

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**TAIRONY QUEIROZ VIENA**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *INDIA PALE ALE* COM UMBU-  
CAJÁ: FRUTO TÍPICO DA REGIÃO DO NORDESTE BRASILEIRO**

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2022**

**TAIRONY QUEIROZ VIENA**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *INDIA PALE ALE* COM UMBU-  
CAJÁ: FRUTO TÍPICO DA REGIÃO DO NORDESTE BRASILEIRO**

**Production of artisanal beer type india pale ale with Umbu-Cajá: typical fruit of  
the brazilian northeast region**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR, como partes dos requisitos para a obtenção  
de título de Engenheiro Químico.

Orientadora: Maria Helene Giovanetti Canteri

Coorientadora: Irede Angela Lucini Dalmolin

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**TAIRONY QUEIROZ VIENA**

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *INDIA PALE ALE* COM UMBU-  
CAJÁ: FRUTO TÍPICO DA REGIÃO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR, como requisitos para a obtenção de título de  
Bacharel em Engenharia Química.

Data de aprovação: 23/Junho /2022

---

Maria Helene Giovanetti Canteri  
Doutorado Tecnologia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

---

Irede Angela Lucini Dalmolin  
Doutorado em Engenharia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

---

Douglas da Costa Ferreira  
Doutorado em Engenharia Mecânica  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2022**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho inteiramente a minha avó, Cosmelita Mendes de Oliveira, que não está mais entre nós, mas estará eternamente em minha memória.

## AGRADECIMENTOS

É impossível citar todas as pessoas a quem sou imensamente grato por fazer parte desta caminhada ao meu lado; sobretudo, peço desculpas àquelas que aqui não foram mencionadas, mas estejam certas de que estão em meu coração e sempre lhes serei grato.

Agradeço a Deus, a quem acredito que, em muitos momentos dos quais pensei em desistir, esteve ao meu lado dando-me forças para continuar.

Agradeço à minha esposa, Patrícia Marques Oliveira Viena, por todo apoio, incentivo, cobrança e por acreditar em mim.

Agradeço à Rosaina, a quem sempre se fez presente em minha vida.

Agradeço ao meu irmão Joilton, por todo apoio e suporte prestado.

Agradeço à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Helene Giovanetti Canteri, por todo conhecimento transmitido e por acreditar neste projeto.

Agradeço a minha coorientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irede Angela Lucini Dalmolin, por ter aceitado fazer parte deste projeto e sua disposição em ajudar sempre.

Agradeço aos meus amigos, Waltes Teite e Luciano Alves, por todo apoio durante essa jornada.

Agradeço aos meus colegas de curso, por toda troca de conhecimento e experiências vivenciadas.

Agradeço imensamente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em especial, ao campus de Francisco Beltrão, por todo ensino de qualidade e gratuito.

Para finalizar, agradeço imensamente à minha família, em especial à minha avó (*in memorian*), por todo apoio e amor que me foi dado durante essa jornada.

## RESUMO

Entende-se por cerveja, a bebida resultante da fermentação do mosto cervejeiro por leveduras, adicionado de lúpulo. O mosto é composto por água, cevada maltada ou extrato de malte, acrescentado em partes por adjuntos. O Brasil está em ascensão na produção e consumo de cervejas artesanais, apesar desse mercado representar pequena porcentagem em comparação às grandes indústrias. Logo, o número de micro cervejarias tem aumentado nos últimos anos, representando assim a evolução no setor. O objetivo deste trabalho foi produzir e avaliar as características físico-químicas de uma cerveja artesanal com adição do Umbu-Cajá (*Spondias bahiensis*), um fruto nativo do Nordeste do Brasil. Foram realizadas análises de teor alcoólico, cor, extrato real, densidade, amargor e pH. Os resultados obtidos mostraram similaridade com o estilo produzido para extrato real, amargor e pH. Para teor alcoólico, o resultado apresentou-se elevado para o estilo de cerveja (*India Pale Ale-IPA*), porém justificável devido à característica agridoce do fruto e a atividade das leveduras após o processo de fermentação. O resultado esteve abaixo do esperado para a densidade, entretanto aceitável devido ao processo fermentativo. A cor manteve-se mais escura que padrão para o estilo, provavelmente devido aos insumos utilizados.

Palavras-chave: cervejas artesanais; características físico-químicas; *Spondias bahiensis*

## ABSTRACT

Beer is the beverage resulting from the fermentation of beer wort by yeast with the addition of hops. The wort is composed of water, malted barley or malt extract, and can be added in parts by adjuncts. Brazil is on the rise in the production and consumption of craft beers, although this market represents a small percentage in comparison with the large industries. Therefore, the number of microbreweries has increased in recent years, thus representing the evolution in the sector. The objective of this work was to produce and evaluate the physical-chemical characteristics of a craft beer with the addition of Umbu-Cajá (*Spondias bahiensis*), a native fruit of Northeast Brazil. Analyses of alcohol content, color, real extract, density, bitterness and pH were performed. The results obtained showed similarity with the produced style for real extract, bitterness and pH. For alcohol content, the result was high for the beer style (Indian Pale Ale-IPA), but justifiable due to the sweet-sour characteristic of the fruit and the yeast activity after the fermentation process. The result was lower than expected for density, but acceptable due to the fermentation process. The color remained darker than the standard for the style, probably due to the ingredients used.

Keywords: craft beers; physicochemical characteristics; *Spondias bahiensis*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Quantidade de cervejarias por estado brasileiro no ano de 2020.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2 - Maltes especiais.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3 - Lúpulo colhido que será processado no mesmo dia.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4 - Árvore umbu-cajazeira.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5 - Processo produtivo da cerveja.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 6 - Processo de mosturação, lavagem e clarificação (à esquerda) e mosto concluído (à direita).....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 7- Mosto cervejeiro fermentando.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 8 - Processamento do umbu-cajá.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 9 - Açúcar para carbonatação na garrafa, cervejas envasadas.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 10 - Cerveja india pale ale produzida com umbu-cajá na Bahia comparada com as escalas de cor SRM e EBC.....</b>	<b>29</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Resultados das análises físico-químicas da cerveja estilo <i>India Pale Ale</i> com Umbu-Cajá produzida na Bahia em 2022 .....</b>	<b>28</b>
--	-----------

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
<b>3.1 Análise econômica do mercado cervejeiro no Brasil</b>	12
<b>3.2 Cervejas artesanais</b>	13
<b>3.3 Matéria-prima</b>	13
3.3.1 Malte	13
3.3.2 Lúpulo	14
3.3.3 Leveduras	16
3.3.4 Água	16
3.3.5 Umbu	17
<b>3.4 Etapas de produção da cerveja</b>	18
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
<b>4.1 Material</b>	21
<b>4.2 Produção da cerveja</b>	21
<b>4.2 Análises físico-químicas</b>	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
6. CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de cerveja possui uma história que remonta milhares de anos, desde a Antiga Mesopotâmia até os dias atuais, com novas tendências de produção caseira (HUGHES, 2016).

Segundo Costa (2005, apud ARNOLD, 2015) a cerveja, do latim *cervisia*, é a bebida carbonatada obtida da fermentação alcoólica, pela *Saccharomyces cerevisiae*, do mosto preparado com cevada maltada, adicionada ou não de outros cereais maltados, lúpulo e água, cujo teor alcoólico varia entre 3-8% (v/v).

Conforme a Associação Brasileira de Indústria de Cerveja (2017), o Brasil contava já neste ano com o consumo de 14,1 bilhões de litros de cerveja anuais. Devido a isso, verifica-se a expansão do comércio cervejeiro no país e novas cervejarias (pequenas e médias) estão sendo abertas, proporcionando aos consumidores diversos estilos e sabores, maior qualidade de produto e ampla diversidade.

Segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), em 2020, o país chegou à marca de 1.383 cervejarias registradas. Apesar de a concentração ser maior na parte Sul e Sudeste, outras regiões estão em processo de crescimento, como a região Nordeste (ANUÁRIO DA CERVEJA, 2020).

Apesar da definição simples da cerveja, existem muitas problemáticas que a torna complexa e envolvem vários fatores, desde a seleção dos grãos, lúpulos, leveduras e adjuntos para a formulação da receita, até a escolha dos equipamentos a serem utilizados e o método de produção. Dessa maneira, define-se o estilo desejado da cerveja. O estilo específico de determinada cerveja ocorre quando várias cervejarias produzem uma cerveja com as mesmas características como cor, sabor, aroma, teor alcoólico e amargor (DANIELS, 1998).

Um método para incrementar sabor e aroma em cervejas é por meio da utilização de frutas. O Umbu-Cajá ou cajaraneira (*Spondias* sp.) é uma árvore frutífera nativa do Nordeste brasileiro que pertence à família *Anacardiaceae* assim como o cajueiro (*Anacardium occidentale*) (SOUZA; FILHO; MENDES, 2020). Nesse sentido, a adição do Umbu-Cajá na cerveja é algo inovador que pode agregar valor ao produto.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a cerveja artesanal, estilo *India Pale Ale* com adição de Umbu-Cajá, produzida em escala piloto.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver a formulação e o um protocolo de produção de cerveja artesanal *India Pale Ale* de Umbu-Cajá.
- Evidenciar os aspectos técnicos na adição do Umbu-Cajá durante o processo.
- Avaliar as características físico-químicas da cerveja com Umbu-Cajá (amargor, cor, teor alcoólico, pH, extrato real).
- Analisar os parâmetros qualitativos de acordo com a legislação vigente e com a *Brewers Association*.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Análise econômica do mercado cervejeiro no Brasil

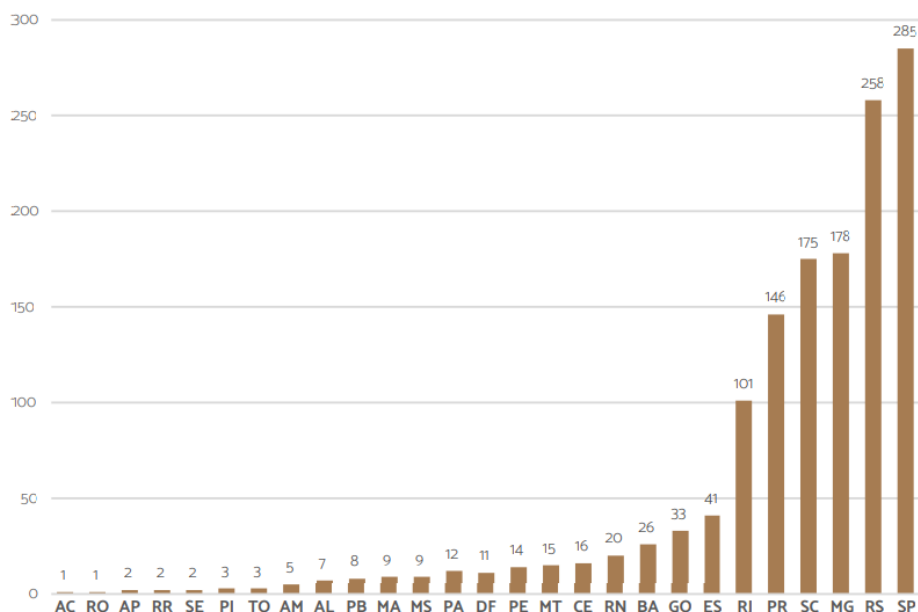
O consumo e a produção de cerveja são milenares e nos últimos 150 anos a cerveja tornou-se expressiva entre as bebidas alcoólicas. Com esse perfil globalizado, o Brasil tem chamado a atenção de empresas líderes deste setor internacionalmente (FREITAS, 2015).

O Brasil já ocupava, em 2015, o terceiro lugar no *ranking* mundial de produção de cerveja, posição conquistada com a implementação de uma política de longo prazo voltada para investimentos em fábricas, com inovação e geração de renda e trabalho ao Brasil (ANUÁRIO DA CERVEJA, 2015).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA (2020), o país alcançou a marca de 1.383 cervejarias registradas e ultrapassou a marca de 33.963 registros de produtos.

A concentração de cervejarias se mantém contínua na região sul-sudeste. Entretanto, há um destaque para região Nordeste, com crescimento de 41,4% e Centro-Oeste com 22,8% em comparação ao ano anterior (Figura 1).

**Figura 1 - Quantidade de cervejarias por estado brasileiro no ano de 2020**



Fonte: CERVBRASIL (2020)

Com cerca de 2,7 milhões de postos de trabalho, entre empregos diretos, indiretos e induzidos, o setor de cerveja é um dos que mais empregam no país. Só em cervejarias, empregos cresceram mais que a média geral da indústria; para cada novo emprego em uma fábrica de cerveja, outros 52 são criados na cadeia produtiva no Brasil (CERVBRASIL, 2020).

### **3.2 Cervejas artesanais**

A cerveja artesanal é assim chamada quando produzida por uma pequena cervejaria com ingredientes de excelência e métodos tradicionais. Os cervejeiros artesanais produzem cervejas com qualidade superior às produzidas em grandes escalas industriais, devido aos lotes serem menores; desse modo, consegue-se produzir sem substâncias químicas e com processo de carbonatação natural, o que cervejarias de grande porte não consideram viável economicamente (HUGHES, 2016).

Segundo o artigo 36 do Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009, atualizado pelo Decreto nº 9.902, de 08 de julho de 2019, da legislação brasileira:

Cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou extrato de malte poderá ser substituído parcialmente por adjuntos cervejeiros” (BRASIL, 2019).

A própria definição legislativa descreve de forma superficial o processo da fabricação da cerveja, evidenciando que a bebida é gerada através da fermentação de substâncias.

### **3.3 Matéria-prima**

#### **3.3.1 Malte**

De acordo com Hughes (2016), os maltes são grãos pré-geminados no processo de maltagem, que busca produzir enzimas para converter amidos em açúcares fermentáveis, responsável pela cor e sabor da cerveja.

O grão de maior utilização para a produção de cerveja é a cevada, rica em enzimas e responsável por produzir alta quantidade de açúcar no mosto cervejeiro. Existem três variedades de cevadas que se diferenciam na forma de como se encontram disposta em torno na espiga: duas, quatro, seis fileiras. Em função de que de duas fileiras possui menor quantidade de proteína e maior quantidade de açúcar, é a mais utilizada na produção de cerveja. O trigo e o centeio também são muito utilizados, porém, é possível empregar outros grãos, como flocos de trigo, flocos de arroz, flocos de aveia, flocos de milho, que além de mais açúcares resultam em sabores especiais (HUGHES, 2016).

Ainda, de acordo com Hughes (2016), os grãos de malte resultantes do processo de maltagem devem ser moídos antes da brassagem. Os maltes são classificados de acordo com suas características em maltes base e maltes especiais. Os maltes base são responsáveis por fornecer a maior quantidade de açúcar fermentável enquanto que os especiais utilizados em menores quantidades são responsáveis por oferecer cores e sabores complexos.

Abaixo, segue-se a Figura 2, com maltes especiais em que é possível verificar diferentes características de cores.

**Figura 2 - Maltes especiais**



**Fonte: Hughes (2014)**

### 3.3.2 Lúpulo

O lúpulo corresponde às flores cônicas da planta fêmea de uma trepadeira parenta do cânhamo, desidratada e adicionada à cerveja para dar amargor, sabor, aroma e para combater a contaminação microbiológica (HUGHES, 2016).

De acordo com Rodrigues, Morais e Castro (2015), a maior quantidade do cultivo de lúpulo destina-se à produção de cerveja, devido à existência de flores femininas que possuem uma substância chamada de lupulina.

O lúpulo é também utilizado com finalidades medicinais, sendo incorporado a medicamentos destinados ao tratamento de insônia, *stress* e ansiedade. Como já descrito, o lúpulo é responsável pelo amargor e aroma, atribuições dependentes da sua devida utilização para se obter a finalidade desejada. Quando inserido no início da fervura, obtém-se maior amargor; quando no final da fervura ou na maturação, aflora o aroma e sabor. Essa propriedade do lúpulo dá-se devido aos alfa-ácidos e beta-ácidos, que são ácidos orgânicos secretados pelas glândulas de lupulina (RODRIGUES; MORAIS; CASTRO, 2015).

Enquanto que os ácidos alfas são responsáveis por despertar sabor e amargor, os ácidos betas se responsabilizam pelo aroma (HUGHES, 2016).

O processamento após a colheita do lúpulo deve ser feito rapidamente para melhor qualidade, com umidade em torno de 75 a 80% os cones podem deteriorar-se rapidamente e haver perda das glândulas de lupulina em temperatura ambiente (SPÓSITO *et al.*, 2019).

Na Figura 3 a seguir é possível verificar lúpulos frescos recém-colhidos.

**Figura 3 - Lúpulo colhido que será processado no mesmo dia**



**Fonte: Spósito *et al.* (2019)**

Os maiores produtores mundiais de lúpulo são Estados Unidos com 47,3 mil toneladas, Alemanha com 32,6 mil toneladas, seguidos de China e República Tcheca com números aproximados em torno de 6,8 mil toneladas. Já no Brasil, a produção de 20 hectares está distribuída entre os estados de Rio Grande do Sul,



Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas e Brasília (SPÓSITO *et al.*, 2019).

Uma variedade adaptada ao clima Brasileiro, a 'Mantiqueira' foi desenvolvida e lançada em São Paulo, pelo viveiro Frutopia. Apesar dos estudos e da evolução Brasileira na produção de lúpulo, isso ainda não é o bastante, sendo a maior parcela, ou quase que a totalidade utilizada pela indústria nacional importada de países como Estados Unidos e Alemanha (SPÓSITO *et al.*, 2019).

### 3.3.3 Leveduras

As leveduras são consideradas o ingrediente responsável por transformar em cerveja o mosto doce produzido pelo malte, lúpulo e a água, sendo um organismo unicelular e um tipo de fungo (HUGHES, 2016). As leveduras possuem o papel de converter os açúcares extraídos dos cereais em álcool e dióxido de carbono, habilidade chave para o sucesso das fermentações cervejeiras (SILVA, 2019).

Existem dois estilos de leveduras, que caracterizam as cervejas *ales* e *lagers*, sendo essas de alta e baixa fermentação. A cerveja *ale* (alta fermentação) trabalha com temperatura de fermentação entre 16 - 24 °C, enquanto que a *lagers* (baixa fermentação) opera entre 7 - 15 °C. Essas se diferenciam também com relação ao aroma e o sabor (HUGHES, 2016).

### 3.3.4 Água

A água é um ingrediente de suma importância para produção da cerveja. Sua qualidade e características químicas fazem enorme diferença no produto final (HUGHES, 2016).

De acordo com Andrade, Mega e Neves (2011) e Tozzeto (2017), a água possui um volume que ultrapassa 92% da matéria necessária total para produção de cerveja. Com o avanço tecnológico é possível obter níveis de purezas e ajuste de minerais ideais para exata produção.

É necessário que para produção de cerveja, a água possua determinados requisitos: seja livre de turbidez, límpida, inodora, sem sabor e livre de micro-organismos. Ainda assim, o controle de pH é importante, atuando na regulação da

atividade enzimática, na solubilização dos componentes adstringentes, na variação da cor e na coagulação dos componentes proteicos do mosto (AFONSO; ROSA, 2014).

### 3.3.5 Umbu

A árvore umbu-cajazeira (Figura 4) como é conhecida, típica da região do nordeste, está semeada em vasto território nordestino, em campos pastosos ou em quintais domiciliares. O fruto apresenta diversos nomes, a depender da microrregião (umbu amarelo, cajá, umbu, entre outros) e possui carotenoides, açúcares e vitaminas. Sua classificação é dada por drupa, perfumados, carnosos, amarelo de sabor agridoce (SOUZA; FILHO; MENDES, 2020).

**Figura 4 - Árvore umbu-cajazeira**



**Fonte: Souza, Filho e Mendes, 2020**

O Umbu-Cajá já é utilizado para fins industriais, e apresenta crescente participação no agronegócio do nordeste, seja com fruta fresca para o consumo, ou processada como o sorvete, picolé, polpa e sucos (SOUZA; FILHO; MENDES, 2020).

### 3.4 Etapas de produção da cerveja

De acordo com Almeida e Silva (2015) citado por Tozetto (2017), a produção de cerveja industrial é dividida nas seguintes operações: moagem dos grãos, mosturação, filtração e clarificação, fervura, resfriamento, fermentação, maturação e envase.

A moagem dos grãos possui como principais objetivos o aumento da superfície de contato do grão, viabilizando a atuação enzimática e quebra do malte e a separação das cascas para serem utilizadas como material filtrante. Esses estão diretamente relacionados com o rendimento máximo, clarificação e boa qualidade do filtrado (MARCONDES, 2020).

Conforme Green (2015), a mosturação é o processo de transformação de matérias-primas em mosto. Esse procedimento acontece devido à solubilização do amido contido nos grãos de malte, através de ações enzimáticas, sendo dependente da temperatura, do tempo, do grau de acidez, da concentração do meio, da qualidade do malte e da contribuição do produto de moagem (VENTURINI FILHO, 2010, apud AZEVEDO; SOUZA, 2021).

Há duas etapas de filtração no processo de produção: a primeira, com finalidade de retirar os grãos de malte e adjuntos do mosto, utilizando as cascas de grãos como agente clarificante, com o objetivo de obter o extrato de malte sacarificado. A segunda busca remover partículas em suspensão deixando a bebida transparente e brilhante, livre de leveduras e substância de cor desagradável (AFONSO; ROSA, 2014).

Dentre os principais objetivos da fervura na produção de cerveja estão i) evaporação da água excedente; ii) esterilização do mosto; iii) floculação de proteínas; iv) transferência de substâncias amargas do lúpulo; v) inativação de enzima; vi) evaporação de compostos aromáticos indesejáveis e vii) delegação de paladar, aroma e cor com formação de melanoidinas (MARCONDES, 2021).

Após a fervura, o mosto é resfriado por um trocador de calor até atingir a temperatura de fermentação. A ideia é que ocorra troca térmica sem contato entre os meios. Para cervejas *ale* a temperatura é resfriada entre 18 e 22 °C, enquanto que para as *lagers* fica entre 7 e 15 °C (VENTURINI FILHO, 2010 apud AZEVEDO; SOUZA, 2021).

Logo após a temperatura do mosto diminuir pelo processo de resfriamento, esse recebe as leveduras, sendo acondicionado em um tanque fermentador. As leveduras possuem a finalidade de consumir os açúcares fermentáveis do mosto, tendo como principal produto etanol e CO<sub>2</sub> (AFONSO; ROSA, 2014).

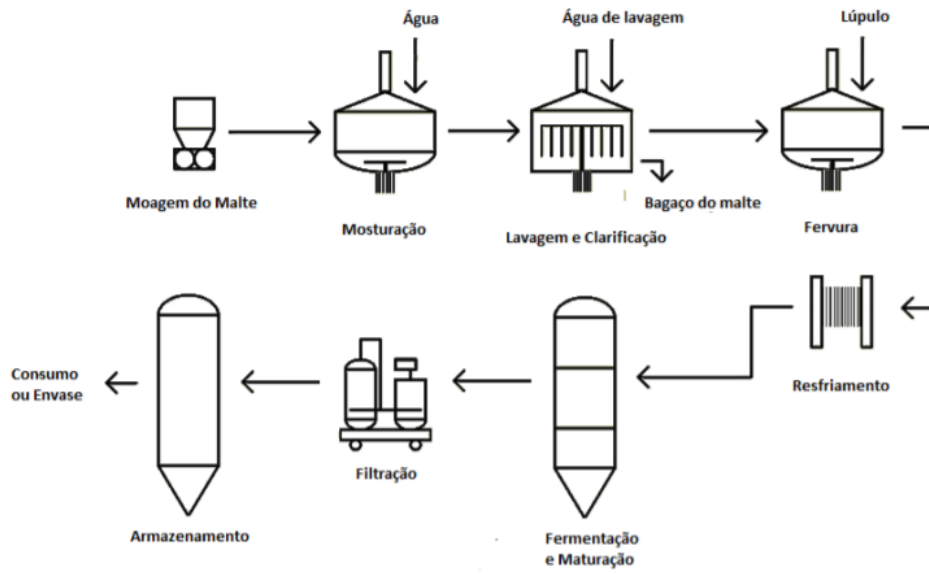
Nesse processo a temperatura é reduzida a 0 °C, ocorrendo transformações que aprimoram o sabor, com fermentação secundária, quando as leveduras remanescentes consomem os carboidratos residuais. Esse processo leva de 6 a 30 dias, acarretando também na sedimentação de partículas em suspensão (AFONSO; ROSA, 2014).

O processo de envase em garrafas pode ser realizado de duas maneiras diferentes: utilizando a carbonatação forçada por contrafluxo ou pelo processo de *priming* (VENTURINI FILHO, 2021).

A carbonatação forçada é realizada com CO<sub>2</sub> e demanda alguns equipamentos adicionais com custos maiores, como tanque de pressão. Esse processo precede o envase, podendo ser feito também em barris, com a vantagem de ser um processo rápido, eficiente, deixar a bebida com maior transparência e estabilidade no processo fermentativo. Esse procedimento é o padrão na produção industrial. Já o *priming* baseia-se na utilização de algum açúcar fermentescível na garrafa que será consumido pelas leveduras residuais da cerveja não filtrada, gerando uma carbonatação na garrafa (VENTURINI FILHO, 2021).

O processo de produção de cerveja costuma seguir o diagrama geral abaixo (Figura 5) descrito por Souza; Andrade (2017). Nesse caso, o umbu será adicionado na etapa de maturação do processo, *in natura*.

Figura 5 - Processo produtivo da cerveja



Fonte: Souza e Andrade (2017)

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Material

Conforme Hughes (2016) há três métodos de produção de cerveja artesanal (usando *kit*, extrato de malte ou *all-grain*). Escolheu-se para produção o método *all-grain*, devido à facilidade de produção e o custo benefício.

A produção da cerveja artesanal do estilo *India pale ale* com adição de umbu-cajá foi realizada de forma piloto na cidade de Tapiramutá-BA, utilizando-se um *kit* de produção caseira, obtido na empresa Bahia Malte, composto por *Grain bag* (BIAB), caldeirão de alumínio (32 L), borrifador, *chiller* de imersão, balde fermentador (19,8 L), pá cervejeira, arrolhador de garrafas, mini densímetro, proveta graduada de plásticos, termômetro, tampinhas *pry-off* e uma bomba d'água.

Os ingredientes foram obtidos junto à empresa *Let It Brew Brewshop*. Utilizou-se: 4 kg de malte pilsen, 100 g de malte melano, 200 g de malte Caramunich III, 20 g de lúpulo Columbus, 20 g de lúpulo Amarillo, 40 g de lúpulo Citra, água mineral, levedura US-05 e 1 kg Umbu-Cajá, comprado na feira livre na cidade de Tapiramutá-Ba, em estágio de maturação adequado para consumo (maduro).

### 4.2 Produção da cerveja

Para esta produção, compraram-se os grãos já moídos, evitando-se custos com equipamento de moagem. No processo de clarificação foi adicionada uma bomba d'água fazendo a recirculação do mosto. A seguir, está descrito o passo a passo do processo produtivo:

1. Adicionou-se 27 L de água na panela e elevou-se a temperatura até 62 °C. Em seguida, foram colocados a bomba de recirculação e o BIAB na panela.
2. Adicionaram-se os grãos e controlou-se a temperatura por 45 min em aproximadamente 62 °C. Efetuou-se o processo de mosturação e ao mesmo tempo a lavagem e clarificação do mosto.
3. Em seguida, a temperatura foi elevada até 68 °C e mantida por 15 min continuando o processo de mosturação, lavagem e clarificação (Figura 6).

4. A seguir, a temperatura foi elevada para 78 °C e mantida por 5 min, a fim de se encerrar o processo de mosturação.
5. Após o período do passo anterior, foi retirado o BIAB e feito o descarte dos grãos.
6. Elevou-se a temperatura até ebulição. Quando o mosto começou a ferver, foi adicionado 20 g de lúpulo Columbus.
7. Após 50 min de fervura, inseriu-se o *chiller* para esterilizá-lo com o mosto fervendo e em seguida efetuar o processo de resfriamento. Após 60 min, a fonte de calor foi desligada e iniciou-se o resfriamento com o *chiller* imerso, realizando a troca térmica entre o mosto e água a temperatura ambiente. Nesse momento foi adicionado 20 g de lúpulo Amarillo, resultando no mosto (Figura 6).

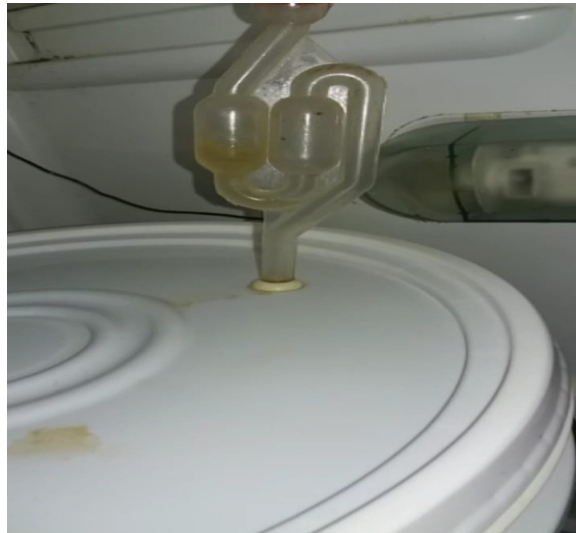
**Figura 6 - Processo de mosturação, lavagem e clarificação (à esquerda) e mosto concluído (à direita)**



Fonte: Autorial própria (2021)

8. Já, em temperatura ambiente, o mosto foi transferido para o balde de fermentação esterilizado, adicionando-se a levedura US-05 e manteve-se em processo de fermentação por 7 dias a 18 °C (Figura 7).
9. Terminada a fermentação, foi realizada uma transferência da cerveja para outro balde, para maturação. Nesse momento foi separado o lodo de leveduras que ficam depositadas no fundo. Nessa transferência, aproveitou-se para adicionar o Umbu-Cajá.

**Figura 7- Mosto cervejeiro fermentando**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

10. Por ser um fruto com semente, foi realizado o processo de separação da polpa de seu caroço. Adicionou-se 1 L de água e 1 kg do fruto a uma panela e realizou-se a fervura. Após a extração, foi realizada uma filtragem e inserida a polpa do fruto filtrada junto à cerveja para o balde de maturação por 3 dias a 22 °C (Figura 8).

**Figura 8 - Processamento do umbu-cajá**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

11. Após 3 dias, reduziu-se a temperatura para 1 °C e manteve-a por 7 dias para a processo de clarificação e decantação de partículas.



12. Após 7 dias, elevou-se a temperatura para 18 °C e adicionou-se 40 g de lúpulo citra, processo chamado de *dry hopping*, mantendo por 3 dias.
13. Após o *dry hopping*, efetuou-se outra transferência para retirada de partículas que ficaram no fundo do balde.
14. Após essas etapas, a cerveja ficou pronta para envase. Utilizou-se o método de carbonatação na garrafa utilizando açúcar (*priming*). Após o envase, considerou-se 10 dias para a produção ficar pronta para consumo (Figura 9).

**Figura 9 - Açúcar para carbonatação na garrafa, cervejas envasadas**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

## 4.2 Análises físico-químicas

Além da realização do processo produtivo, o presente trabalho avaliou os aspectos físico-químicos da cerveja artesanal produzida de maneira caseira na cidade de Tapiramutá-Ba com adicional de umbu-cajá. Essas análises foram realizadas em triplicatas e proporcionaram a observação dos parâmetros de qualidade e conformidade com o estilo e as normas vigentes. Foram realizadas análises dos seguintes parâmetros: teor alcoólico, cor, extrato real, densidade relativa, amargor e pH. Para as análises, as amostras estavam à temperatura ambiente e descarbonatadas a partir da agitação com um bastão de vidro em um béquer.

Para a determinação do teor alcoólico utilizou-se o método ebuliométrico, que consiste na determinação da porcentagem alcoólica em uma solução hidroalcoólica.

Uma mistura de água e etanol terá temperatura de ebulição entre 100 °C (ponto de ebulição da água) e 78,37 °C (ponto de ebulição do etanol). Para esse procedimento é fixado o ponto zero na escala do ebulliômetro (ALVES, 2014). Lavou-se a caldeira do ebulliômetro com água destilada sem o termômetro inserido e posteriormente transferiu-se a amostra para a caldeira. Em seguida inseriu-se o termômetro na caldeira e encheu-se o condensador com água. Posteriormente, acendeu-se a lamparina e colocou-se sob o condensador do ebulliômetro. Quando a amostra aqueceu, verificou-se a temperatura de ebulição da solução, estimando assim a composição desta solução.

Segundo Souza (2017) o teor alcoólico pode ser calculado pela seguinte expressão da equação 1:

$$ABV\% = (OG - FG) \times 131 \quad (1)$$

Em que:

$ABV\%$  = Teor alcoólico

$OG$  = Densidade original (medida antes da fermentação)

$FG$  = Densidade final (medida após a fermentação)

Para determinação da cor, foi realizado o método da espectrofotometria que possui leitura de onda de 430 nm (MAFRA, 2018 apud EBC 2000).

Realizou-se a calibração do espectrofotômetro com 10 mL de água deionizada, em seguida adicionou-se 10 mL da amostra para leitura, assim foi obtido o valor da absorbância e realizado o cálculo de conversão para o valor em EBC de acordo com a equação 2:

$$EBC = \text{absorbância} \times 12,7 \times 1,97 \times d \quad (2)$$

Em que  $d$  é igual a 1

A determinação do extrato real baseia-se na pesagem do resíduo seco de certo volume da amostra submetido à evaporação (IAL, 2008). Transferiu-se 20 mL da amostra descarbonatada para a cápsula de níquel que foi aquecida previamente na estufa a 100 °C por 1 h e em seguida resfriada em um dessecador e pesada. Logo após, a amostra foi levada ao banho-maria até a sua secagem, feito isto,

levou-se a amostra para a estufa e esta foi mantida por 1 h a 100 °C. Em seguida, foi resfriada em um dessecador e pesada. Para o cálculo do extrato real, foi utilizada a equação 3 do método descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

$$\%EXT = \frac{100 * P}{V} \quad (3)$$

Em que:

- P é a massa do resíduo, em g.
- V é o volume da amostra, em ml.
- % EXT é o extrato real em porcentagem

A determinação direta da densidade utilizando um densímetro define a relação entre a densidade da água pura e a água com açúcar dissolvido (MAFRA, 2018 apud PALMER, 2006). Introduziu-se 50 mL da amostra descarbonatada a 20 °C na proveta. Em seguida inseriu-se o densímetro e esperou-se que este atingir o equilíbrio, obtendo-se assim a leitura da densidade relativa.

Para determinação do amargor, foi utilizada a metodologia do EBC (*European Brewery Convention*), que padroniza a análise do amargor através da espectrofotometria por radiação ultravioleta visível (SOUZA; ANDRADE, 2017). Após a descarbonatação da amostra através de um béquer e bastão de vidro, transferiu-se 10 mL desta para um tubo de centrífuga de 50 mL e adicionou-se 0,5 mL de HCl 6 M e 20 mL de iso-octano (2,2,4-trimetil-pentano). A agitação durou cerca de 15 minutos a 130 rpm e posteriormente 3 minutos a 3.000 rpm. Logo foram obtidas duas fases, sendo a fase sobrenadante a fase de interesse, com a fração de iso-a-ácidos extraída em iso-octano. Tendo a amostra preparada, partiu-se para a mensuração da absorvância da fração de iso-a-ácidos através do espectrofotômetro UV-vis com comprimento de onda de 275 nm. O iso-octano puro foi utilizado como referência padrão do equipamento, enquanto a fração do iso-a-ácido extraída foi analisada. A medida de absorvância corresponde à fração extraída, e esta multiplicada por 50, equivale ao IBU, que é o valor de medida utilizado para amargor.

$$IBU = ABSORBÂNCIA * 50 \quad (4)$$

O pH é determinado em decorrência dos íons de hidrogênio por medidas potenciométricas através de um eletrodo (ALVES, 2014). Para aferição do pHmetro, lavou-se o eletrodo com água destilada e o secou. Colocou-se o eletrodo na solução tampão de pH 4,0 e calibrou o equipamento até devida estabilidade. Da mesma forma fora realizado para a solução tampão de pH 7,0. Em seguida, novamente efetuou-se a lavagem com água destilada e a secagem do eletrodo, colocando-o posteriormente no béquer com a amostra para realização da medida do pH desta quando a leitura se manteve constante.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção realizada para este lote de cerveja rendeu 20 L. Foi realizada a medida de densidade após a fervura e após a fermentação, obtendo-se assim a densidade original de 1047 g/cm<sup>3</sup> e densidade final de 1009 g/cm<sup>3</sup>. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos das análises realizadas da cerveja artesanal *Índia Pale Ale* com adição de Umbu-Cajá. Conforme os métodos descritos, as análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas, quatro meses após a produção.

**Tabela 1 - Resultados das análises físico-químicas da cerveja estilo *Índia Pale Ale* com Umbu-Cajá produzida na Bahia em 2022**

<b>Análises</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor (média ± desvio-padrão)</b>
Teor alcoólico	%v/v	6,2 ± 0,31
Cor	EBC	40 ± 2
Extrato real	%	3,9 ± 0,2
Densidade	g/m <sup>3</sup>	1,002 ± 0,05
Amargor	IBU	26 ± 1,3
pH	-	4,4 ± 0,22

**Fonte: Autoria própria (2022)**

O projeto de pesquisa inicial propôs produzir uma cerveja estilo *session*. Segundo a Brewers Association (2022), o teor alcoólico para deve ser o menor de cada tipo de cerveja, logo a *session Índia pale ale* deveria ter entre 4,0 e 5,0% de teor alcoólico. De acordo com o método ebuliométrico, a cerveja apresentou teor alcoólico elevado, de 6,2% v/v, logo, o resultado obtido na análise descaracterizou a cerveja como uma *session*, que significa obter um teor alcoólico moderado.

Camargo (2020) realizou a produção da *session Índia pale ale* com adição de maracujá e goiaba também na etapa de maturação, com teor alcóolico médio de 4,7%. Milagres (2019) em sua produção de cerveja *saison* com diferentes concentrações de umbu encontrou valores médios de 4,9%. Dessa maneira, concluiu-se que os resultados obtidos por Camargo (2020) e Milagres (2019) parecem não levar em conta a fermentação que ocorre após o envase.

Os fatores que justificam o elevado grau alcoólico resultante da cerveja artesanal deste trabalho são: adição do umbu-cajá, refermentação após o envase e

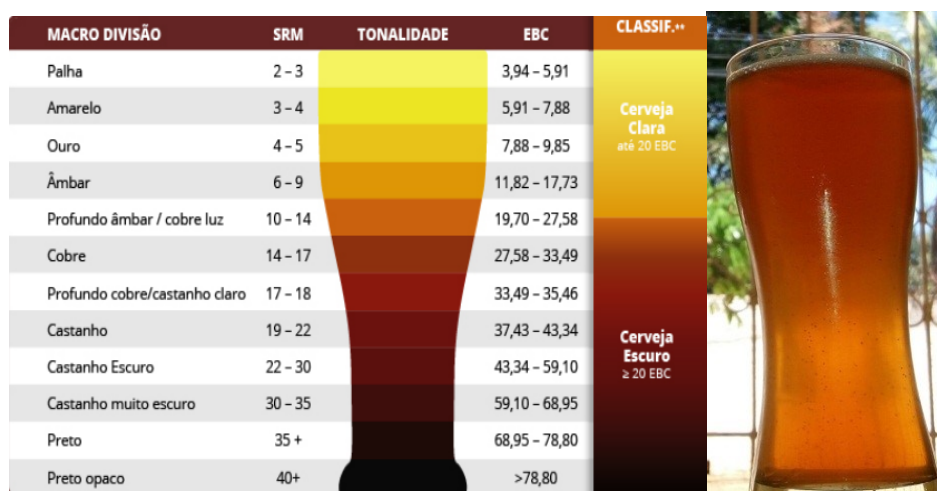
consequentemente maior atividade das leveduras e temperatura de armazenamento, que também interfere na atividade enzimática, visto que para essa produção não foi realizado o processo de pasteurização.

Segundo Venturini Filho (2021), a produção de álcool e CO<sub>2</sub> na cerveja é resultado da fermentação do mosto cervejeiro pelas leveduras. Logo, com a adição do fruto e o método de envase (*priming*), foi adicionado mais açúcar fermentescível transformado em álcool e CO<sub>2</sub>. Já, a temperatura possui influência direta na atividade enzimática das leveduras, modulando seu potencial de consumo; entretanto este aspecto não foi de interesse no estudo.

Para a coloração, foi utilizado o critério da *Brewers Association* (2022) que, para este estilo, sugere a cor da cerveja entre cor de palha e cor de cobre. A unidade de medida pode ser a *European Brewing Convention* (EBC) ou (SRM).

Como resultado, para este projeto, obteve-se 40 EBC, valor elevado para o estilo. Entretanto, para esta produção foram utilizados 200 g do malte Caramunich III, de coloração naturalmente mais escura, o que resultou uma tonalidade maior na cor para esta cerveja. Na Figura 10, está apresentada uma escala comparativa com os valores de coloração em SRM E EBC, com comparação visual da fotografia da cerveja produzida neste trabalho.

**Figura 10 - Cerveja *India Pale Ale* produzida com umbu-cajá na Bahia comparada com as escalas de cor SRM e EBC**



Fonte: Revista Malagueta, 2018

De acordo com Milagres (2019), quanto maior a concentração do Umbu, mais escura a cerveja. Em seu trabalho utilizando concentrações diferentes de Umbu para a produção de cerveja *season* foi possível verificar essa diferença, sendo que amostra chamada pelo autor de B, com maior concentração de Umbu, resultou em 36 EBC acima do valor encontrado para a amostra chamada A (18 EBC).

O extrato real representa os sólidos que fazem parte da cerveja após sua fermentação, como proteínas e dextrinas, ou seja, compostos que não foram convertidos em álcool na fermentação (BRASIL 2009).

De acordo com Valentim; Fonseca; Da Silva (2021), em seu trabalho de produção de cerveja artesanal com adição de Umbu-Cajá e canela, o extrato real diminui com o tempo, pois apresenta relação direta com a fermentação, e sua origem está diretamente ligada às substâncias que deram origem ao mosto cervejeiro. Foram encontrados valores de extrato real imediatamente após a produção (tempo zero), após 30 dias e 60 dias, em %, respectivamente de 3,91, 3,80 e 3,04. Já Vargas (2018), em seu projeto de produção e comparação de cerveja artesanal *India Pale Ale* (IPA) encontrou os seguintes valores de extrato real para a cerveja de produção própria com duas cervejas adquiridas em mercado, respectivamente: 7%, 4,5% e 6%.

A cerveja deste projeto apresentou valor de extrato real de 3,9%, valor de acordo com o estilo, levando em consideração que o extrato diminui com o tempo e que esta análise foi realizada com 4 meses após a produção.

Segundo Valentim; Fonseca; Da Silva os açúcares vão sendo metabolizados pelas leveduras, e conforme ocorre, a densidade da bebida diminui. Em seu trabalho de produção de cerveja artesanal com adição de umbu-cajá e canela, é possível verificar a redução da densidade da cerveja produzida em diferentes tempos, obtendo como resultados para o tempo inicial (zero), 30 dias e 60 dias, os respectivos valores em  $\text{g cm}^{-3}$ : 1007,96; 1007,33; 1005,16. Logo, esses valores comprovam que a densidade da cerveja foi reduzindo conforme o tempo passou.

A densidade para a cerveja deste projeto foi de  $1002 \text{ g.cm}^{-3}$ , justificável devido ao período em que se levou para realizar as análises após a produção, de quatro meses. Isso também justifica o elevado teor alcoólico, comprovando que as atividades enzimáticas das leveduras se mantiveram após o envase, que consumiram bastante açúcar fermentescível, o que resultou em baixa densidade e

elevado teor alcoólico. Devido não ter sido realizado o processo de pasteurização, as leveduras seguem consumindo açúcares após o envase, por não terem sido feita a estabilização da bebida.

Para o amargor, seguindo o critério do estilo da *Brewers Association* (2022), que é entre 24-50 IBU para uma *Session India Pale Ale*, o valor obtido da análise de 26 IBU está em conformidade. Entretanto, esse critério pode ser considerado baixo para o que se costuma aceitar como uma *India Pale Ale*, segundo o *Beer Judge Certification Program* (BJCP). Segundo o *Beer Judge Certification Program* (2015) o IBU desse estilo varia entre 40 e 70.

No trabalho elaborado por Souza; Andrade (2017) é possível verificar dados de IBU, os valores de IBU para cervejas produzidas por cervejarias na cidade de Ponta Grossa dos estilos *Pilsen*, *Amber Ale* e *APA* foram respectivamente de 8,95-9,25 IBU, 27,15-27,60 e 42,50-42,85 IBU.

*American Pale Ale* (APA) é uma adaptação da *India Pale Ale* (IPA) feita por cervejeiros artesanais dos Estados Unidos. Logo, possuem características parecidas, inclusive de IBU (SUPERBOCKCASADACERVEJA, 2022).

Comparando o valor do IBU da produção deste projeto (26), com os valores de IBU analisados por Souza e Andrade (2017), evidencia-se a falta de amargor para que a cerveja seja classificada como *Session India Pale Ale*.

O pH é responsável por manter a cerveja livre de micro-organismos patogênicos, sendo assim o seu valor é estimado em menos que 4,5 (MAFRA, 2018 apud HOFFMANN, 2006).

Segundo Camargo (2020) o pH está diretamente relacionado a metodologia de produção, os insumos e a características físico químicas das frutas utilizadas como aditivos. Em sua produção de uma *Session India Pale Ale* com adição de maracujá e adição de goiaba, a amplitude dos resultados de pH respectivos foi de 3,12-3,35 e 3,62-3,75. Milagres (2019) elaborou duas amostras de cerveja *Saison* com diferentes concentrações de umbu, encontrando pH de 4,21 a 4,36.

O resultado de pH obtido para este projeto foi de 4,4, dentro do limite citado por (MAFRA, 2018 apud HOFFMANN, 2006), entretanto elevado se comparado aos valores das cervejas *Session India Pale Ale* com adição de maracujá e goiaba produzidas por Camargo (2020). Já, quando comparado com a cerveja *Saison*



produzida por Milagres (2019) com adição de umbu, ou seja, o mesmo fruto dessa produção, o resultado foi muito próximo.

Segundo Milagres (2019) o umbu possui pH de 2,35 e quanto maior sua concentração na cerveja, menor o pH. Essa diferença entre os valores de pH está relacionada sobretudo à diversidade dos frutos utilizados, suas características e concentrações e também, a água utilizada para produção.

## 6. CONCLUSÕES

Para a cerveja *India Pale Ale* com adição de umbu-cajá, os resultados mostraram-se de acordo com os padrões estabelecidos em normativa vigente, o que significa dizer que a qualidade está de acordo com os padrões estabelecido.

Para o estilo de cerveja produzido, de acordo com a *Brewers Association*, a cerveja produzida não esteve de acordo com o estilo sugerido nos seguintes parâmetros: cor e teor alcoólico. Para a cor foi utilizado o malte especial Caramunich III, com coloração mais escura que o sugerido pelo estilo, opção foi feita pelo autor.

Para estudos futuros sugere-se a produção com outra forma de carbonatação, utilizando dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, pois a carbonatação forçada estabiliza melhor as leveduras. Além disso, é interessante evidenciar outros aspectos físico-químicos e microbiológicos que transpareçam melhor a influência do Umbu-Cajá, fruto que possui potencial econômico na região do nordeste brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CERVEJA, **Anuário da cerveja**, São Paulo, 2014. Disponível em: <[http://www.cervbrasil.org.br/novo\\_site/anuarios/anuariofinal2014.pdf](http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/anuariofinal2014.pdf)>. Acesso em: 03 de mai. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CERVEJA, **Anuário da cerveja**, São Paulo, 2015. Disponível em: <[http://www.cervbrasil.org.br/novo\\_site/anuarios/ANUARIO\\_CB\\_2015\\_WEB.pdf](http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf)>. Acesso em: 02 de mai. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CERVEJA, **Anuário da cerveja**, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>>. Acesso em: 28 de abr. 2021.
- BRASIL. **Decreto de nº 6.871, de 04 de junho de 2009.** Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília: Casa Civil, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm). Acesso em: 11 mar. 2022
- BRASIL. **Instrução normativa de nº 65, de 10 de dezembro de 2019.** Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em 12 mar 2022.
- BREWERS ASSOCIATION, et al. Beer style guidelines 2022. Disponível em: <[https://cdn.brewersassociation.org/wpcontent/uploads/2022/02/25084047/2022\\_BA\\_Beer\\_Style\\_Guidelines\\_Final.pdf](https://cdn.brewersassociation.org/wpcontent/uploads/2022/02/25084047/2022_BA_Beer_Style_Guidelines_Final.pdf)> Acesso em 07 de mai. de 2022.
- CAMARGO, F. A. A. de. **Análises físico-químicas de cervejas artesanais do tipo session ipa com polpa de maracujá e goiaba e determinação das variações através de metodologias comparativas.** 2020. Monografia (Iniciação Científica) - Curso de Engenharia Química, Centro Universitário do Sagrado Coração, Bauru, 2020.
- COELHO COSTA, E. R. A bebida de Ninkasi em terras tupiniquins: O mercado da cerveja e o turismo cervejeiro no Brasil. **RITUR-Revista Iberoamericana de turismo**, v. 5, n. 1, p. 22-41, 2015.

DANIELS, Ray. **Designing Great Beers: The ultimate guide to brewing classic beer styles**. Brewers Publications, 1998.

DE FREITAS, Adriana Gomes. Relevância do Mercado Cervejeiro Brasileiro: Avaliação e perspectivas e a busca de uma agenda de regulação. **Pensamento & realidade**, v. 30, n. 2, 2015.

DE SOUZA AZEVEDO, Louis Fillipi; DE SOUZA; Patrick Gomes. Avaliação da perda de extrato de cerveja na etapa de brassagem em uma microcervejaria de Manaus. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.4, p. 34537-34556, 2021.

DOS SANTOS VALENTIM, Sarah; FONSECA, Antônio Augusto Oliveira. Elaboração e avaliação da estabilidade de cerveja artesanal utilizando o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) e canela na maturação. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 114-136, 2021.

HUGES, Greg. Cerveja feita em casa: tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos. **São Paulo: Publifolha, 2016**.

IPA VS APA: onde estão as diferenças?. **Superbockcasadacerveja**. Disponível em < [LUTZ, Instituto Adolfo. \*\*Métodos físicos e químicos para análise de alimentos\*\*. São Paulo: ANVISA, 2008.](https://www.superbockcasadacerveja.pt/detalhe-de-artigo/ipa-vs-apa-onde-estao-as-diferencas/#:~:text=Se%20a%20India%20Pale%20Ale,Estados%20Unidos%2C%20r eflitando%20ingredientes%20ind%C3%ADgenas.> Acesso em 11 de jun.2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

MAFRA, Gabriela Porpino. **Análise físico-química de cerveja de cerveja american lager maturada com pimenta rosa (aroeira)**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MALONEY, R. H. et al. **Perry's Chemical Engineers Handbook 7** New York: MCGRAW-HILL NEW, 1999.

MARCONDES, Lígia. **Brassagem, Jornada Cervejeira – Módulo Fervura e Tratamento do Mosto**. Disponível em: [https://www.agraria.com.br/extranet\\_2016/uploads/AgromalteArquivo/04-fervura\\_e\\_tratamento\\_jornada\\_8h.pdf](https://www.agraria.com.br/extranet_2016/uploads/AgromalteArquivo/04-fervura_e_tratamento_jornada_8h.pdf). Acesso em 14 mai. 2022

MILAGRES, Filipe César Oliveira. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com umbu**. 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gastronomia) - Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

REVISTA MALAGUETA. **Gastronomia para todos os sentidos**. Disponível em: < <https://revistamalagueta.com.br/2018/10/31/tabela-de-cores-da-cerveja-artesanal/>>. Acesso em 10 jun. 2022.

- RODRIGUES, M. A; MORAIS, Jorge Sá; CASTRO, João Paulo. **Jornada de lúpulo e cerveja: Novas oportunidades de negócio: livro de atas**. Bragança: Instituto Politécnico, CIMO, 2015.
- ROSA, Natasha Aguiar; AFONSO, Júlio Carlos. A química da cerveja. **Revista Química Nova**. São Paulo, v. 37, p. 98-105, 2015.
- SILVA, Carlos Henrique Pessoa de Menezes e. **Microbiologia da cerveja**. São Paulo: Livraria da Física, 2019.
- SOUSA, Ana Paula Alves de. **Produção de cerveja artesanal com diferentes teores alcoólicos: Avaliação química e sensorial**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2017.
- SOUSA, Francisco Xavier de; PORTO FILHO, Francisco de Queiroz; MENDES, Nougla Veloso Barbosa . **Umbu-cajazeira: descrição e técnicas de cultivo**. Mossoró: EdFERSA, 2020. 103 p.
- SOUZA, Pedro Gabriel Santo; ANDRADE, Wesley Vertuan de. **Caracterização do amargor da cerveja em microcervejarias da cidade de Ponta Grossa-PR**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
- SPOSITO, Marcel Bellato et al. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2019. Disponível em:  
[https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/4098/download?token=h3Ea\\_cPL](https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/4098/download?token=h3Ea_cPL). Acesso em 13 mai 2022.
- TOZETTO, Luciano Moro, et al. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
- VARGAS, Beatriz de Oliveira. **Desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação do potencial antioxidante em cervejas tipo Ale (IPA)**. 2018. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) –Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018.
- VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2021.