo as necessidades da indústria no que se refere ao aumento da produtividade aliada à manutenção da qualidade e diversificação da cerveja produzida (Carvalho, 2009). Na qual a farinha de mandioca apresenta um aspecto nutricional importante, o teor de amido, sendo o amido uma fonte de carboidratos, uma das principais características dos adjuntos é a presença de açúcares fermentescíveis, por isso os grãos, frutas amiláceas e tubérculos preenchem essa necessidade (Embrapa, 2021).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver e otimizar o processamento de fermentação de uma cerveja artesanal *estilo American Lager*, adicionada de farinha de mandioca como adjunto de fermentação e otimização de processo, com a intenção de se obter um produto com aromas descritores semelhantes ao do estilo da cerveja proposta.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Elaborar uma cerveja artesanal estilo *American Lager* utilizando farinha de mandioca amarela como adjunto no processo de fermentação.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a farinha de mandioca amarela, perante as características físico-químicas e microbiológicas;
- Elaborar uma cerveja artesanal estilo *American Lager*, com farinha de mandioca, visando a otimização de custos para a produção;
- Identificar os aromas presentes do mosto e das cervejas produzidas, verificando correlação com o estilo elaborado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. HISTÓRICO DA CERVEJA NO BRASIL

A cerveja surgiu no Brasil no século XVI, quando os colonizadores portugueses trouxeram a receita da bebida para o país. No início, a cerveja era produzida em pequenas quantidades e principalmente para o consumo próprio. A primeira cervejaria do Brasil foi fundada em 1641, na cidade de Salvador, na Bahia. No século XVIII a produção de cerveja começou a aumentar com a chegada de imigrantes alemães e italianos, que trouxeram consigo conhecimentos sobre a produção da bebida. A partir daí, a cerveja passou a ser produzida em larga escala no Brasil, tornando-se uma das bebidas mais populares do país (Morado, 2009).

Até o final do século XIX a produção de cerveja no Brasil era artesanal, com muitas dificuldades devido à falta de cevada e lúpulo da Alemanha e da Áustria. Essa escassez era contornada com o uso de outros cereais como arroz, milho e trigo, mas as grandes dificuldades se relacionavam com a refrigeração, já que produzir cerveja em um país tropical requereria o uso de máquinas a vapor, sendo um equipamento raro e caro na época (Morado, 2009).

Em 1888, duas grandes cervejarias surgiram no Brasil: Cia Cervejaria Brahma e a Cia Antártica Paulista (Morado, 2009). Louis Bücher era dono de uma pequena cervejaria desde 1868 e ficou intrigado ao descobrir uma fábrica de gelo quando a capacidade ociosa pertencia ao empresário Joaquim Salles. Da união das duas, nasceu a Cervejaria Antarctica (Beltramelli, 2014).

Segundo Beltramelli (2014), no mesmo ano de 1888, o engenheiro suíço Joseph Villiger decidiu abrir sua própria cervejaria no Rio de Janeiro, localizada no que hoje é a Marquês de Sapucaí. Em 1999, a fusão da Companhia Antarctica Paulista com a Companhia Cervejaria Brahma criou a AmBev – Companhia de Bebidas das Américas. O surgimento da AmBev e sua posterior fusão com a belga Interbrew são dois dos fatos mais marcantes da história das cervejarias brasileiras e mundiais nas últimas décadas. Foi chamada de InBev, a nova empresa mundial, a partir de 2004 tornando-se a maior produtora do mundo (Morado, 2009).

Segundo Beltramelli (2014), o Brasil ocupa hoje o quinto lugar na produção mundial, atrás da China, Estados Unidos, Alemanha e Rússia, graças às grandes

cervejarias. Essas cervejas especiais chegam ao território nacional com um perfil sensorial mais complexo do que a popular *standard* lager. Eles oferecem uma experiência gourmet que não requer gastos excessivos, eles ganharam seguidores exponencialmente crescentes entre os consumidores mais sofisticados que estão dispostos a pagar mais por produtos melhores e encontrar uma maior qualidade de vida no novo hábito de beber cada vez menos (Beltramelli, 2014).

3.1.1. Cerveja

A cerveja é uma bebida que sempre está presente nos grandes eventos, é protagonista nos bares, consumida nos bons e maus momentos, e é encarada das mais diversas formas pelos sujeitos sociais (Giorgi, 2015).

Ela é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada maltada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo. Ela pode ser adicionada de ingredientes de origem vegetal e/ou animal, de coadjuvantes de tecnologia e de aditivos a serem regulamentados em atos específicos (Brasil, 2019).

As cervejas podem ser classificadas de duas formas conforme a sua fermentação e o tipo de levedura utilizada: do tipo Lager, que são feitas em temperaturas baixas e são elaboradas com leveduras do tipo *S. uvarum*, e as Ale, feitas em temperaturas altas e com leveduras do tipo *S. cerevisiae* (Bortoli *et al.*, 2013; Rosa & Afonso, 2014; Cervesia, 2017).

3.2. MATÉRIAS-PRIMAS

Os ingredientes afetam estritamente a qualidade da cerveja, ou seja, ingredientes de alta qualidade são indispensáveis para produzir cerveja de alta qualidade. Isso se torna ainda mais importante na produção de cervejas especiais, principalmente no contexto das micro e artesanais cervejarias onde os consumidores são mais seletivos e exigentes (Matos, 2011).

3.2.1. Água

A água, por sua quantidade, é o principal ingrediente do processo cervejeiro,

pois compõe aproximadamente 92% a 95% do peso da cerveja. Portanto, as cervejarias geralmente estão localizadas em áreas com qualidade de água relativamente uniforme e de boa qualidade (Venturini Filho, 2016).

Segundo Venturini Filho (2016), toda água contém sais dissolvidos, mas a quantidade depende da região. No entanto, se o teor de sal for alto, a água começará a ter um gosto ruim, de acordo com a quantidade dissolvida. Além disso, a água pode conter substâncias orgânicas que, além do sabor, podem conferir odor ao produto. No entanto, se a água for de má qualidade ou com composição química errada, ela pode passar por um processo de tratamento diferente para purificar a água ou ajustar o nível de íons inorgânicos, se necessário.

3.2.2. Malte

O malte que é usado em cervejarias é obtido de cevada, uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum*. O termo malte define a matéria-prima que resulta da germinação, sob condições controladas, de qualquer cereal (Venturini Filho, 2016).

A maltagem é feita após a colheita da cevada, mergulhando-a em água fresca por alguns dias para amolecê-la. Em seguida, a água é escoada e colocada em temperatura de 15°C para germinar. Nessa etapa do processo, os grãos são virados e ventilados por 6 a 12 horas, o que evita que grudem. Em seguida, começa a germinar o malte verde, no qual são liberadas enzimas que convertem os amidos do grão em açúcares. Em seguida, o malte verde é seco em estufa com ar quente (Santos; Dinham; Adams, 2013).

Segundo Venturini Filho (2016), o teor de açúcar do mosto está diretamente relacionado à quantidade de malte utilizada. Portanto, a relação kg de malte/litro de água no processo de produção da cerveja artesanal levará ao teor de açúcar no mosto, que determinará o teor alcoólico do produto final futuramente.

3.2.3. Lúpulo

O lúpulo é uma planta trepadeira da família da *Cannabis* (*Humulus lupulus*) que cresce principalmente nos climas mais frios do hemisfério norte. O Brasil não tem clima nem condições de luz ideais para sua produção, pois precisa de 16 horas

de sol por dia para prosperar (Santos; Dinham; Adams, 2013).

O uso de lúpulo na fabricação de cerveja é comum desde o século IX e, apesar de seu amargor e efeitos intoxicantes, foi adotado por suas propriedades antissépticas. Como o processo é descontrolado, o produto se torna mais perecível devido à atividade microbiana acelerada nos meses de maior calor, portanto qualquer ingrediente ou processo que ajude a conservar o produto final é válido (Morado, 2009).

Além do malte, o lúpulo também traz muitas possibilidades de variação na cerveja. Pode-se observar claramente que quando um mosto base é utilizado e separado para adicionar diferentes lúpulos durante a fervura, o resultado será sensorialmente proporcional à similaridade das características de cada lúpulo utilizado. O potencial de amargor e o teor de óleo essencial devem ser considerados como características importantes na escolha de um tipo de lúpulo. Dessa forma, o cervejeiro saberá quais tipos são melhores para conferir aroma (óleos essenciais) e amargor (% alfa ácidos) à bebida e quais quantidades devem ser utilizadas. (Venturini Filho, 2016).

3.2.4. Levedura

O aroma e sabor de qualquer tipo de cerveja estão diretamente relacionados à levedura escolhida para a fermentação. A formação desses compostos depende do processo metabólico do cultivo da levedura, na qual, irão determinar o sabor de cada cerveja, que geralmente depende do balanço metabólico e do cultivo da levedura escolhida, podendo afetar o pH da fermentação, pelo tipo de cepa da levedura, temperatura e concentração (Walker; Stewart, 2016). Existem duas categorias de levedura usadas na produção cervejeira e que produzem diferentes estilos da bebida, a *Saccharomyces cerevisiae* é usada em cervejas de alta fermentação, ou seja, a levedura flutua na superfície do líquido. Seu processo completa-se em duas semanas e as temperaturas utilizadas são relativamente altas. Já a *Saccharomyces carlsbergensis* é usada em cervejas de baixa fermentação a temperaturas mais baixas, é uma levedura que não flutua na superfície do líquido e vai para o fundo do tanque, fazendo com que o ar entre em contato com o mosto e o mesmo fique desprotegido. Por conta disso, a fermentação deve ser feita em tanques fechados (Santos; Dinham; Adams, 2013). Embora o etanol seja o principal

produto de excreção produzido pela levedura durante a fermentação do mosto, esse álcool primário tem pequeno impacto no sabor da cerveja (Morado, 2009).

3.2.5. Levedura M-84

O Fermento Mangrove Jacks - M84 é uma levedura de baixa fermentação marcada pelo paladar seco e limpo parecida ao de uma tradicional cerveja Tcheca, na qual produz cervejas delicadas, suaves e bem balanceadas. Sua floculação viária de média a alta, a atenuação de 72 a 76, indicada para um processo fermentativo com temperatura de 10 °C a 15 °C, na qual sua tolerância ao álcool é de 8% (Lamas, 2022).

3.2.6. Levedura US-05

O fermento *safale* é uma cepa de levedura comum do tipo ale mais formosa no mundo, podendo ser utilizado em vários estilos diferentes. É uma levedura bastante neutra, com baixa produção de ésteres e diacetil, dessa forma produz uma cerveja com equilíbrio, bem claras e com paladar final “arredondado”, sendo ideal para cervejas que exigem uma fermentação limpa e neutra. Essa levedura é recomendada para estilos tipo, Ale Americanas como American Pale Ale, American Wheat Ale e American Brown Ale, entre outras (Lamas, 2022).

3.3. PROCESSO FERMENTATIVO

A fermentação da cerveja é um processo complexo devido ao número de produtos e subprodutos que são originados e por causa de algumas reações químicas que ocorrem durante o processo (Rocha, 2006).

Na fermentação são produzidos compostos primários como o etanol e CO₂ e secundários como ácidos orgânicos, álcoois superiores, ésteres e compostos fenólicos, que são formados através da metabolização dos açúcares fermentáveis encontrados no mosto (glicose, maltose, maltotriose) por ação de leveduras (Garcias, 2017; Vargas, 2018).

Essa fermentação alcoólica apresenta variações em seus rendimentos, velocidades e qualidade em função de uma série de variáveis, condições intrínsecas e extrínsecas do meio de fermentação, estado fisiológico das leveduras e tipos de substratos adicionados no mosto (Santos, 2005).

3.4 MANDIOCA E FARINHA DA MANDIOCA

A mandioca é plantada em todas as regiões do Brasil, assumindo grande importância na alimentação humana e animal, além disso é utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos pela indústria. Assumindo papel importante na geração de emprego e de renda, notadamente nas áreas pobres da Região Nordeste (Embrapa, 2003).

A estimativa de plantação brasileira de raiz de mandioca para o ano de 2021, de acordo com o último levantamento de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (janeiro-2020) é de 18,80 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 1,24 milhões de hectares. As regiões Norte e Nordeste, são as responsáveis por cerca de 60% da produção nacional de mandioca, conforme dados da Embrapa (2018).

A parte mais importante da mandioca é a raiz, podendo ser utilizada *in natura*, na qual seus subprodutos são as farinhas seca d'água e mista, a goma ou fécula, o tucupi e a farinha de tapioca. Da planta também podem ser aproveitadas as folhas trituradas, sendo componente da culinária de algumas regiões do Brasil (Berreza, 2006).

A farinha é um dos principais produtos da mandioca, sendo rica em amido, contendo também fibras e cinzas (minerais). A ingestão de fibras alimentares é considerada fundamental para uma boa alimentação, na qual também é recomendada para o tratamento dietético de várias patologias. Já o amido resistente é uma fração da fibra alimentar que possui diferentes propriedades nutricionais (Oliveira *et al.*, 2021).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATÉRIA-PRIMA

Para a produção da cerveja foram utilizados água potável, malte pilsen (AGRARIA, Brasil), farinha de mandioca amarela, lúpulo saaz (fabricante), e as leveduras comerciais M-84 e US-05 (fabricante).

4.2. AQUISIÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA

Foram adquiridas amostras de farinha de mandioca de coloração amarela na feira livre do bairro Ouro Preto no município de Petrolina-PE. No momento da compra, foi aplicado um questionário obtendo as seguintes informações: data de produção e origem da mesma, em seguida as amostras foram armazenadas no IFSERTÃOPE campus Petrolina.

4.3. CLASSIFICAÇÃO DA FARINHA

A farinha obtida foi classificada quanto ao grupo e classe de acordo com manual de classificação de farinha de mandioca da Embrapa (2014), que define o padrão oficial considerando seus requisitos de identidade e qualidade. De acordo com instrução normativa nº 52/2011 do Mapa (Brasil, 2011).

4.3.1. Classe da Farinha

Para a análise de classe foi pesado 100 g de amostra e peneirada em peneiras com aberturas de malha de 1 mm e 2 mm, respectivamente, com agitação manual em movimentos intermitentes (“vaivém”) por 1 minuto. Foi pesado e anotado a quantidade de farinha que ficou retida em cada peneira.

4.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A farinha foi submetida às análises de umidade, acidez titulável, teor de

amido, teor de cinzas e fibra bruta de acordo com os procedimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.4.1. Umidade

Para essa análise os cadinhos utilizados foram lavados e em seguida secos em estufa de 105 °C por uma hora, retirados da estufa foram levados para o dessecador até esfriar, eles foram pesados e anotados os seus respectivos pesos. Em seguida foi realizado o preparo das amostras, na qual foi pesado 5 gramas da farinha em cada cadinho (os cadinhos foram tarados), logo após a pesagem das amostras os recipientes foram para estufa a 105 °C por três horas, foram posteriormente levados para o dessecador até esfriar, logo após foi pesado e anotado os valores, foi repetido esse mesmo procedimento até a obtenção do peso constante (IAL, 2008).

4.4.2. Acidez Titulável

Para a análise de acidez foi pesado 10 g da amostra e transferido para um Erlenmeyer de 250 ml de capacidade, em seguida foi adicionado 100 ml de água destilada e 4 gotas de fenolftaleína. Em uma bureta foi colocado NaOH 0,1 N, logo após foi realizado a titulação até o aparecimento de uma coloração rosada. O volume de NaOH gasto foi anotado (IAL, 2008).

4.4.3. Teor de Amido

Para a análise de amido foi pesado 5 gramas da farinha em seguida adicionado 20 ml de éter etílico e agitado, logo após foi adicionado 100 ml de água destilada e feito a filtração, na qual o líquido foi descartado, o material que ficou retido no papel de filtro foi colocado em um Erlenmeyer e foi adicionado 150 ml de água destilada mais 4 gotas de NaOH 10%, posteriormente foi levado para a autoclave 1atm por 1 hora. Após esse tempo a amostra ficou em temperatura ambiente para esfriar, com a amostra já fria foi adicionado 5 ml de HCl concentrada, voltando para a autoclave 1atm por mais 30 minutos, após esse tempo foi acrescentado 2 gotas fenolftaleína e neutralizado com NaOH 10% até o

aparecimento da cor rosa, a amostra foi transferida para um balão de 250 ml e completada até atingir o volume, posteriormente filtrada, essa solução foi transferida para uma bureta pois foi utilizada na titulação. Em 3 Erlenmeyer foi adicionado 10 ml de fehling A, 10 ml fehling B e 40 ml de água em seguida foram colocados em uma chapa aquecedora até a ebulição, com a solução já aquecida foi realizado a titulação até o aparecimento da cor avermelhada (IAL, 2008).

4.4.4. Teor de Cinzas

Para a análise de cinzas os recipientes que utilizados foram lavados e secos em mufla de 550 °C por uma hora, em seguida colocados em um dessecador até esfriar, posteriormente foram pesados e anotados os seus respectivos valores. Foram pesados 5 gramas da farinha de mandioca em cada cadinha tarado e levados para a estufa a 105 °C por três horas, em seguida foram levados pra uma manta aquecedora (ou bico de Bunsen) e carbonizadas, após a carbonização foram incineradas em mufla a 550 °C até que as cinzas ficaram totalmente brancas, foram levadas para um dessecador até esfriar, foi pesado e anotado seus valores, esse procedimento de aquecimento e resfriamento foi realizado até obtenção do peso constante (IAL, 2008).

4.4.5. Fibra Bruta

Para a análise de fibra foi pesado 5g da amostra e extraído a gordura com éter, de acordo com a metodologia descrita para extração de gordura em aparelho de Soxhlet. Em seguida com a amostra já desengordurada ela foi levada à estufa para eliminação completa do solvente. Em um recipiente, foi adicionado 200mL de ácido sulfúrico 0,255N e em seguida aquecido até ebulição. O ácido aquecido foi usado para remover o resíduo da amostra desengordurada e seca transferindo tudo para um erlenmeyer. Adicionando 0,5g de amianto. O erlenmeyer contendo a mistura foi para uma chapa de aquecimento até fervura por 30 minutos (agitando a mistura de vez em quando). Após os 30 minutos de fervura a amostra foi filtrada a vácuo (adaptando ao funil de buckner um papel de filtro e acima dele um pedaço de tecido poliéster). A amostra foi lavada com água fervente até que o filtrado não se apresente mais ácido, o resíduo foi transferido para um erlenmeyer e adicionado

200mL de NaOH 0,313N quente, o erlenmeyer contendo a mistura foi para uma chapa de aquecimento até fervura por 30 minutos (adaptar sistema de resfriamento).

Com a amostra resfriada ela foi filtrada em cadinho de Goch e adicionar 50mL de água fervente e 20mL de HCl 1%, a amostra foi lavada até que o filtrado não se apresente mais ácido. Em seguida a amostra foi lavada com 20mL de etanol e 20mL de éter e posteriormente levada para a estufa por 2 horas para secagem, em seguida foi colocada em um dessecador para resfriar e pesada até o peso constante (IAL, 2008).

4.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

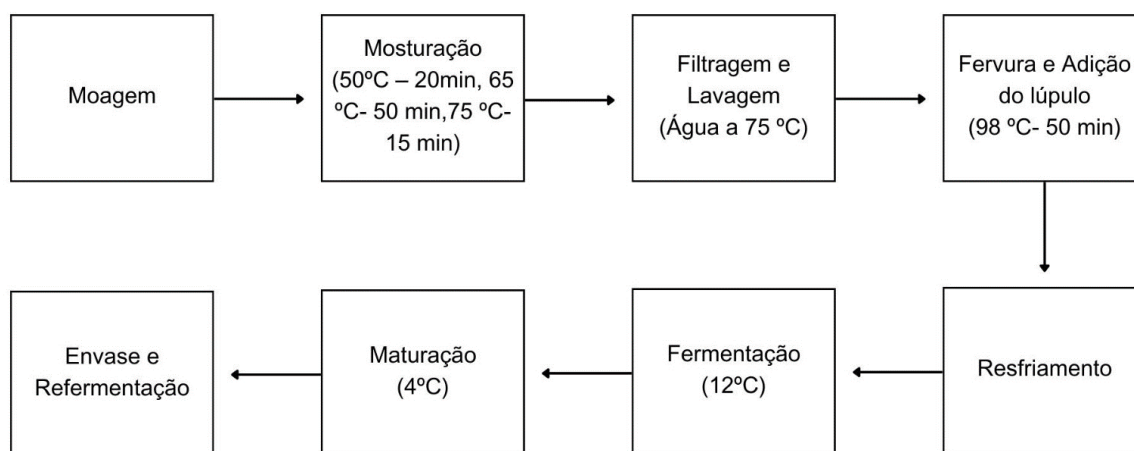
Foram realizadas análises microbiológicas para Bolores e Leveduras nas amostras de farinha de mandioca amarela. As análises foram realizadas pela técnica de superfície em meio de cultura PDA, conforme metodologia descrita por Silva (2001).

4.5.1. Contagem de bolores e leveduras

Na capela de fluxo laminar foi pesado 25g da farinha de mandioca e transferido para um Erlenmeyer contendo 225 ml de água peptonada, em seguida foram realizadas as sucessivas diluições, 10^{-2} e 10^{-3} , na qual foram feitas da seguinte forma: do Erlenmeyer 10^{-1} foi transferido 1 ml da amostra para o tubo 10^{-2} , a partir do tubo 10^{-2} foi transferido 1 ml do líquido para o tubo 10^{-3} . Em seguida foi utilizado diluição 10^{-1} e retirado 0,1 ml com pipeta automática para duas placas de Petri contendo o meio PDA já sólido, logo após foi feito a homogeneização com o uso da alça de drigalski. Em seguida foram incubadas á 25 °C por 24 horas para confirmar se existe contaminação.

4.6. PRODUÇÃO DA CERVEJA

Para a produção de 14 litros da cerveja estilo *American Lager*, seguiu-se as etapas descritas no fluxograma abaixo de acordo com Oliveira et al. (2015) seguindo de algumas adaptações, na qual foram detalhados em seguida.

Figura 1: Fluxograma da fabricação da cerveja.

Fonte: O autor, 2022.

Para a obtenção da cerveja, inicialmente foram feitas as pesagens de todos os ingredientes, na qual foi pesado 1,9 kg de malte pilsen e 1,3 kg de farinha de mandioca, em seguida o malte foi triturado em moinho com a finalidade de obter um substrato com maior área de superfície exposta, aumentando a hidrólise do amido durante a mosturação. O malte moído foi misturado com água e farinha na proporção de 1:3 na panela de mostura. Em sequência foi feita a mosturação, que se baseou em depositar 12 litros de água potável em uma panela elétrica, adicionando lentamente o malte moído, sempre sob agitação. Com isso, iniciou-se o aquecimento até 50°C, onde a mistura foi mantida sob agitação branda por 20 minutos. Após aguardar o tempo determinado, o aquecimento aumentou até atingir 65 °C, na qual foi mantido por 50 minutos, após os 50 minutos a temperatura foi elevada para 75 °C onde permaneceu por 15 minutos. Posteriormente, o mosto foi separado do bagaço de malte por processo convencional de filtração e a torta de filtro lavada com 8 litros de água aquecida a 75°C.

A próxima etapa foi à fervura e adição do lúpulo saaz, que ocorreu de forma fracionada, de acordo com tempo cronometrado dentro de 50 minutos. Passado 10 minutos de fervura onde foi adicionado 5g de lúpulo, depois de 35 minutos adicionou-se mais 3g, por último, com 49 minutos adicionou mais 1g (IBU total = 4,35).

Em seguida o mosto foi resfriamento, utilizando a serpentina de imersão, neste caso foi preciso circular água gelada por dentro dela a fim de resfriar o mosto.

Na qual mosto foi dividido em dois recipientes, em seguida foi guardado na BOD a 12 °C, no dia seguinte foi adicionado 6g de levedura M84 em 7 litros o mosto, e 6,6 g de levedura US-05 em 7 litros do mosto, após a adição das leveduras o mosto passou 21 fermentando e 5 dias maturando sob refrigeração, após esse período a cerveja foi envasada em garrafas de 500 ml e 250 ml, antes do envase foi adicionado um xarope de açúcar (90g) para que dessa forma ocorresse a carbonatação natural, ou seja a refermentação da cerveja.

Figura 2: Processo da elaboração da cerveja.



Fonte: O autor, 2022. (a) Processo de moagem do malte, (b) Pesagem dos ingredientes, (c) Processo de mosturação, (d) Filtragem e lavagem do mosto, (e) Processo de fermentação.

4.7. ANÁLISE DE VOLÁTEIS POR HEADSPACE/CG-EM

4.7.1 Extração

Vials de 20 mL de volume do tipo HeadSpace com tampa rosqueada foram utilizadas. Foram pipetados volumes de 7,5 mL das amostras e adicionadas com 1 grama de cloreto de sódio PA. As soluções foram incubadas em banho seco para aquecimento de forma estática, à temperatura de 75° C, totalizando período total de extração de 20 minutos.

Após período de aquecimento, 1 cm³ da fração gasosa da amostra foi coletada com seringa para gases da Hamilton Gastight® modelo 1002 Volume 2,5 mL. A fração gasosa foi imediatamente injetada no Cromatógrafo Gasoso com detector de seletivo de massas.

Figura 3: Amostra no vials em banho seco de aquecimento.



Fonte: O autor, 2022.

4.7.2. Condições Cromatográficas

As análises foram realizadas utilizando um Cromatógrafo gasoso, Agilent Technologies modelo 7820A GC system acoplado a um detector seletivo de massas, Agilent Technologies modelo 5977E MSD. A aquisição e processamento dos dados foram realizadas por meio do Software MassHunter Agilent Technologies™ (Santa Clara, CA, USA).

Para a análise cromatográfica, foi utilizado o modo Split com relação de 1:2 e divisão de fluxo de 20 mL/min a 230 °C no injetor. A coluna empregada foi Capillary Column CP-WAX 52 CB (30 m x 0.25 mm x 0.25µm) (Varian, Lake Forest, CA, USA), com fluxo de 1,0 mL/min de hélio 5.0. A temperatura do forno foram: 35 °C (2 min), rampa de aquecimento de 02 °C min⁻¹ até 80 °C, sendo aquecido na sequência até 150 °C em taxa de aquecimento de 4°C min⁻¹ (3 minutos), sendo novamente aquecido a 230 °C min⁻¹ em taxa de aquecimento de 10 °C min⁻¹, permanecendo por 2 min, com tempo total da corrida de 52 minutos. A temperatura do detector foi controlada em 230 °C e 190 °C no quadrupolo, e 230 °C na interface de transferência. As corridas foram realizadas no modo SCAN, verificando os tempos de retenção e íons específicos variando de 35 até 400, com energia de ionização de +70 eV. A identificação das moléculas foi complementada através da comparação dos resultados com a biblioteca de espectro Instituto Nacional de Padrões e

Tecnologias (NIST).

Figura 4: Cromatógrafo Gasoso, Agilent Technologies modelo 5977E MSD.



Fonte: O autor, 2022.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. AQUISIÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA

Após a aplicação do questionário, constatou-se que as amostras coletadas são oriundas do estado de Sergipe SE, município de Lagarto, na qual foram produzidas no dia 24 de agosto de 2022.

5.2. CLASSIFICAÇÃO DA FARINHA E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados obtidos referentes à caracterização físico-química da farinha analisada encontram-se na Tabela 1. Para a classificação da farinha perante seu grupo a mesma foi considerada como seca devido ao seu valor médio de umidade ter apresentado 10,24 %. Para sua classificação perante a sua granulometria, a amostra de farinha analisada foi considerada como fina, pois o valor da média encontrada foi de 1,01 (g) de acordo com o manual de classificação de farinha de mandioca da Embrapa (2014). O valor encontrado para acidez foi de 0,21 meq NaOH (0,1N) /100g, dessa forma a amostra de farinha de mandioca analisada enquadra-se como de baixa acidez. No que se refere ao teor de amido a farinha obteve 83,64%, dessa forma a amostra enquadra-se como tipo 2. Com relação à ao teor de cinzas a amostra analisada obteve um teor de cinzas de 1,17%, já em relação a fibra fruta a amostra obteve um teor de 1,33%.

Tabela 1: Valores referentes as análises físico-químicas de classe, umidade, acidez titulável, teor de amido, teor de cinzas, fibra bruta.

	Média	Desvio Padrão	CV%
Farinha de mandioca classe	1,01g	0,0082	0,81%
Umidade	10,24%	0,0939	0,92%
Acidez Titulável	0,21g/l	0,0082	3,90%
Teor de Amido	83,64%	0	0%
Teor de Cinzas	1,17%	0,0082	0,69%
Fibra Bruta	1,33%	0,0409	3,07%

Fonte: O autor, 2022.

De acordo com a normativa nº 52/2011 do Mapa (Brasil, 2011) que define os parâmetros de classificação da farinha de mandioca, todos os valores encontrados e apresentados na tabela 1 encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela normativa, na qual em relação ao teor de umidade indica que a farinha deve apresentar valor inferior a 13% e o valor encontrado foi de 10,24%, em relação a acidez a amostra de farinha de mandioca analisada enquadra-se como de baixa acidez, pois para o grupo seca e bijusada é considerada de acidez baixa, se apresentar valores de até 3,0 meq NaOH (0,1N) /100g, ou alta para valores acima de 3,0 meq NaOH (0,1N) /100g. No que se refere ao teor de amido a farinha analisada obteve 83,64%, dessa forma a amostra enquadra-se como tipo 2, de acordo com o manual de classificação de farinha de mandioca da Embrapa (2014) que classifica como tipo 1 a farinha que obtiver teor de amido maior ou igual a 86%, tipo 2 a farinha que obtiver teor de amido maior ou igual a 82% e menor que 86% e tipo 3 farinha que obtiver teor de amido maior ou igual a 80% e menor que 82%. Com relação à ao teor de cinzas a amostra analisada obteve um teor de cinzas de 1,17%, sendo assim, a farinha de mandioca encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela IN 52 (2011) que determina seu limite máximo de $\leq 1,4\%$. Em relação a fibra fruta, na qual é o resíduo composto principalmente de celulose e lignina, o seu limite máximo é de $\leq 2,3\%$, e a amostra analisada obteve um teor de fibra bruta de 1,33%, dessa forma a mesma encontra-se dentro dos padrões determinados.

Corroborando com dados da Embrapa (2003) na revisão bibliográfica, a farinha de mandioca é conhecida como uma das principais bases da alimentação brasileira, além de ser uma excelente fonte energética. Ainda não é um produto bem valorizado devido suas inúmeras variabilidades, isso decorre de fatores como: forma de cultivo, solo e matéria-prima (Souza *et al.*, 2008).

A mandioca é bastante utilizada para formular vários tipos de bebidas e alimentos de base brasileira, também serve como fonte para obtenção do álcool (Galvão; Ribeiro; Pompeu, 2019).

Bezerra (2006) ao qual foi citado na revisão bibliográfica, refere que a mandioca é um tipo de alimento que pode ser utilizado de diversas formas, de fato, este alimento é detentor de aproveitamento integral, todas as suas partes podem servir como base ou se transformar em outro alimento propriamente dito.

5.3. CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS

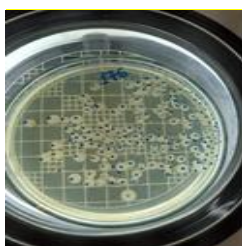
Após realização da análise para bolores e leveduras na farinha de mandioca, foi obtido o valor de 179 UFC/g. Segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 161, DE 1º DE JULHO DE 2022 - ANVISA, na qual não se estipula valores para contagem de bolores e leveduras em farinhas. Já no estudo realizado por (Raiol *et al.*, 2017) com farinhas de mandioca tipo seca comercializadas na região Norte do Brasil, foi observado que nas farinhas comercializadas em Belém-PA obteve-se os valores elevados (103 a 105 UFC/g), este estabelecimento trata-se de produto de feira livre, venda a granel. As amostras analisadas são de feiras livres de diferentes estados, as duas apresentaram contaminação, isso pode ter acontecido devido ao armazenamento inadequado ou pela falta de boas práticas de fabricação, entretanto vale ressaltar que ambas estão dentro dos padrões pois INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 161, não estabelece valores de bolores e leveduras em farinhas de mandioca.

A contaminação pode ocorrer em qualquer parte do processo, desde o momento de colher até o momento de embalar, é válido ressaltar que a farinha de mandioca do tipo seca é mais fácil de haver crescimento de bolores e leveduras, isso se deve ao fato de possuir baixo teor de água (Raiol *et al.*, 2017).

Entende-se que se não houver um rigor metodológico e sistemático de todas as etapas de processamento, o risco de desenvolvimento de leveduras e bolores é bem alto.

O alto grau de contaminação também se deve ao fato ao excesso de manuseio e exposição excessiva durante o processamento. É necessário que haja condições higiênico-sanitárias e de um ambiente de trabalho que diminua o aparecimento de bolores e leveduras no alimento (Dósea *et al.*, 2010).

Figura 5. A imagem mostra os resultados referente a análise de bolores e leveduras.



Fonte: O autor, 2022.

5.4. ANÁLISE DE VOLÁTEIS POR *HEADSPACE*/CG-EM

5.4.1. Aromas Descritores

Para avaliação da qualidade de uma cerveja, a mesma deve possuir suas características vitais aromáticos conforme descrito no BJCP (2021). As cervejas desenvolvidas e analisadas estão dentro do estilo proposto da pesquisa sendo *American Lager*, na qual alguns dos aromas encontrados na análise de cromatografia gasosa são aromas característicos desse estilo, como: doce ou semelhante ao milho, aroma leve de lúpulo picante ou floral, de maçã que também são característicos desse estilo, conforme apresentado tabela 2.

Tabela 2: Substâncias voláteis identificadas no *Headspace* do mosto e das cervejas fermentadas com diferentes *S. cerevisiae*.

Substância	CAS	ÍONS de Identificação	Descritores*
Álcoois			
1-Propanol	71-23-8	31; 27; 42; 59; 60	álcool, pungente
-Butanol, 3-metil-	123-51-3	41; 55; 42; 57; 29	whisky, malte, queimado
1-Propanol, 2-metil-	78-83-1	43; 41; 42; 31; 27	vinho, solvente, amargo
Álcool feniletil	60-12-8	91; 92; 122; 65; 39	mel, especiarias, rosa, lilás
Ésteres			
1-Butanol, 3-metil-, acetato	123-92-2	43; 67; 55; 87; 19	banana
Acetato de isobutilo	110-19-0	46; 56; 18; 72; 41	fruta, maçã, banana
Ácido butanoico, éster etílico	105-54-4	71; 43; 88; 60; 73	Maçã
Ácido etanoico, éster etílico	123-66-0	88; 43; 29; 99; 60	Maçã de casca, fruta
Ácido octanoico, éster etílico	106-32-1	173; 174; 88; 78; 84	fruta, gordura
Ácido decanoico, éster etílico	110-38-3	88; 101; 29; 41; 43	uva
Ácido acético, éster 2-feniletil	103-45-7	105; 43; 18; 91; 106	Rosa, mel, tabaco
Aldeídos			
Butanal, 3-metil-	590-86-3	44; 41; 43; 58; 27	malte
Hexanal	66-25-1	44; 41; 56; 43; 27	grama, sebo, gordura
Heptanal	111-71-7	44; 43; 70; 41; 29	gordura, cítrico, ranço
Amida			
2-Propanamida	79-06-1	71; 27; 44; 55; 26	-
Propanamida, 2-hidroxi-	2043-43-8	117; 147; 118; 90; 188	-
Ácidos carboxílicos			
Ácido acético	64-19-7	43; 45; 60; 15; 42	azedo
Ácido octanoico	124-07-2	60; 73; 41; 43; 55	suor, queijo
Ácido 5-aminovalérico	660-88-8	174; 82; 86; 175; 100	Queijo, laticínios, notas ácidas, azedas, picantes, frutadas, fedorentas, gordurosas maduras e frutadas

Fonte: O autor, 2023. *Flavornet

De acordo com o estudo realizado por (Cucu *et al.*, 2021) com cervejas estilo

American Lager, utilizando a avaliação dos voláteis nestas amostras, foram encontrados os seguintes aromas: aroma de abacaxi, frutado/maçã, aroma de flores/rosas e mel, frutado/banana, rosa/mel, ou seja, alguns desses aromas descritores foram encontrados nas cervejas elaboradas. Já de acordo com o estudo realizado por (Ocvirk *et al.*, 2018) sobre a avaliação do aroma de cerveja *lager* por gás cromatografia e gás cromatografia/espectrometria de massa, a amostra analisada no estudo apresentou algumas substâncias semelhantes aos das cervejas elaboradas, como por exemplo: *phenylethanol*, *Ethyl acetate*, *3methyl butanol*, *Isobutyl acetate*, *Ethyl butyrate*, *isoamyl acetate*, *Ethylhexanoate*, *2-phenylethanol*, na qual estão representadas na tabela 2. Esses resultados implicam que as cervejas elaboradas com a farinha de mandioca apresentaram aromas característicos do estilo proposto.

A cerveja é uma combinação complexa, onde sua composição química varia consideravelmente conforme a composição da matéria-prima e processo de fermentação (Silva *et al.*, 2015). As cepas de levedura utilizadas no processo de fermentação têm um impacto fundamental na qualidade final da cerveja, ocasionando na produção de compostos aromáticos que vão influenciar nas características sensoriais (Budroni *et al.*, 2017).

Conforme ilustrado na tabela 3, a mesma apresenta a comparação entre as substâncias e a quantidade encontrada em cada uma delas. É possível observar que os descritores aromáticos do mosto não permaneceram nas cervejas, onde foram perdidos durante o processo de fermentação. Em relação ao comparativo entre as duas cervejas elaboradas, as mesmas apresentaram substâncias similares, com exceção das ácido acético e Fenaclon na cerveja elaborada com a levedura M-84 e ácido acético, éster de 2-feniletil, produzida com a levedura US-05. As áreas dos picos de cada substância demonstram a quantidade que cada substância representa na amostra. É observado que as amostras apresentaram maior percentual da substância 1-Butanol 3-metil-, pois o etanol e o acetato de etila foram retirados da tabela por apresentar maior valor, e também por ser um álcool, na qual foi dado ênfase nas demais substâncias.

Tabela 3: Substâncias voláteis com o CAS de identificação e os picos (área %) das amostras analisadas.

SUBSTÂNCIAS	CAS	MOSTO	US-05	M-84
		%	%	%
Acetato de isobutilo	110-19-0	-	0,7482000179	0,534779659
Ácido butanoico, éster etílico	105-54-4	-	0,9474477397	0,7352172055
1-Propanol	71-23-8	-	2,267736315	2,396735299
1-Propanol, 2-metil-	78-83-1	-	10,95189797	9,262387963
1-Butanol, 3-metil-, acetato1-	123-92-2	-	16,16337324	14,73373695
Butanol, 3-metil-	123-51-3	-	63,52653937	61,57956456
Ácido etanoico, éster etílico	123-66-0	-	2,627201961	3,776696365
Ácido octanóico, éster etílico	106-32-1	-	1,652918868	1,904379747
Ácido acético	64-19-7	-	-	0,3866563896
Ácido decanóico, éster etílico	110-38-3	-	0,1676115769	0,1402051632
Álcool feniletil	60-12-8	-	0,467875864	4,116185286
Ácido octanóico	124-07-2	-	0,0900460517	0,2265132584
Butanal, 3-metil-	590-86-3	59,44153557	-	-
Propanamida, 2-hidroxi-	2043-43-8	15,76303488	-	-
2-Propenamida	79-06-1	8,089907643	-	-
Hexanal	66-25-1	9,79787354	-	-
Heptanal	111-71-7	5,701522811	-	-
Ácido 5-aminovalérico	660-88-8	1,206125562	-	-
Ácido acético, éster 2-feniletil	103-45-7	-	0,1702724617	-

Fonte: O Autor, 2022.

Interpreta-se que a utilização da farinha de mandioca resultou em aromas característicos do estilo proposto, dessa forma sua utilização como matéria prima nas cervejarias pode ser considerada um potencial para a produção da cerveja artesanal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a farinha de mandioca se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, na qual apresentou eficiência no processo de fermentação, contribuindo para aromas característicos da cerveja proposta, como doce ou semelhante ao milho, aroma leve de lúpulo picante ou floral que são característicos do estilo proposto. Contribuindo para redução no custo da sua elaboração, obtendo assim um produto final de qualidade e com baixo custo de produção.

Por fim, de forma geral a cerveja elaborada e analisada apresentou-se satisfatória em relação aos seus aromas descritores, notando-se a importância de frisar que a farinha de mandioca contribuiu de forma positiva como adjunto de otimização no processo.

REFERÊNCIAS

ÁLVARE, Virgínia de Sousa. **Manual de Classificação de Farinha de Mandioca**. Embrapa Brasília, DF 2014. Disponível em: Manual de classificação de farinha de mandioca. - Portal Embrapa. Acesso em: 02 nov. 2022.

BATISTA, Eva Larissa de Andrade. **Cerveja artesanal: uma revisão sobre o seu processo de produção e seu potencial antioxidante**. 2021. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: CervejaArtesanalRevisão.pdf (ufu.br). Acesso em: 02 nov. 2022.

BEZERRA, Valéria Saldanha. **Farinhas de Mandioca Seca e Mista**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006. Disponível em: Farinhas de mandioca seca e mista. - Portal Embrapa. Acesso em: 02 nov. 2022.

BELTRAMELLI, Maurício. **Cervejas, brejas e birras: um guia completo para desmitificar a bebida mais popular do mundo**. 2 ed. São Paulo: Leya, 2014

BORTOLI, Daiane *et al.* **Leveduras e Produção de Cerveja**. Bioenergia em Revista. N. 3, p. 45-58, 2013. Disponível em: 77-232-1-PB (1).pdf. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL, **Decreto Nº 9.902, De 8 De Julho De 2019, Art. 36**. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9902.htm. Acesso: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Disponível em: Ministério da Saúde (saude.gov.br). Acesso em: 12 set. 2023.

BRASIL, **A Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)**. Disponível: https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-52-2011_78295.html Acesso: 04 set. 2022.

BRUNELLI, Luciana Trevisan; MANSANO, Alexandre Rodrigues; VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Caracterização Físico-Química de Cervejas Elaboradas Com Mel**. Brazilian Journal Of Food Technology. V. 17, n. 1, p. 19-27, 2014. Disponível em: scielo.br/j/bjft/a/j9g7GDh8ZhkrLbdK8jf53gc/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 02 nov. 2023.

BRUNELLI, Luciana Trevisan. **Produção de Cerveja com Mel: Características Físico-Químicas, Energética e Sensorial**. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Ciências Agrônômicas). 103 f. Botucatu – São Paulo, 2012. Disponível em: brunelli_lt_me_botfca.pdf (unesp.br). Acesso em: 02 nov. 2023.

BUDRONI, M.; Zara, G.; Ciani, M.; Comitini, F. **Saccharomyces e Leveduras Iniciais Não-Saccharomyces. Em fabricação de cerveja Tecnologia**; Kanauchi, M., Ed.; Intechopen: Londres, Reino Unido, 2017; págs. 81–100.

CARVALHO, Giovani Brandão Mafra de. **Obtenção de Cerveja Usando Banana Como Adjunto e Aromatizante**. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Biotecnologia Industrial). 163f. Lorena – São Paulo, 2009. Disponível em: Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante (usp.br). Acesso em: 02 nov. 2023.

CERVBRASIL, Associação Brasileira da Industria da Cerveja. **Mercado Cervejeiro**. Disponível: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/mercado-cervejeiro/. Acesso: 15 out. 2022.

CERVESIA, **Tecnologia Cervejeira**, 2017. Disponível: <https://www.cervesia.com.br/>. Acesso: 04 nov. 2022.

CUCU, Tatiana; DAVID, Frank; DEVOS, Christophe; PAT, Sandra. Untargeted flavor profiling of lager beers by stir bar sorptive extraction –capillary gas chromatography – time-of-flight mass spectrometry: High analytical performance with a green touch. *Journal of Chromatography A*. **Journal of Chromatography A**. V. 21, n. 1647, 2021. Disponível em: Untargeted flavor profiling of lager beers by stir bar sorptive extraction -capillary gas chromatography - time-of-flight mass spectrometry: High analytical performance with a green touch - PubMed (nih.gov). Acesso em: 02 nov. 2022.

DELIBERALLI, Camilo Carmago. **Cerveja Artesanais no Brasil: Análise da Comunicação Integrada de Marketing da Cervejaria Bodebrown**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Comunicação). 129f. Curitiba – Paraná, 2015. Disponível em: TCC Cervejas artesanais no Brasil Camilo Deliberalli.pdf (ufpr.br). Acesso em: 02 nov. 2022.

DÓSEA, Raquel Resende *et al.* Qualidade microbiológica na obtenção de farinha e fécula de mandioca em unidades tradicionais e modelo. **Ciência Rural**. V. 40, n. 2, p. 441-446, 2010. Disponível em: a430cr1741 (scielo.br). Acesso em: 28 jun. 2023.

Federal do Pampa, 2019. Disponível em: Repositorio Institucional da UNIPAMPA: Comportamento do consumidor de cervejas artesanais no município de Santana do Livramento. Acesso em: 16 out. 2022.

FERMENTO M84. Fermento Mangrove Jacks - M84 - Bohemian Lager. Lamas brew shop, 2022. Disponível em: Fermento Mangrove Jacks - M84 - Bohemian Lager Lamas (lamasbrewshop.com.br)>. Acesso em: 04 jun. 2022.

FERMNETO US-05. Fermento Fermentis - SafAle™ US-05. Lamas brew shop, 2022. Disponível em < Fermento Fermentis - SafAle™ US-05 > Lamas (lamasbrewshop.com.br)> Acesso em: 04 jun. 2022.

FERREIRA, Rubens Hermógenes *et al.* **Inovação na Fabricação de Cervejas**

Especiais na Região de Belo Horizonte. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 16, 2011. Disponível em: Microsoft Word - 10 FERREIRAo.doc (scielo.br). Acesso em: 04 ju. 2023.

FONSECA, Caio Sérgio Sprotte; SILVA, Felipe Correa da; SANTA, Osmar roberto Dalla. **CARACTERÍSTICAS DE CERVEJAS ELABORADAS COM LEVEDURAS PRESENTES EM VEGETAIS.** 8º Encontro Anual de Iniciação Tecnológica e Inovação. Universidade Estadual do Centro-Oeste. 2018. Disponível em: 160 (uem.br). Acesso em: 04 dez. 2022.

GALVÃO, Douglas Fonseca; RIBEIRO, Karoline Pereira; POMPEU, Gabriela Ciribelli Santos. **Estudo cinético do processo produtivo de cerveja artesanal utilizando mandioca como adjunto cervejeiro.** Congresso Brasileiro de Engenharia Química e Iniciação Científica. Uberlândia/MG. 2019. Disponível em: ESTUDO CINÉTICO E TERMODINÂMICO DE ADSORÇÃO DE NÍQUEL EM ARGILA BENTONITA TIPO BOFE (semanticscholar.org). Acesso em: 28 jun. 2023.

GARCIA, Manuel Mântua Esteves. **Produção de Cerveja: Utilização de Estirpes Não-Convencionais em Co-Fermentação com *Saccharomyces* para Potenciação do Perfil Sensorial de Diversos Tipos de Cervejas.** Dissertação de mestrado (Engenharia Alimentar). 119f. Universidade de Lisboa, 2017. Disponível em: tese_definitiva.pdf (utl.pt). Acesso em: 02 nov. 2022.

GIORGI, Victor de Vargas. **“Cultos em Cerveja”: Discursos Sobre a Cerveja Artesanal no Brasil.** Soc. e Cult. V. 18, n. 1, p. 101-111, 2015. Disponível em: Vista do “Cultos em cerveja”: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil (ufg.br). Acesso em: 02 nov. 2023.

HOELZ, Isabela dos Santos; AZEVEDO, Raul Siqueira. **Análise Teórico-Experimental de Processos de Fermentação Para Produção de Cerveja.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química). 71f. Niterói – Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: TCC Isabela Raul.pdf (uff.br). Acesso em: 16 out. 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em: analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 16 out. 2022.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A Cerveja No Brasil.** 2018. Disponível: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/a-cerveja-no-brasil>. Acesso: 16 out. 2022.

MACHADO, Eduarda da Rosa. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau.** 46 f. Tese (Doutorado em ciência e tecnologia dos alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau | Manancial - Repositório Digital da UFSM. Acesso em: 16 out. 2022.

MARCUSSO, E. F., & MULLER, C. V., **A Cerveja No Brasil: O Ministério da Agricultura Informando e Esclarecendo**. 2017.

MARTINS, Daniel Alonso; VIANA, João Garibaldi Almeida. **Comportamento do Consumidor de Cerveja Artesanal no Município de Santana do Livramento**. Unipampa. Trabalho de Conclusão de Curso (Administração). 25f. Universidade Federal do Pampa, 2019. Disponível em: Repositorio Institucional da UNIPAMPA: Comportamento do consumidor de cervejas artesanais no município de Santana do Livramento. Acesso em: 16 out. 2022.

MATOS, Ricardo Augusto Grasel. **Cerveja: panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência**. 90f. (Trabalho de conclusão de curso). 2011. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Disponível em: Microsoft Word - Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia Ricardo Matos (ufsc.br). Acesso em: 16 out. 2023.

MORADO, Ronaldo. Larousse da cerveja. São Paulo. Larousse do Brasil, 2009.

OCVIRK, Miha; MLINARIC, Natasa Kocar; KASIRA, Iztok J. **Comparison of sensory and chemical evaluation of lager beer aroma by gas chromatography and gas chromatography/mass spectrometry**. Published online in Wiley Online Library: 19 February 2018. Disponível em: Comparison of sensory and chemical evaluation of lager beer aroma by gas chromatography and gas chromatography/mass spectrometry - Ocvirk - 2018 - Journal of the Science of Food and Agriculture - Wiley Online Library. Acesso em: 16 out. 2022.

OLIVEIRA, Luciana Alves de; SOUZA, Joana Maria Leite de; MATOS, Márcia Filgueiras Rebelo de; ÁLVARES, Virgínia de Souza Álvares. **Farinha de mandioca: alimento fonte de fibras e amido resistente**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021. Disponível em: Documento245-Luciana-AINFO-1.pdf (embrapa.br). Acesso em: 16 out. 2022.

OLIVEIRA, Mariana; FABER, Carolina Rocha; PLATA-OVIEDO, Manuel Salvador Vicente. **Elaboração de Cerveja Artesanal a Partir da Substituição Parcial do Malte por Mel**. REBRAPA. V. 6, n. 3, p. 01-10, 2015. Disponível em: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=7e07d3a87d191cc9JmltdHM9MTY5NDQ3NjgwMCZpZ3VpZD0xYzFhNDY1YS0zZDFmLTY0MjltMjFkNy01NTZjM2M4OTY1ODEmaW5zaWQ9NTE4MA&pptn=3&hsh=3&fclid=1c1a465a-3d1f-6422-21d7-556c3c896581&psq=Elabora%c3%a7%c3%a3o+de+Cerveja+Artesanal+a+Partir+da+Substitui%c3%a7%c3%a3o+Parcial+do+Malte+por+Me&u=a1aHR0cHM6Ly9wZXJpb2RpY29zLnV0ZnByLmVkdS5ici9yZWJyYXBhL2FydGljbGUvdmlld0ZpbGUvMzQ3NS9wZGY&ntb=1>. Acesso em: 16 out. 2022.

RAIOL, L.S *et al.* Incidência de bolores e leveduras em farinhas de mandioca (fina, tipo seca) comercializadas na Região Norte do Brasil. **Embrapa**. 2017. Disponível em: Incidência de bolores e leveduras em farinhas de mandioca (fina, tipo seca) comercializadas na Região Norte do Brasil. - Portal Embrapa. Acesso em: 28 jun. 2023.

REECK, C. B., BRUGINSKI, E. R. D., NASCIMENTO, R. D., & CARVALHO, F. de. **Desenvolvimento e Avaliação dos Parâmetros Cinéticos na Fermentação de Cerveja Aromatizada**. Curitiba – PR, 2010.

ROCHA, Janice Ribeiro Tavares. **Fermentação Alcoólica na Indústria Cervejeira**. Trabalho Científico (Bacharel em Físico-química). 2006. Disponível em: Trabalho Científico apresentado ao ISE para obtenção do grau de Bacharel em Físico-Química (core.ac.uk). Acesso em: 16 out. 2022.

ROSA, Natasha Aguiar; AFONSO, J. **A Química da Cerveja**. Quím. nova esc. – São Paulo-SP, v. 37, 2014.

SANTOS, Iratan Jorge dos. **Cinética de Fermentação e Estudos de Metabólitos e Enzimas Intracelulares Envolvidas na Fermentação Alcoólica Cervejeira Conduzidas Com Leveduras de Alta e Baixa Fermentação Em Diferentes Composições de Mosto**. Tese (Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). 139f. Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em: Tese Doutorado Iratan Jorge dos Santos.doc (ufv.br). Acesso em: 16 out. 2022.

SANTOS, J. I.; DINHAM, R.; ADAMES, C. **O essencial em cervejas e destilados**. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Editora SENAC, 2013.

SILVA, Nausely *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Ed. Varela. 2001,317p.

SILVA, GC; Abner, AS; Silva, LSN; Godoy, RLO; Nogueira, LC; Quitério, SL; Raices, RSL. **Desenvolvimento de método por GC-ECD e HS-SPME-GC-MS para análise de voláteis de cerveja**. Química Alimentar. 2015, 167, 71-77

SILVA, R. A. da., MAIA, G. A., SOUSA, P. H. M. de, COSTA, J. M. C. da. **Composição e Propriedades Terapêuticas do Mel de Abelha**. Alim. Nutr. V. 17, n.1, 2006. Disponível em: Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. – DOAJ. Acesso em: 28 Ju. 2023.

SOUZA, Joana Maria Leite *et al.* Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 28, n. 4, p. 907-912, 2008. Disponível em: scielo.br/j/cta/a/3YTPdfb7Zdgn9Kcj4q3B9Kc/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 28 jun. 2023.

STRONG, Gordon; ENGLAND, Kristen. **BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM 2021 STYLE GUIDELINES**. Copyright © 2021, BJCP, Inc.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Editora Bucher, vol. 1, 2010.

VIANA, Arão Cardoso *et al* .American pale Ale craft beer: Influence of brewer's yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity. **LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY**. V. 152, p. 112317, 2021. Disponível em: American pale Ale craft beer: Influence of brewer's yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity | Semantic Scholar. Acesso em: 16 Out. 2022.

WALKER, G.; STEWART, G. **Saccharomyces cerevisiae in the Production of Fermented Beverages**. Beverages, v. 2, n. 4, p. 30, 2016.