UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL DE CAJU

Pedro Henrique Rolim dos Santos Araújo

PEDRO HENRIQUE ROLIM DOS SANTOS ARAÚJO

PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL DE CAJU

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Químico

Orientadora: Prof. Dra. Magna Angélica

dos Santos Bezerra Souza.

Co-orientadora: Dra. Kátia Cristina

Borges

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Wilson e Elenice, cujo apoio, conselhos e suporte me proporcionaram a motivação necessária para produzi-lo e a minha namorada e meus amigos por todos os anos de convivência, aliados à motivação mútua para sempre corrermos atrás dos nossos objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Wilson e minha mãe Elenice por todas as palavras de incentivo, todo o amor, apoio, carinho e base que nunca faltaram em todos os dias da minha vida, por serem minhas maiores inspirações nessa vida, além das rígidas correções neste trabalho.

A minha co-orientadora, Prof^a Dra. Katia pela inspiração do tema deste trabalho, além da energia, orientações, correções e toda a disponibilidade para me ajudar.

A minha orientadora, Professora Dra. Magna pelos conselhos e palavras de incentivo, além das orientações e opiniões acerca dos temas do trabalho.

A Luiz Ferreira pelas opiniões, receitas, dicas, orientações de onde comprar os insumos e sobretudo por disponibilizar seu tempo para me ajudar a produzir a cerveja.

A minha namorada Luana Maciel por suportar meus momentos de ansiedade, pelo suporte emocional de todos os dias, e por ser essa pessoa tão especial e presente na minha vida.

Ao meu amigo Ciro Dutra por ter me ajudado a manejar e encontrar os equipamentos utilizados nas análises físico-químicas deste trabalho, além de ser uma das cobaias da cerveja produzida.

Ao seu Renato Dutra, pai de Ciro, por disponibilizar os vasilhames para o envase da cerveja produzida.

Aos meus amigos Matheus Indio, Ciro Dutra, Marcos Almeida, Gustavo Lopes, Giovanny Oliveira, Jordan Santos, Joemil Júnior, Pedro Augusto, Gustavo Costa e Rayan Fernandes, carinhosamente chamados de "grupo de jovens" por todos os dias de convivência, risadas, "lorotas", palavras de incentivo, ajudas e apoio. Sem esses 4 anos e meio de convivência eu não conseguiria terminar a minha graduação.

A minha turma 2015.1, por toda a união, convivência e superação de dificuldades durante o curso.

Ao CAEQ, por ter sido uma das únicas oportunidades que tive para crescer e dedicar o meu potencial para ajudar as pessoas, principalmente as que cursam Engenharia Química na UFRN, ao trabalhar arrecadando fundos para a realização da Semana de Engenharia Química (SEQ).

A minha psicóloga Nicole Moreno, por ter me ajudado na minha jornada de autoconhecimento e pelo tratamento que me ajudou a vencer a mim mesmo.

EPÍGRAFE

"É preciso que eu suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas."

O Pequeno Príncipe - Antoine de Saint-Exupéry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Lúpulo em forma de Flor	19
Figura 2: Lúpulo em Plugs	20
Figura 3: Lúpulo em Pellets	20
Figura 4: Saccharomyces uvarum	21
Figura 5: Saccharomyces cerevisiae	21
Figura 6: Escala EBC	24
Figura 7: Ávore Anacardium occidentale L.	27
Figura 8: Variação da área de cultivo.	29
Figura 9: Fluxograma de produção da cerveja	30
Figura 10: Whirlpool	33
Figura 11: Tipos de procedimento para resfriamento da cerveja	34
Figura 12: Fluxogramas do processamento da polpa de caju	37
Figura 13: Etapa de mosturação	40
Figura 14: Adição do Caju	41
Figura 15: Resfriamento do mosto	42
Figura 16: Resultados da intenção de compra	54
Figura 17: Projeção do mercado consumidor	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das cervejas quanto ao extrato primitivo	23
Tabela 2 - Tabela Nutricional do caju.	28
Tabela 3: Resultado das análises físico-químicas	50
Tabela 4: Média das notas dadas aos atributos	53
Tabela 5: Índices de Aceitação	53

RESUMO

O Brasil é um dos países em que mais se desperdiça alimentos no mundo, e dentro deste montante, cerca de 45% da produção de frutas, hortaliças, tubérculos e raízes são desperdiçados, sendo a categoria responsável pela maior porcentagem de descarte. Nesta categoria, encontra-se o pedúnculo do caju, cujo desperdício chega a 90% em massa. O objetivo deste trabalho é avaliar a produção de uma cerveja - bebida alcoólica obtida a partir da fermentação do mosto cervejeiro, de larga produção mundial e mercado consolidado – com a utilização do pedúnculo do caju como adjunto cervejeiro e realizar análises físico-químicas e sensoriais para categorizá-la perante a legislação e avaliar sua aceitação como produto derivado de caju. As análises físico-químicas realizadas foram a acidez total titulável, o teor de sólidos solúveis (ºBrix), a colorimetria, a densidade relativa, o pH, o teor alcoólico, o extrato seco total e a turbidez. Para a análise sensorial foram realizados testes de aceitação em escala hedônica de 7 pontos, testes de intenção de compra em escala hedônica de 5 pontos e testes de opinião. A análise sensorial apontou uma ótima aceitação da bebida e permitiu projetar um potencial mercadológico do produto. As análises físico-químicas apontaram que a bebida atende às exigências da legislação brasileira.

Palavras-Chave: Desperdício; Pedúnculo do caju; Cerveja artesanal; Análise físicoquímica; Análise Sensorial

ABSTRACT

Brazil is one of the most food-wasting countries in the world, and within this amount, the category responsible for the highest percentage of discard (about 45% of total) is composed by fruits, vegetables, tubers and roots. In this category, there is the peduncle of caju, whose waste reaches 90% by mass. The objective of this work is to evaluate the production of a beer - alcoholic beverage obtained from the fermentation of the brewer's wort, with a wide world production and consolidated market - using the peduncle of caju as a brewer's adjutant, to carry out physical-chemical and sensorial analysis to categorize it towards the legislation and to evaluate its acceptance as a caju's product. The physico-chemical analysis were titratable total acidity, soluble solids content (Brix), colorimetry, relative density, pH, alcohol content, total dry extract and turbidity. For the sensorial analysis were performed accept tests in hedonic scale of 7 points, intent to buy tests in hedonic scale of 5 points and opinion tests. The sensorial analysis indicated a great acceptance of the beverage and allowed to project a potential market for the product. The physical-chemical analysis indicated that the beverage meets the requirements of Brazilian legislation.

Key-Words: Waste; Peduncle of caju; Beer; Physico-chemical analysis; Sensorial analysis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 Cerveja	15
3.1.1 Histórico	15
3.1.2 Mercado	16
3.1.3 Matérias-Primas	17
3.1.4 Legislação	22
3.1.5 Classificação	23
3.1.4.1 Quanto ao extrato primitivo	23
3.1.4.2 Quanto à cor	23
3.1.4.3 Quanto ao teor alcoólico	24
3.1.4.4 Quanto à proporção de malte	24
3.1.5.5 Quanto à fermentação	25
3.1.6 Cerveja Fruitbeer	25
3.2 Caju	26
3.2.1 Histórico	26
3.2.2 O Caju	26
3.2.3 Produção e Mercado	28
3.3 Análise Sensorial	29
4 PROCESSAMENTO	30
4.1 Cerveja	30

	4.1.1 Moagem	. 31
	4.1.2 Mosturação	. 31
	4.1.3 Filtração do Mosto	. 31
	4.1.4 Fervura do Mosto	. 32
	4.1.5 Tratamento e Resfriamento do Mosto	. 32
	4.1.6 Fermentação	. 34
	4.1.7 Maturação	. 35
	4.1.8 Carbonatação	. 35
	4.1.9 Filtração	. 36
	4.1.10 Envase	. 36
4	.2 Processamento da polpa do Caju	. 36
	4.2.1 Lavagem	. 37
	4.2.2 Extração da Polpa	. 38
	4.3.3 Refino	. 38
5 M	4.3.3 RefinoIATERIAIS E MÉTODOS	
		. 38
	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38
	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 38
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 38 . 39
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 38 . 39
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 38 . 39 . 42
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 39 . 42 . 43
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 39 . 42 . 43 . 44
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 39 . 42 . 43 . 44
5	IATERIAIS E MÉTODOS	. 38 . 38 . 39 . 42 . 43 . 44 . 45

5.2.8 Turbidez	48
5.3 Análise Sensorial	49
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
6.1 Análises Físico-Químicas	50
6.2 Análise Sensorial	52
7 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL	62

1 INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se entre os 10 países onde há o maior desperdício de alimentos, sendo responsável por cerca de 41 mil toneladas por ano (WRI Brasil, 2016). Dentro deste montante, cerca de 45% da produção de frutas, hortaliças, tubérculos e raízes são desperdiçados, sendo a categoria responsável pela maior porcentagem de descarte (FAO, 2016).

As consequências do desperdício se refletem na economia, onde cerca de 7,11 bilhões de reais são perdidos em faturamento em feiras e supermercados, sendo ainda maior no restante da cadeia produtiva (ABRAS, 2016); na sociedade, onde segundo a Save Food Brasil estima-se que cerca de 36 milhões de pessoas poderiam ser alimentadas somente na América Latina, e cerca de 200 milhões de pessoas, quando considerado o desperdício nos países desenvolvidos; no ambiente, devido ao desperdício relativo de água na produção perdida e nos problemas causados pelo descarte em locais inadequados, onde se geram gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono e metano, além da criação de meios de proliferação de microorganismos causadores de doenças (FAO, 2016).

Um dos representantes da categoria onde existe a maior perda produtiva - frutas, hortaliças, tubérculos e raízes - está o caju (*Anacardium occidentale*), o fruto do cajueiro, composto por um pedúnculo floral carnoso e o fruto real do tipo noz, conhecido como castanha-de-caju. Apesar da grande importância socioeconômica para a região Nordeste, onde é concentrada a sua produção devido à possibilidade da sua produção em épocas de estiagem, cerca de 90% do pedúnculo é desperdiçado, dando preferência à produção da castanha-de-caju, cuja perecibilidade reduzida e amplo mercado internacional (exportação) são fatores que sugerem a preferência econômica e logística pelo fruto real, além da escassez de indústrias de beneficiamento do pseudofruto (VIDAL, 2017). Em contrapartida, o potencial da produção de derivados do pedúnculo é alto devido à variedade de produtos que podem ser produzidos, muitos deles ampliando significativamente o tempo de prateleira e atribuindo maior valor agregado ao produto. Entre eles estão as bebidas alcoólicas e não alcoólicas (vinho, aguardente, cerveja, sucos e refrigerantes), e os alimentos processados (doces, compotas e geleias).

A cerveja é uma das bebidas mais antigas produzidas pelo ser humano, formulada a partir da fermentação de malte de cereais, e atualmente é a quarta bebida mais consumida do mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial da bebida, produzindo cerca de 14,1 bilhões de litros em 2016, ficando atrás apenas dos EUA e da China (BRASIL, 2016). O crescimento contínuo do setor cervejeiro brasileiro, mesmo em época de recessão econômica, comprova a força da produção da bebida alcoólica, no qual no período de 2007 a 2017, a quantidade de estabelecimentos aumentou cerca de 8 vezes. A disseminação das micro cervejarias, produtoras das chamadas "cervejas artesanais", vem de encontro com a crescente preferência do consumidor por produtos que associam novos sabores e experiências, ao incorporar novos ingredientes à bebida, que também corroboram com a sua respectiva inserção também no setor gastronômico. O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, segundo o grupo alemão Barth-Haas (2012).

Promovendo o aproveitamento do pedúnculo do caju, associando-o sustentavelmente a um produto cuja produção é de grande escala para viabilizar a sua utilização significativa, gerando empregos e a ampliação do mercado dos produtos advindos da cajucultura, este trabalho apresenta a produção de uma cerveja artesanal utilizando-o como adjunto cervejeiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar sob o ponto de vista técnico e sensorial a produção da cerveja artesanal, com adição do pedúnculo do caju como adjunto cervejeiro, como forma de aproveitamento do insumo.

2.2 Objetivos Específicos

- Obter a cerveja artesanal com adição do pedúnculo do caju.
- Realizar análises físico-químicas da cerveja produzida para classificação conforme a legislação brasileira.

 Análise sensorial da cerveja artesanal através de testes de aceitação e intenção de compra para avaliar a aceitação mercadológica do produto.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Cerveja

3.1.1 Histórico

Alguns registros históricos apontam a origem da cerveja na região da Mesopotâmia há cerca de 6 mil anos, fabricada pelos Sumérios, onde parte da produção de cereais era destinada às chamadas "casas de cerveja", que eram mantidas pelas mulheres (SAINT, 2019). Tais registros apontavam que os sumérios consumiam uma bebida fermentada feita com cereais, que estava sempre presente em festividades. Segundo Venturini Filho (2010), a ocorrência da cevada selvagem naquela região é uma das evidências da fabricação da cerveja. No Egito, hieróglifos apontavam a relevância da cerveja naquela sociedade pela alocação de um alto funcionário para garantir a qualidade e o controle da fabricação da cerveja. Além de alimento, alguns documentos históricos egípcios também revelaram a prescrição da cerveja por médicos egípcios como medicamento para determinadas doenças (SAINT, 2019).

A expansão da cerveja pelo continente europeu se deu pelo Império Romano, que foi responsável por levar a bebida para as regiões conhecidas como a Britânia (Reino Unido) e a Gália (França), povos que consumiam bebidas alcoólicas resultantes apenas da fermentação de leite, mel e frutas. Foi então na Gália que a bebida ganhou seu pseudônimo em latim "cervisia", em homenagem à deusa da agricultura e fertilidade Ceres (BREJAS, 2019).

No Brasil, a cerveja foi trazida pela família real portuguesa no início do século XIX, no então período em que o país era colônia portuguesa. Neste mesmo período, as primeiras cervejarias foram criadas para atender à demanda de consumo da corte portuguesa e dos imigrantes europeus, pois a cerveja era inteiramente importada da Europa, junto com licores e vinhos (FILHO, 2016).

Apesar da base da bebida permanecer a mesma, a cerveja passou por diversas evoluções com o passar do tempo, pela contribuição de cada povo em que foi produzida

e pela evolução da tecnologia e dos processos de fabricação. De forte e escura na Mesopotâmia, passou pela produção artesanal familiar no início da Idade Média, pelo monopólio da produção em mosteiros em meados do século XI – de onde remontam as primeiras adições do lúpulo – e, devido ao aumento da população e seu respectivo consumo, pequenas fábricas foram criadas por artesões das cidades, onde técnicas mais aperfeiçoadas e a descoberta da importância da qualidade da água começaram a ser implementados (CERVESIA, 2019).

No século 19, devido a pedidos de cervejeiros e vinicultores curiosos com o fenômeno do "azedamento" de suas bebidas, o cientista francês Louis Pasteur realizou alguns experimentos e com o auxílio do microscópio constatou a atividade não desejada das leveduras, que eram as responsáveis por tal processo. Desta forma, foi responsável pelas primeiras pesquisas relacionadas à esterilização térmica das cervejas pelo processo posteriormente conhecido como Pasteurização.

3.1.2 Mercado

Segundo a CERVBrasil, a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, a indústria cervejeira produz cerca de 1,6% do PIB nacional, sendo responsável por produzir cerca de 14,1 bilhões de litros de cerveja por ano. Financeiramente, em 2017 gerou um faturamento de 107 bilhões de reais e contribui com cerca de 21 bilhões de reais anualmente em impostos. A lucratividade do setor é complementada com um dado interessante: a cada um real investido, é produzido 2,5 reais na economia. Como benefício social, a indústria cervejeira é responsável por gerar cerca de 2,7 milhões de empregos diretos e indiretos. Com estes resultados, segundo o anuário da CERVBrasil de 2016, o Brasil é apontado como o terceiro maior produtor mundial de cerveja, mantendo tal posição desde 2012, de acordo com uma pesquisa realizada pelo grupo alemão Barth-Haas no mesmo ano.

Apesar de tamanha produção de cerveja, o Brasil encontra-se em 17º lugar no ranking mundial de consumo per capita, segundo uma pesquisa realizada pela mesma empresa alemã em 2012, consumindo cerca de 62 litros da bebida por ano.

Contra a tendência de outros setores com a recessão econômica sofrida pelo país nos últimos anos, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o número de cervejarias saltou de 80 em 2007 para 679 em 2017, representando um crescimento de mais de 8 vezes em apenas 10 anos. Somente em 2018, cerca de 185

novos estabelecimentos foram registrados, muitos deles caracterizados como micro cervejarias, cuja produção é voltada predominantemente para as cervejas artesanais (ALVARENGA, 2018).

O crescimento do consumo das cervejas artesanais, é resultado da crescente preferência dos consumidores por novos estilos de cerveja, muitas delas denominada "cervejas premium" e "cervejas especiais", por possuírem sabores e aromas mais marcantes que as cervejas de amplo consumo produzidas pelas empresas de grande porte, oriundos de novas receitas e inclusão de novos estilos de cerveja no mercado explorando insumos locais (LAPOLLI, 2018). Dessa forma, novos produtos estão ganhando espaço nas prateleiras dos supermercados e ampliando a oferta da bebida no mercado brasileiro.

3.1.3 Matérias-Primas

3.1.3.1 Água

A água é o componente mais abundante da cerveja, constituindo cerca de 92% a 95% da massa total da bebida (FILHO, 2016). Segundo Ruben Froemming (2012), a qualidade da água utilizada interfere não somente na qualidade final da cerveja, mas também em todo o processo produtivo. Assim, a água deverá passar por tratamento e caracterização antes do seu uso.

Venturini Filho (2006) cita que a presença de sais minerais e orgânicos na água são componentes influenciadores nos processos químicos e enzimáticos presentes na fermentação do mosto cervejeiro, podendo causar alterações desejadas e ou indesejadas no sabor, odor, cor e consequentemente na qualidade final da bebida.

As principais características de uma água própria para utilização na produção da cerveja são a insipidez e transparência, pH entre 6,5 e 7, alcalinidade não maior que 50mg/L e preferencialmente menor que 25mg/L, teor de cálcio em torno de 50mg/L (FILHO, 2016) e dureza total entre 18mgCaCO₃/L e 79 mgCaCO₃/L (LAZZARI, 2009).

Alguns estilos de cerveja ganharam seus nomes devido às regiões em que foram criadas, também remetendo às características da água encontrada nestes lugares. Entres vários estilos estão o Pilsen (República Tcheca), devido às águas brandas e com baixos níveis de sais - que conferem alta clareza na cor e leveza no sabor da cerveja -, e Munique (Alemanha), cujo alto teor de carbonatos e baixo teor de sódio, sulfatos e

cloretos acentuam o sabor maltado do estilo *Munich Dunkel* (CERVEJA E MALTE, 2017).

3.1.3.2 Malte

O malte é o segundo maior componente em massa da cerveja, após a água. É qualquer grão que passou pelo processo de malteamento, ou seja, qualquer cereal que passou por um processo de germinação controlada, dividida nas fases de umidificação, germinação e secagem (ROSENTHAL, 2018).

O processo de malteamento é responsável pela produção de enzimas no interior dos grãos para a quebra do amido, que é o polissacarídeo utilizado como fonte energética dos vegetais. No processo da mosturação, essas enzimas irão transformar o amido em açúcares de cadeias menores, portanto mais simples, que serão a fonte de matéria orgânica e nutrientes para as leveduras no processo de fermentação da cerveja (FILHO, 2006).

Entre os cereais utilizados no processo de malteamento estão a cevada, o trigo, o arroz, o milho, a aveia, o centeio, entre outros. Além da quantidade de amido presente em cada grão, a escolha do malte irá conferir diferentes especificações à cerveja - como sabor, aromas e a cor - que advém tanto das características naturais do cereal quanto de processos de torrefação, que poderão ser atribuídos antes do processo de mosturação (ROSENTHAL, 2018).

3.1.3.3 Lúpulo

De acordo com o Missouri Botanical Garden (2019), o lúpulo (*Humulus lupulus*) é um vegetal angiosperma, do tipo trepadeira, da família Cannabaceae, nativo da Europa, Ásia Ocidental e América do Norte. Sendo uma planta dióica, possui flores com sexos feminino e masculino, sendo a flor do sexo feminino a de interesse na produção de cerveja, pois produz a substância *lupulina*, um pó amarelo, e óleos essenciais que irão conferir o aroma característico e o sabor amargo à cerveja. Os compostos amargos do lúpulo, por apresentarem características tensoativas, também garantem a estabilidade da espuma e o corpo do líquido (INSTITUTO DA CERVEJA, 2017; FILHO, 2006).

Apesar das características conferidas à cerveja, o lúpulo também possui propriedades bacteriostáticas, que permitem com que algumas bactérias não se desenvolvam na cerveja, garantindo assim um maior tempo de prateleira. O poder antioxidante também é presente no vegetal por conter substancias flavonóides, que atuam sob radicais livres (INSTITUTO DA CERVEJA, 2017).

No processo produtivo da cerveja, o lúpulo será adicionado de acordo com as expectativas de aroma e sabor desejados no momento da fervura. Caso adicionado no início da fervura, o sabor amargo será predominante devido a permanência das substâncias α e β ácidas e à evaporação de ésteres, aldeídos, ácidos e álcoois que conferem o aroma refrescante e herbal contidos nos óleos essenciais. Quando adicionado no fim da fervura, as substâncias presentes nos óleos essenciais não serão arrastadas pelo vapor, conferindo assim mais aroma à cerveja (PALMER, 2006; SILVA, 2017; ROSENTHAL, 2018).

Comercialmente, o lúpulo é encontrado em forma de flor, plugs e pellets. Na forma de Flor (figura 1), é conferido um aroma mais consistente e é indicado para a técnica de *dry hopping* (adição do lúpulo após o resfriamento da cerveja), mas como desvantagem há a absorção de mosto, causando perda de massa. Na forma de plugs (figura 2), apesar da mesma desvantagem da flor, permanece fresco por mais tempo e possuem medidas convenientes de 15 gramas. Já os Pellets (figura 3) são os mais utilizados em todos os volumes de mostura, pois são mais fáceis de pesar e de armazenar, além de não absorverem o mosto. Como desvantagem, formam uma camada de lodo no equipamento de fervura e não são recomendados para a técnica de *dry hopping* (PALMER, 2006).



Figura 1:Lúpulo em forma de Flor Fonte: Mundo Educação (2019)



Figura 2: Lúpulo em Plugs Fonte: Cerveza Rudimentaria (2016)



Figura 3: Lúpulo em Pellets Fonte: O próprio autor

3.1.3.4 Levedura

As leveduras são micro organismos unicelulares, pertencentes ao reino dos fungos, de tamanho que varia entre 1 e 5 micrometros de diâmetro e de cerca de 5 a 30 micrometros de comprimento, apresentando portanto formas variadas, que se classificam entre ovoides, esféricos e cilíndricas. São organismos eucarióticos e se reproduzem de forma assexuada e por brotamento. (NITZKE E BIEDRZYCKI, 2019).

Devido aos subprodutos produzidos por esses organismos ao metabolizar a matéria orgânica para obter energia, num processo conhecido como Fermentação, onde se converte em açúcares simples em etanol e dióxido de carbono, as leveduras são amplamente utilizadas no processo de fabricação de pães pelo crescimento da massa

proporcionado pelo CO₂ e no processo de fabricação de bebidas alcoólicas. Por possuírem alto valor proteico e serem fontes de vitaminas do complexo B, também são utilizadas em benefício da saúde humana, por agirem contra agentes patogênicos e auxiliarem o processo digestivo no intestino (CERVESIA, 2017)

Entre várias espécies de levedura, as mais utilizadas na produção da cerveja são a *Saccharomyces uvarum* (figura 4) e a *Saccharomyces cerevisiae* (figura 5). A espécie *cerevisiae*, mais conhecida como o "fermento do pão", é utilizada para a produção de cervejas do tipo Ale, devido à temperatura de fermentação entre 15 e 22°C e a maior atividade na parte superior do tanque de fermentação, com duração total de cerca 3 a 5 dias. A espécie *uvarum* é recomendada na produção de cervejas do tipo Lager, devido à temperatura de fermentação entre 7 e 15°C e a maior atividade na parte inferior do tanque de fermentação, com duração total de cerca de 7 a 10 dias (OLIVEIRA, 2011).



Figura 4: Saccharomyces uvarum

Fonte: THE SCREWY BREWER (2014)

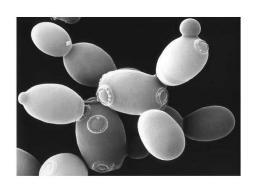


Figura 5: Saccharomyces cerevisiae

Fonte: Mediscan / Alamy Stock Photo

3.1.3.5 Adjuntos

Os adjuntos são as fontes de carboidratos malteados e não-malteados aptos para o consumo humano, como os cereais e outras fontes de açúcar de origem vegetal, que possuam propriedades que suplementam ou beneficiam o malte da cevada. (FILHO, 2016). Segundo a legislação brasileira, parte do malte de cevada poderá ser substituído pelos adjuntos, desde que não excedam 45% em peso em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2009).

Apesar do malte da cevada possuir como vantagem uma alta capacidade de conversão do amido, a produção nacional não atende à demanda de produção de cerveja, o que ocasiona a utilização dos adjuntos, tanto para suprimento quanto para redução de custos. Comumente são utilizados cereais como trigo, milho, arroz, centeio, sorgo e aveia. (EMBRAPA, 2009).

Outros adjuntos também são utilizados na produção da cerveja, tanto com o objetivo de aromatizar a cerveja quanto para fornecer açúcares simples, em testes com o objetivo de substituir o malte de cevada. Entre estes adjuntos estão as frutas (Limão, acerola, maracujá, laranja, banana, entre outros), raízes (mandioca, batata), caldo de cana, chocolate e rosas. (BEAUMONT, 2016)

3.1.4 Legislação

A legislação brasileira que regulamenta a cerveja está presente na Lei Federal n° 8.918/94, descrita nas alterações implementadas pelo Decreto n° 6.871/09 no qual se encontra as informações e regras sobre padronização, classificação, inspeção, fiscalização produtiva e comércio de bebidas alcoólicas.

Na Seção III, que trata das bebidas alcoólicas fermentadas, a cerveja é descrita do Artigo 36, onde cita que se trata da "(...) bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo." (BRASIL, 2009). Nos Artigos 37 a 39 e são apresentadas as características e identificação da bebida, classificação e denominações. No artigo 43 são citadas algumas proibições relacionadas a adições de algumas substâncias químicas no processo de produção da bebida.

3.1.5 Classificação

Em concordância com o Artigo 38 do Decreto nº 6.871 de 04 de junho de 2009, a cerveja pode ser classificada com base no extrato primitivo, cor, teor alcoólico, proporção de malte de cevada e fermentação.

3.1.4.1 Quanto ao extrato primitivo

De acordo com a legislação, com base no extrato primitivo em peso, são classificadas as cervejas leves, comuns, extras e fortes, conforme apresenta a tabela 1.

.

Tabela 1 - Classificação das cervejas quanto ao extrato primitivo.

Cerveja	Extrato primitivo (PESO)		
Leve	Maior ou igual a 5% e menor que 10,5%		
Comum Maior ou igual a 10,5% e menor			
Extra	Maior ou igual a 12% e menor que 14%		
Forte	Maior que 14%		
	1		

A classificação também engloba a cerveja leve ou *light*, que deve possuir uma redução de cerca de 25% do conteúdo de nutrientes ou do valor energético com relação a uma cerveja similar do mesmo fabricante ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região. O valor energético máximo da bebida deverá ser de 35 kcal por 100 mL.

3.1.4.2 Quanto à cor

A classificação da cor segue uma escala de referência denominada EBC (European Brewery Convenction), que difere a coloração característica da cerveja entre clara e escura, além da colorida para as cervejas que fogem do padrão de coloração EBC (figura 7), seja pela adição de corantes naturais ou outras substâncias permitidas. Para as

cervejas claras, a escala as seleciona na faixa de 1 a 20 e paras as escuras, a faixa acima de 20.

COR	EXEMPLO DE ESTILO	SRM	EBC	TONALIDADES
Palha	Lite American Lager, Berliner Weisse	2-3	3,94 - 5,91	
Amarelo	German Pilsner	3-4	5,91 - 7,88	
Dourado	Dortumunter Export	4-5	7,88 - 9,85	
Åmbar	Maibock / Helles Bock	6-9	11,82 - 17,73	
Cobre Claro	California Cammon Beer	10 - 14	19,70 - 27,58	
Cobre	Dusseldorf Altbier, Roggenbier	14 - 17	27,58 - 33,49	
Marrom Claro	Roggenbier	17 - 18	33,49 - 35,46	
Marrom	Southern English Brown Ale	19 - 22	37,43 - 43,34	
Marrom Escuro	Robust Porter, Oatmeal Stout	22 - 30	43,34 - 59,10	
Marrom Muito Escuro	Sweet Stout	30 - 35	59,10 - 68,95	
Preto	Foreign Extra Stout	35+	68,95 - 78,80	
Preto Opaco	Russian Imperial Stout	40+	78,80+	

Figura 6: Escala EBC

Fonte: Revista Algomais (2017)

3.1.4.3 Quanto ao teor alcoólico

Quando se possui um volume menor ou igual a 0,5%, a cerveja é considerada sem álcool, não sendo obrigatória a declaração do conteúdo no rótulo. Quando o volume for maior que 0,5%, é classificada como cerveja com álcool e é obrigatória a informação do volume alcoólico no rótulo.

3.1.4.4 Quanto à proporção de malte

A partir da quantidade de malte de cevada em peso sob o extrato primitivo, as cervejas são classificadas em puro malte, quando possuem 100%, e as demais são classificadas como apenas cerveja, necessitando conter uma proporção não menor que 55%. Quando outras fontes de açúcares são utilizados na formulação, é necessário que seja mencionada a fonte vegetal predominante utilizada, respeitando a faixa de proporção entre 20 e 55% em peso sobre o extrato.

3.1.5.5 Quanto à fermentação

A cerveja poderá ser classificada de acordo com a posição de maior atividade das leveduras no equipamento de fermentação e à temperatura do processo. Comercialmente conhecida como *Lager*, a cerveja de baixa fermentação ocorre na faixa de 7 a 15°C e as leveduras se encontram no fundo do fermentador, enquanto as do tipo *Ale*, cervejas de alta fermentação, ocorrem na faixa de 18 a 22°C e as leveduras permanecem na parte superior do fermentador.

3.1.6 Cerveja Fruitbeer

Segundo o Beer Judge Certification Program – BJCP (2015), uma cerveja do estilo fruitbeer é qualquer cerveja que recebeu a adição de uma fruta. Sua formulação básica é composta por um estilo de base e uma fruta, de qualquer espécie ou classificação, que irá adicionar sabor e não dulçor à bebida. Os açúcares presentes na fruta são normalmente fermentados em sua totalidade.

Entre os atributos que identificam uma cerveja *fruitbeer* e que sugerem a sua qualidade, está o equilíbrio sensorial entre os atributos característicos da cerveja e as características adicionais adquiridas pela adição da fruta. O sabor deverá ser composto pelo equilíbrio entre os lúpulos de sabor e de amargor, os sabores promovidos pelo malte (ou combinação de maltes) e o promovido pela fruta, que poderá variar de sutil a agressivo. Um cuidado com quantidade adicionada é necessária para que não se confunda com uma "bebida de suco de frutas", perdendo assim característica do estilo. No aroma, as características do adjunto deverão ser perceptíveis, sendo algumas frutas possuindo compostos aromáticos mais fortes que outras, também variando de sutil a agressivo. Para as características visuais, a coloração da fruta irá influenciar levemente na cor do líquido e na cor apresentada pelo colarinho, além da possibilidade de apresentar turbidez, mesmo que indesejável (BJCP, 2015).

Abordando as características vitais e físico-químicas que classificam os diversos tipos de cerveja como IBU (amargor), ABV (graduação alcoólica), OG (densidade inicial), FG (densidade final), entre outros, haverá uma variação a depender do estilo base utilizado na *fruitbeer*, sendo este estilo, portanto, não possuindo um padrão específico. Neste trabalho, o estilo base utilizado foi a *blonde ale*, caracterizada pela

leveza, cor clara e facilidade de beber, características similares às cervejas de massa mais vendidas no Brasil.

3.2 Caju

3.2.1 Histórico

Historiadores citam que indígenas que habitavam o litoral brasileiro consumiam o pedúnculo do caju *in natura* ou em forma de bebida fermentada. O plantio do cajueiro era de grande importância para estes povos, pois fornecia não apenas alimento, mas madeira para construção e para produção de lenha. Os jesuítas consideravam o pseudofruto refrescante, medicinal e nutritivo. (FILHO, 2006)

O cajueiro foi levado à África e para a Índia em meados do século XVI, espalhando a cultura do caju, que ganhou significativa relevância para tais países. No século XVII, florestas de caju no nordeste brasileiro estavam sendo devastadas para o plantio da cana-de-açúcar, o que levou a criação de uma lei pelos holandeses que garantia a proteção da vegetação. Atualmente, 28 países produzem o fruto, sendo os maiores produtores o Brasil, a Índia, Moçambique e Indonésia. (FILHO, 2006)

3.2.2 O Caju

O cajueiro (figura 8A) é uma árvore originária do Nordeste do Brasil, pertencente à família *Anacardiaceae*, e é encontrada na natureza com dois portes diferentes: o anão (altura média de 4 metros) e comum (altura média de 5 a 20 metros). Também cultivado na África, Índia e Portugal, a planta possui um caule tortuoso e fissurado com placas, que produz uma resina chamada de "goma do cajueiro", que pode ser utilizada nas indústrias de papel e farmacêutica. Seu nome comum remete ao nome do seu fruto, o caju, que é derivado do tupi *acâ-yú*, cujo significado é "pomo amarelo" (FILHO, 2006). O caju (*Anacardium occidentale*) é composto pelo pedúnculo hipertrofiado denominado pseudofruto e pela castanha que constitui o verdadeiro fruto, sendo esse o produto de maior valor agregado dentro da cadeia produtiva do caju (figura 8B). É cultivado amplamente no norte e nordeste do Brasil, na África, Índia e Ásia, sendo Brasil, Vietnã e Índia os maiores exportadores mundiais da castanha de caju. O plantio geralmente é feito na estação chuvosa sendo sua colheita feita entre os meses de fevereiro e maio.



Figura 7: Ávore *Anacardium occidentale L.*Fonte: Patrícia Lopes – Brasil Escola; SEBRAE RN (2017)

O pseudofruto se destaca por ser rico em fibras, apresentar casca fina e macia e coloração que varia do amarelo ao vermelho, possui odor característico e adocicado, podendo ser consumido *in natura*, em forma de sucos, sorvete, doces e etc. É rico em vitamina C, e minerais como ferro, selênio, cálcio e fósforo. Em uma porção de cerca de 100 gramas, o valor energético é de aproximadamente 43 kcal (Tabela 2). O fruto por sua vez, é um tipo de noz, menor que o pseudofruto e apresenta coloração que varia do cinza ao marrom, sendo consumido torrado, assado, na forma de pasta e xerém, após a casca ser removida (FILHO, 2006).

Tabela 2 - Tabela Nutricional do caju.

Nutriente	Quantidade	VD (%)*
Valor Energético	43,1 Kcal	2%
Carboidratos	10,3g	3%
Proteínas	1,0g	1%
Fibra Alimentar	1,7g	7%
Cálcio	1,4mg	0%
Vitamina C	219,3mg	487%
Fósforo	15,6mg	2%
Manganês	0,1mg	4%
Lipídios	0,3g	-
Ferro	0,2mg	1%
Potássio	123,9mg	-
Cobre	0,1ug	0%
Zinco	0,1mg	1%
Sódio	3,0mg	0%
Magnésio	10,1mg	4%

^{* %} Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400kj. Os valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das necessidades do consumidor.

Fonte: www.tabelanutricional.com.br/caju-cru

3.2.3 Produção e Mercado

No Brasil, a cajucultura é concentrada na região Nordeste e possui grande importância socioeconômica, por gerar renda e postos de trabalho, principalmente nos períodos de estiagem na sub-região semiárida. Segundo o IBGE, em 2016 o Nordeste foi responsável por 98% da produção nacional da castanha do caju, com uma produção de cerca de 100.578 toneladas. A área ocupada pela produção foi de cerca de 586,5 mil hectares, onde cerca de 99,6% está no Nordeste.

O Ceará é o estado que possui a maior área com plantações de caju, seguido pelo Piauí e Rio Grande do Norte. O período de 2011 a 2016 foi caracterizado pela redução

da produção e da área cultivada na maioria dos estados nordestinos devido aos efeitos da estiagem, como apresenta a figura 9:

Descrit Descrits 115	Perído (anos)				Variação		
Brasil, Região, UF	2011	2012	2013	2014	2015 (a)	2016 (b)	(%)
Norte	3.620	3.845	3.629	3.030	2.945	2.329	-20,92
Nordeste	760.140	760.465	704.467	634.667	619.878	583.917	-5,80
Maranhão	18.875	16.999	16.091	14.438	11.968	13.379	11,79
Piauí	171.525	170.296	133.328	92.674	87.474	79.344	-9,29
Ceará	402.255	403.373	405.466	378.146	389.358	376.295	-3,36
Rio Grande do Norte	126.211	129.507	116.898	114.812	96.120	80.432	-16,32
Paraíba	5.671	5.432	4.734	4.127	4.139	3.958	-4,37
Pernambuco	8.531	6.305	3.817	3.611	3.821	3.586	-6,15
Alagoas	1.345	1.373	1.169	1.169	1.174	1.174	0,00
Bahia	25.727	27.180	22.964	25.690	25.824	25.749	-0,29
Centro-Oeste	715	720	712	818	763	282	-63,04
Brasil	764.475	765.030	708.808	638.515	623.586	586.528	-5,94

Figura 8: Variação da área de cultivo.

Fonte: IBGE (2016)

Apesar dos diversos produtos com potencial comercial advindos do caju, como bebidas, doces, ração animal, entre outros, a produção majoritária do caju é feita com o objetivo de coletar e beneficiar a castanha-de-caju, conhecida também como Amêndoa de Castanha-de-Caju (ACC), devido à rentabilidade em comparação com o pedúnculo, por ser um produto de exportação. Devido à preferência pela ACC, estima-se que cerca de 90% do pedúnculo é desperdiçado (VIDAL, 2017).

Em 2016, a produção total nacional da castanha-de-caju foi de 74,54 mil toneladas (IBGE, 2016), na qual nota-se uma discrepância quando se compara com o ano de 2006, onde se obteve a maior produtividade registrada, com cerca de 243 mil toneladas de castanha (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

3.3 Análise Sensorial

A análise sensorial é uma disciplina científica que busca analisar a qualidade e aceitação de produtos e materiais de acordo com a interpretação das reações causadas pelos sentidos humanos (olfato, paladar, tato e visão) quando em contato com suas características (ABNT, 1993). Os resultados obtidos são padronizados e tratados com análises estatísticas para apontar a aceitabilidade ou rejeição do produto avaliado.

Esta é uma prática milenar, realizada inicialmente em bebidas fermentadas e destiladas na Europa e introduzida no Brasil em 1954 para a classificação do café produzido (RAMOS, 2016). É uma técnica muito utilizada nas indústrias alimentícias, de cosméticos, de perfumes, produtos de limpeza e automóveis, para projetar a aceitação e as exigências do seu mercado consumidor, permitindo assim que o desenvolvimento dos seus produtos (e respectivo lançamento no mercado) seja feita pela avaliação da decisão de compra do público, que baseia sua escolha ao comparar um leque de opções e decisões tomadas em experiências anteriores.

4 PROCESSAMENTO

4.1 Cerveja

O processo produtivo da cerveja se divide em 10 etapas, sendo estas a moagem, a mosturação, a filtração do mosto, a fervura do mosto, o tratamento e resfriamento do mosto, a fermentação, a maturação, a carbonatação, a filtração e o envase, conforme está ilustrado no fluxograma apresentado pela figura 9.

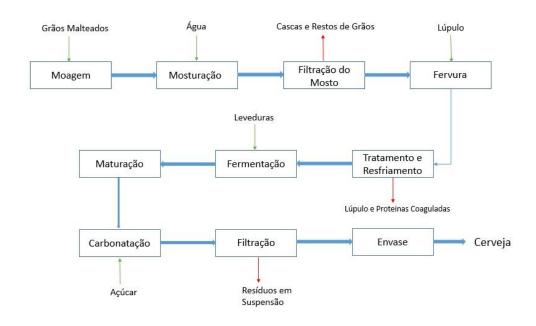


Figura 9: Fluxograma de produção da cerveja

Fonte: Autor

4.1.1 Moagem

O processo de moagem ou maceração consiste na introdução do malte em moinhos de rolo com o objetivo de quebrar a casca do grão maltado para obter o endosperma. A desintegração subsequente do endosperma, auxilia a atuação das enzimas que atuam sobre o amido. A granulometria não poderá ser muito grande, dificultando assim a solubilização do amido, e nem muito pequena, dificultando a filtragem após a fervura pela formação de um corpo de fundo pastoso. É importante ressaltar que as cascas dos grãos moídos poderão ser utilizadas como meio filtrante, formando uma torta com porosidade adequada na filtração (FILHO, 2016).

4.1.2 Mosturação

A mosturação, também chamada de *brassagem*, é o processo em que se introduz o malte moído em um equipamento contendo água quente, com o objetivo de solubilizar os açúcares solubilizáveis e ativar as enzimas responsáveis por converter o amido em açucares mais simples, que serão solubilizados consequentemente. Nesta etapa, o controle de temperatura é necessário para evitar a inativação das enzimas que atuam sobre os açúcares e substâncias proteicas (FILHO, 2016). Segundo Venturini Filho, para a inativação das enzimas, a solução deverá ser submetida a uma temperatura de 76°C.

4.1.3 Filtração do Mosto

Processo no qual a solução é separada dos componentes sólidos e possui modos semelhantes, a depender do tipo de produção, seja ela industrial ou artesanal. Industrialmente, a filtração é realizada em um equipamento denominado *tina de filtração*, um tanque de aço inoxidável contendo um agitador e acoplado a uma bomba centrífuga e um agitador (FILHO, 2016). Artesanalmente, o recipiente utilizado deverá possuir um fundo falso, que retêm os grãos da mesma forma que ocorre industrialmente, onde as cascas irão formar um meio filtrante (NACHEL E ETTLINGER, 2014). Existem ainda mestres cervejeiros que, por economia e simplificação na quantidade dos equipamentos, utilizam uma espécie de coador confeccionado com uma malha de

tamanho adequado ao equipamento estando presente desde a etapa de mosturação. O conteúdo sólido restante deverá ser lavado com água quente (cerca de 75°C), para retirar os açúcares que ainda estão presentes na torta, ampliando o rendimento do processo (FILHO, 2016).

A torta restante, denominada de bagaço, por não possuir valor e utilidade para o processo, poderá ser desidratada e comercializada como ração animal, principalmente para alimentação de porcos e ruminantes. Há ainda a possibilidade de uso na fabricação de pães com alto teor fibroso (NACHEL E ETTLINGER, 2014).

4.1.4 Fervura do Mosto

Na etapa da fervura, alguns objetivos devem ser alcançados para que a qualidade da cerveja seja garantida, bem como algumas especificações físico-químicas e bacteriológicas sejam atendidas. O mosto é submetido a uma temperatura de cerca de 100°C, com duração entre 60 e 90 minutos, realizando a esterilização, inativação das enzimas restantes, a coagulação proteica, evaporação da água em excesso (cerca de 10%), formação de algumas das substâncias que conferem aroma e sabor e em relação ao lúpulo, promove o arraste dos compostos amargos e aromáticos (FILHO, 2016).

Além da adição do lúpulo, é nesta etapa que alguns adjuntos poderão ser adicionados, para a correção do pH (ácido lático) e correção do teor de açúcar desejado (açúcar em forma de xarope ou cristalizado). Adições posteriores do lúpulo poderão ser introduzidas para a correção do amargor. Industrialmente, este processo é realizado em um equipamento denominado *tanque de fervura*, um recipiente de aço inox, coberto por um sistema de aquecimento e isolamento térmico (FILHO,2016).

4.1.5 Tratamento e Resfriamento do Mosto

Após a fervura do mosto, é formada uma camada de lodo de lúpulo que fica aderida nas paredes do equipamento e uma espécie de camada sobrenadante insolúvel contendo resíduos do lúpulo (resinas e taninos), além de algumas proteínas coaguladas, sendo necessário que se realize mais uma separação. Este tratamento poderá ser realizado por um extrator de lúpulo ou é realizada uma técnica denominada *whirlpool*, onde uma força centrífuga é submetida através de rotações no mosto, fazendo com que

o resíduo decante no centro do recipiente (figura 10). Esse resíduo é também chamado de *trub*, que poderá ser mais facilmente separado quando o mosto é resfriado, por facilitar a decantação. (FILHO, 2016; NACHEL E ETTLINGER, 2014)

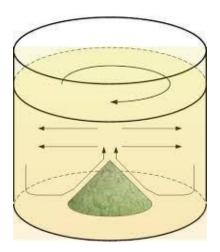


Figura 10: Whirlpool

Fonte: Concerveja

Após a retirada do *trub* o mosto é resfriado para a temperatura da inoculação das leveduras na fermentação. O resfriamento rápido do mosto é desejável pois promove a interrupção da produção de DMS (Dimetil Sulfeto), que é responsável pela formação de algumas características sensoriais indesejadas, evita a contaminação do mosto por alguns microorganismos que atuam em temperaturas entre 35 e 65°C (SILVA, 2017) e promover o fenômeno do *cold break*, que evita que a cerveja fique turva (DINSLAKEN, 2018).

Entre alguns procedimentos de resfriamento, pode-se citar a imersão do recipiente em água com gelo (figura 11A), chiller de imersão (figura 11B), chiller de contra-fluxo (figura 11C) e chiller de placas (figura 11D). Entre eles, a imersão em água com gelo (figura 11A) apresenta o maior custo benefício, mas perde eficiência caso o recipiente seja muito grande (DINSLAKEN, 2018). A representação de cada tipo apresenta-se nas respectivas figuras:



(A): Imersão em água com Gelo



(C): Chiller de Imersão



(B) Chiller de Contra-Fluxo



(D): Chiller de Placas

Figura 11: Tipos de procedimento para resfriamento da cerveja Fonte: Concerveja

4.1.6 Fermentação

É o processo-chave na produção de qualquer bebida alcoólica. Segundo Venturini Filho (2006), o mosto advindo do malte contém os seguintes açúcares: glicose, frutose, sacarose, maltose, maltotriose e as dextrinas. Tais fontes de carbono são utilizadas pelas leveduras no processo aeróbico e como produto metabólico são disponibilizados o etanol e o dióxido de carbono, onde o etanol possui o maior interesse. No entanto, não só os carboidratos são consumidos pelos microorganismos. Vários outros componentes

do mosto são assimilados e convertidos em produtos e subprodutos que acabam por influenciar nas características sensoriais da bebida.

Antes da inoculação das leveduras, é necessária uma aeração do mosto para disponibilizar oxigênio, influenciando-as a metabolizar aerobicamente para criar substâncias necessárias para a síntese da membrana celular, processo este que é feito com o objetivo de fornecê-las melhores condições para o crescimento celular. O nitrogênio necessário é disponibilizado por proteínas e aminoácidos presentes no mosto. (FILHO, 2016).

A garantia do sucesso da fermentação se dá pelo controle da temperatura da fermentação, da duração do processo, da concentração e da composição do mosto e da quantidade e viabilidade das leveduras inoculadas (NACHEL E ETTLINGER, 2014).

4.1.7 Maturação

A maturação, ou fermentação secundária, ocorre após a fermentação primária, em *tinas de fermentação secundária*, ou em garrafas de vidro quando artesanalmente preparadas e pode levar desde alguns dias (ales) até alguns meses (lagers) (NACHEL E ETTLINGER, 2014).

Nos processos de maturação em que a cerveja é armazenada em condições com temperaturas reduzidas, ocorrem determinadas reações de esterificação que promovem alterações nas características organolépticas finais, além da melhor dissolução do dióxido do carbono contribuindo para a carbonatação ideal da bebida. A precipitação de alguns sólidos e das leveduras permite uma clarificação prévia da cerveja. A depender da quantidade de açúcares ainda presentes no mosto pós-fermentação, podem ainda haver mínimas alterações no teor alcoólico. (SILVA, 2017)

4.1.8 Carbonatação

Procedimento de correção dos níveis de dióxido de carbono dissolvido na cerveja. Poderá ser realizado através de uma injeção forçada do gás dentro do próprio recipiente à temperatura adequada, ou, quando artesanalmente preparada, com adição de uma quantidade de açúcares fermentáveis, que serão metabolizados pelas leveduras remanescentes.

4.1.9 Filtração

Após a maturação, a cerveja poderá ser filtrada para a remoção de resíduos sólidos em suspensão, como colóides, leveduras e bactérias, responsáveis por causar turbidez à cerveja. A filtração não altera o aroma, o sabor e a cor da cerveja, sendo adicionada apenas para fins estéticos do produto, deixando-o translúcido (FILHO, 2016).

Comumente são utilizados filtros com terra diatomácea, filtros de placas ou filtros de membranas (FILHO, 2016).

4.1.10 Envase

Por fim, o envase é a última etapa do processo produtivo da cerveja. O líquido deverá ser injetado em recipientes previamente sanitizados com água clorada e é recomendado que haja o mínimo contato com o oxigênio, para que se evite a contaminação por microorganismos e o desencadeamento de processos oxidativos que poderão alterar as características da cerveja, além de um processo de pasteurização.

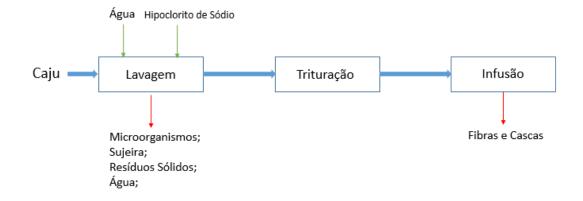
Artesanalmente, a cerveja será envasada em recipientes de vidro igualmente sanitizados, e lacrados com tampas de metal em fixadores mecânicos antes da maturação.

4.2 Processamento da polpa do Caju

O processamento do pedúnculo do caju, para a utilização na cerveja, consiste em apenas 3 procedimentos: a lavagem, a extração da polpa e o refino, conforme o fluxograma apresentado nas figuras 12A e 12B, para os processos industriais e artesanais.



(A): Fluxograma do processo industrial



(B): Fluxograma do processo artesanal

Figura 12: Fluxogramas do processamento da polpa de caju Fonte: Autor

4.2.1 Lavagem

A pré-lavagem do pedúnculo do caju é realizada para a retirada das sujeiras grosseiras e é seguida de uma lavagem utilizando uma solução de água e hipoclorito de sódio com uma concentração aproximada de 10 mL/L com o objetivo de remover a carga bacteriana presente na superfície do pseudofruto. Por fim, os pedúnculos são enxaguados com água limpa.

4.2.2 Extração da Polpa

Industrialmente, os pedúnculos são cortados em desintegradores de facas ou manualmente com facas, para ampliar o rendimento da extração, ao permitir uma maior distribuição nos equipamentos seguintes. Nas despolpadoras, as frutas são pressionadas contra peneiras de malhas em abertas, permitindo que a polpa seja separada do conteúdo fibroso e das cascas (FILHO, 2006).

Em um processo artesanal, os pedúnculos são cortados em pedaços e introduzidos em processadores domésticos do tipo *liquidificador*, produzindo um conteúdo homogêneo contendo a polpa e as fibras. Em seguida o conteúdo poderá ser peneirado em peneiras comuns, separando assim o conteúdo líquido das fibras e bagaços, que ficam retidos ou introduzidos em sacolas de infusão, que serão introduzidas na etapa da fervura (FILHO, 2006; NACHEL E ETTLINGER, 2014).

4.3.3 Refino

A polpa extraída passa para um conjunto de despolpadeiras contendo peneiras com malhas de tamanhos decrescentes, cuja mais fina possui uma abertura de 0,4 mm. Para finalizar o processo, o líquido é submetido a bateladas de centrifugação em ciclones ou em centrífugas de disco. Em um processo de menor escala, a polpa poderá ser submetida apenas a seguidos peneiramentos com tamanhos de malhas menores. (FILHO, 2006)

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Produção da Cerveja

5.1.1 Materiais e Equipamentos

- 3 Panelas (2x10 L e 1x20 L);
- Bomba Centrífuga;
- Colher do tipo Escumadeira;

- Colher do tipo pá;
- Moinho de rolos;
- 2 kg de Malte Pisner;
- 0,5 kg de Malte Pale Ale;
- 0,5 kg de Malte de Trigo Claro;
- 1,2 kg de caju *in natura*;
- 12 gramas de Lúpulo Hallertau Magnum 11,0%
- 8,5 gramas de fermento Safale US-05
- Liquidificador;
- Sacola de infusão;
- Termômetro;
- Tonel de Plástico (20 L).

5.1.2 Procedimento

A cerveja alvo do estudo deste trabalho foi produzida no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) instalada no Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na cidade do Natal. O processo de produção seguiu as instruções presentes na literatura conforme FILHO (2006), com algumas adequações referentes ao maquinário utilizado, sendo reduzido à escala artesanal. Foram utilizados 3 tipos de malte conforme a formulação do estilo *blonde ale*, sendo 2 kg de malte de cevada Pilsner (3,9 EBC), 0,5 kg de malte de cevada Pale Ale (5,9 EBC) e 0,5 kg de malte de Trigo Claro (3,5 EBC) contabilizando 3 kg de massa total de grãos. Os pedúnculos de caju foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio e enxaguado com água potável para uma máxima remoção do cloro, cortados em cubos e triturado grosseiramente em um triturador doméstico comum.

Inicialmente, os grãos foram misturados e moídos em um moinho de rolos, com granulometria suficiente para que se obtivesse uma mistura homogênea de grãos e casca. Em seguida, foram aquecidos 18 litros de água potável filtrada distribuída igualmente em duas panelas com capacidade de 10 litros cada. A fervura da água em cada panela se deu pela elevação da temperatura até os 76°C.

Para o processo de mostura, o malte moído foi adicionado lentamente a uma das panelas, o que causou uma queda de temperatura de aproximadamente 9°C, sendo esta a

primeira rampa de temperatura (67°C) responsável pela atuação enzimática das alfaamilases, responsáveis pela quebra do amido em moléculas de açúcar fermentáveis. Com o auxílio de uma bomba conectada a uma válvula no fundo da panela, a solução foi circulada para que se promovesse a homogeneização da temperatura por todo o equipamento. Ao final de cerca de 40 minutos de mostura, o conteúdo líquido foi transferido para a panela de fervura, contendo 20 L de capacidade total. Cerca de 9 litros de água quente, a cerca de 76°C, foram utilizados para lavar os mosto sólido que ficou depositado no fundo da panela de mostura, para a extração dos açúcares fermentáveis ainda presentes. O conteúdo líquido foi novamente transferido para a panela de fervura, onde foi atingida a segunda rampa de temperatura (72°C), ideal para atuação das beta-amilases, responsáveis pela conversão do amido em açúcares não fermentáveis (conferindo corpo à bebida), permanecendo por cerca de 20 minutos, antes de ser dado início ao processo de fervura .A filtração ou clarificação do mosto foi auxiliada tanto pela formação de um meio filtrante contendo as cascas dos grãos, quanto a um filtro do tipo "bazuca", uma espécie de malha tubular conectada à válvula de saída de líquido.





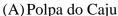
(A)Mostura (B)Lavagem

Figura 13: Etapa de mosturação

Antes da etapa da fervura, foi coletada uma amostra para a mensuração do °Brix pré-fervura com um refratômetro. O mosto contido na panela de fervura foi então submetido a um aquecimento até cerca de 100°C por um tempo total de 1 hora. Cerca de 10 minutos após atingir a temperatura adequada, cerca de 12 gramas de lúpulo

(Hallertau Magnum 11%) foram adicionados ao mosto. Com cerca de 10 minutos para o fim da fervura, a polpa grossa de caju (figura 14A) foi inserida em uma sacola infusora (figura 14B), com malha suficiente para conter o conteúdo sólido fibroso. A introdução da polpa nesta etapa é necessária tanto como ação bacteriofágica, como para a promoção da extração de substâncias flavorizantes presentes no pseudofruto. Durante a fervura, com o auxílio de uma peneira foi retirada uma camada que se formava na superfície de tempos em tempos, composta por proteínas coaguladas, taninos e outras substâncias insolúveis. Ao final da fervura, a sacola infusora foi retirada e com o auxílio de uma colher de plástico alongada, foi realizado um movimento rotacional, conhecido como *whirlpool*, para a formação de um vórtice que concentra o lúpulo e substâncias sólidas que precisam ser separadas no centro do fundo da panela de fervura.







(B) Sacola Infusora

Figura 14: Adição do Caju

Na etapa seguinte, um chiller de imersão de cobre devidamente sanitizado foi introduzido na panela de fervura para o resfriamento até cerca de 45°C, onde a troca térmica se deu pela passagem de água corrente à temperatura ambiente no interior do chiller. Em seguida, a panela foi introduzida em um banho-maria contendo água e cerca de 6 kg de gelo em cubos, com o objetivo de reduzir a temperatura do mosto para a temperatura de fermentação (aproximadamente 20°C).







(B) Banho-maria com gelo

Figura 15: Resfriamento do mosto

O mosto foi transferido para um recipiente fermentador com capacidade de 25 litros, onde foi adicionada a levedura Safale US-05 (cerca de 9 gramas). O recipiente foi armazenado em um freezer com controle de temperatura, onde foi mantido por 13 dias a cerca de 20°C para a fermentação da cerveja. Após a fermentação, a cerveja foi transferida para outro equipamento cuja temperatura de operação foi ajustada à 5°C, para a etapa da Maturação, que durou 6 dias.

Na última etapa do processo, a cerveja foi engarrafada e submetida ao *primming*, no qual foi adicionada uma quantidade de 4,5 gramas de açúcar refinado em cada garrafa, seguido da instalação da tampa, para que a carbonatação da cerveja fosse realizada através da fermentação secundária pelas leveduras restantes, permanecendo acondicionada à temperatura ambiente e longe de umidade e luz solar por 5 dias.

5.2 Análises Físico-Químicas

Com o objetivo de se obter as características físico-químicas da cerveja, que refletem sua qualidade, e as classificam conforme as exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foram realizados alguns procedimentos experimentais de acordo com as exigências de qualidade estabelecidos pelo decreto nº 2.314/1997 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Todas as análises foram realizadas em triplicata, com amostras descarbonatadas e à temperatura ambiente, a partir de amostras retiradas do conteúdo total produzido.

Entre os parâmetros obtidos nos procedimentos experimentais, estão a acidez total titulável, o teor de sólidos solúveis (°Brix), a colorimetria, a densidade relativa, o pH, o teor alcoólico, o extrato seco total e a turbidez.

5.2.1 Acidez Total Titulável

Para a aferição da acidez, o método utilizado se baseia na realização de reações de neutralização dos ácidos presentes na amostra, com a adição controlada de uma solução básica por um equipamento volumétrico adequado, que permite aferir a quantidade adicionada. Como indicador da realização da reação, a fenolftaleína é recomendada para soluções de colorações claras.

5.2.1.1 Materiais e Equipamentos

- Balança Analítica;
- Bureta de 25 mL:
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Pipeta Volumétrica de 10 mL
- Solução de Fenolftaleína a 2%
- Solução de Hidróxido de Sódio 0,1 mol/L

5.2.1.2 Procedimentos

Utilizando um erlenmeyer de 250 mL adicionou-se cerca de 100 mL de água destilada e 10 mL da amostra da cerveja produzida. Em seguida, o conteúdo do recipiente foi titulado com uma solução básica de hidróxido de sódio com concentração conhecida de 0,1 mol/L até a obtenção do ponto de viragem indicado pela mudança de coloração da solução, possível pela ação do indicador fenolftaleína. O valor da acidez total foi encontrado na equação abaixo, obtida pela metodologia disponível em BRASIL (1986).

$$Acidez \ Total(\frac{g \ de \ \'{a}cido \ ac\'{e}tico}{100mL \ de \ Cerveja}) = \frac{V \times [NaOH] \times mmeq\'{A}cido \ Ac\'{e}tico \times 100}{P} \tag{Equação 1}$$

Onde:

[NaOH] = Concentração da solução de hidróxido de sódio em mol/L

mmeq Ácido Acético = 0,0060 g

P = Volume da amostra de cerveja (mL)

V = Volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

5.2.2 °BRIX (Teor de sólidos solúveis)

A escala conhecida como ^oBrix é utilizada pela indústria para determinar a quantidade aproximada de açúcares presentes em uma solução, onde se considera a massa correspondente a 1 grama de sacarose diluída em uma solução com massa total de 100 gramas. Na indústria cervejeira, a concentração encontrada é utilizada em substituição à densidade (PALMER, 2006).

5.2.2.1 Materiais e Equipamentos

- Água Destilada;
- Conta-Gotas;
- Refratômetro Instrutherm RTA-100.

5.2.2.2 Procedimentos

Com um conta-gotas, foi coletada uma pequena quantidade de água destilada e introduzida no prisma do refratômetro para fins e calibração. Em seguida, uma amostra da cerveja foi também coletada e repetiu-se a mesma operação com a água destilada.

5.2.3 Colorimetria (EBC)

A cor resultante da cerveja produzida é obtida em uma análise realizada através do método de espectrofotometria, no qual é determinado pela medida quantitativa da absorção de luz no espectro da luz visível de uma amostra contida em uma cubeta e expressa em unidades EBC (*European Brewery Convention*).

5.2.3.1 Materiais e Equipamentos

- Água deionizada;
- Cubeta de Quartzo;
- Espectrofotômetro UV-VIS Drawell DU-8200;
- Papel toalha.

5.2.3.2 Procedimentos

Inicialmente, foi realizada a lavagem da cubeta de quartzo com água deionizada e a secagem das paredes externas da mesma com o papel toalha. Em seguida, a cubeta com água deionizada foi introduzida no equipamento para a realização da calibragem do mesmo para a leitura do espectro na faixa de 430 nm. Após a calibragem, a água foi substituída por uma amostra da cerveja produzida e a leitura da absorbância foi realizada, sendo o resultado utilizado na equação abaixo para o cálculo da cor da amostra, considerando "d" um parâmetro de valor 1 (um) para cervejas do tipo "claras".

$$EBC = absorbância \times 12.7 \times 1.97 \times d$$
 (Equação 2)

5.2.4 Determinação da Densidade Relativa

Para a análise da densidade relativa foi utilizado um equipamento denominado densímetro. Segundo Palmer (2006), um densímetro mede a relação entre a massa específica da água pura e a massa específica de uma solução através da flutuação do equipamento quando imerso na solução a ser analisada. A leitura do valor da grandeza é realizada em uma escala de graduação presente no densímetro de acordo com o nível do líquido logo após a estabilização da flutuação do equipamento na solução. Para esta análise, a relação aferida foi entre a água pura e a solução contendo água e açúcar dissolvido.

5.2.4.1 Materiais e Equipamentos

• Densímetro;

- Proveta de 100 mL;
- Termômetro.

5.2.4.2 Procedimentos

A proveta utilizada neste experimento foi completada com uma amostra da cerveja descarbonatada e à temperatura ambiente até o nível indicado (100 mL). Em seguida, o densímetro foi introduzido no recipiente e a aferição da densidade foi realizada após constatado o equilíbrio deste com o liquido.

5.2.5 Determinação do pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma medida físico-química que atribui uma escala à atividade dos íons de hidrogênio presentes em uma solução, classificando-a em ácida, básica ou neutra a depender da faixa em que o valor obtido se encontra. Tal medida é realizada através de um método potenciométrico, utilizando um eletrodo feito de vidro ou a combinação de eletrodos (referência, medida e sensor de temperatura), acoplados a um medidor de diferenças de potenciais elétricos (potenciômetro) (FERNANDES, 2013).

5.2.5.1 Materiais e Equipamentos

- Béquer de 150 mL;
- pHmetro NOVA Instruments NI PHM;
- Papel Toalha.

5.2.5.2 Procedimentos

Inicialmente, o eletrodo e o compensador de temperatura foram lavados com água destilada com a finalidade de retirar resíduos de sujeira que afetassem a calibração do equipamento. Para a realização da leitura, limpou-se o eletrodo com papel toalha, introduzindo-o em um béquer contendo uma amostra da cerveja produzida. Após atingir um valor constante, anotou-se o valor do pH.

5.2.6 Determinação do Teor Alcoólico por ebuliometria

A determinação do teor alcoólico da cerveja produzida foi realizada pelo método ebuliométrico, no qual se determina a quantidade percentual de álcool etílico em uma solução alcoólica ao ser fixado o ponto zero na escala do ebuliômetro (ALVES, 2014).

O método se baseia na diferença entre os pontos de ebulição da água (100°C) e do álcool (78,4°C), no qual o valor do ponto de ebulição da cerveja produzida deverá se encontrar dentro desta faixa de temperatura. Desta forma, quanto maior a quantidade de álcool presente na amostra utilizada, mais próxima da temperatura de ebulição do álcool puro estará a temperatura de ebulição da amostra.

5.2.6.1 Materiais e Equipamentos

- Álcool etílico;
- Ebuliômetro TSC Corp;
- Isqueiro à gás;
- Lamparina;
- Proveta de 25 mL;
- Termômetro.

5.2.6.2 Procedimentos

Inicialmente, foi introduzida água destilada na câmara do ebuliômetro para a realização da calibração do equipamento, ao colocar a lamparina com álcool em combustão pelo isqueiro para que fosse atingido o ponto de ebulição da água, com a leitura do termômetro de mercúrio inserido na caldeira. Após anotar a temperatura de ebulição na escala do equipamento, a água residual foi retirada e o procedimento foi repetido com a amostra da cerveja produzida. Atingido o ponto de ebulição, a temperatura foi marcada na escala do ebuliômetro, que fornecia a respectiva graduação alcoólica da cerveja.

5.2.7 Extrato Seco Total

O extrato seco total é o resíduo sólido resultante de um processo de evaporação da amostra de uma solução. Nesta análise, os componentes voláteis presentes na solução são eliminados, para que se possa determinar o teor de componentes sólidos presentes na amostra da cerveja produzida

5.2.7.1 Materiais e Equipamentos

- Balança de Umidade BEL Engineering M5THERMO;
- Prato de Alumínio;
- Pipeta conta-gotas;

5.2.7.2 Procedimentos

Inicialmente, o prato de alumínio foi introduzido no equipamento para realizar a tara de sua massa. Em seguida, foi introduzida uma amostra de aproximadamente 2,4 gramas de cerveja. Por fim, foi iniciado o procedimento de aquecimento da amostra dentro do equipamento. Devido à balança de umidade expressar o resultado em quantidade de água (%M/M), o extrato seco encontrado é representado pela equação 3:

$$EXT(\%) = 100 - U (Equação 3)$$

Onde:

U = Umidade em %M/M

EXT(%) = Extrato Seco em porcentagem.

5.2.8 Turbidez

5.2.8.1 Materiais e Equipamentos

- Água destilada:
- Recipiente de Vidro;
- Turbidímetro MS Tec TB1000.

5.2.8.2 Procedimentos

Utilizando um equipamento denominado turbidímetro, inicialmente foi efetuada a análise de branco com água destilada, como calibração do equipamento. Em seguida a amostra da cerveja produzida foi introduzida no equipamento e para a realização da análise, apresentando o resultado na unidade NTU. Devido a unidade de turbidez considerada para a bebida em estudo ser dada em EBC, a equação abaixo foi utilizada para a conversão de unidade.

$$Turbidez(EBC) = Turbidez(NTU) \times 4$$
 (Equação 4)

5.3 Análise Sensorial

Neste trabalho, as metodologias utilizadas foram o teste de aceitação via escala hedônica verbal de 7 pontos, para avaliar o quanto que os provadores gostaram ou não gostaram da cerveja e o teste de escala de atitude (FACT) ou intenção de 5 pontos, para avaliar a probabilidade de compra dos indivíduos, de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (2008). A avaliação se baseia em 3 testes, onde o provador atribui notas aos aspectos sensitivos pré-definidos (cor, sabor, aroma e percepção da fruta) avaliando-os de gostei extremamente (7) a desgostei extremamente(1) e à intenção de compra avaliando de certamente compraria (5) a certamente não compraria (1), e enfatiza sua avaliação descrevendo aspectos extremos (o que mais gostou e o que menos gostou).

Uma amostra de cerca de 50 ml da bebida, servida em copos descartáveis foi distribuída a 40 participantes, que expressaram suas avaliações na ficha apresentada no Apêndice A.

5.3.1 Índice de aceitabilidade

O índice de aceitabilidade (IA) é um índice de referência que avalia estatisticamente o nível de aceitação do produto, em comparação com a média dos

resultados obtidos. Os aspectos do teste 1 (aroma, cor, sabor e percepção da fruta) foram avaliados pelo IA, utilizando e a equação 5:

$$IA = \frac{100}{B} \times A$$
 (Equação 5)

Onde:

A = Nota média obtida pelo produto.

B = Nota máxima atribuída ao produto.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Análises Físico-Químicas

Os resultados das análises físico-químicas realizadas encontram-se na tabela X, e representam a média aritmética dos resultados em triplicata de cada procedimento, com metodologia descrita na seção anterior.

Tabela 3: Resultado das análises físico-químicas

Análise	Resultado	Padrão
Acidez total (%V/V)	0,0468	0,09-0,15
°Brix inicial	12	-
°Brix final	6	-
Colorimetria (EBC)	12,51	5,91 ~ 11,82
Densidade Relativa Inicial (OG)	1045	1038 ~ 1054
Densidade Relativa Final (FG)	1003	1008 ~ 1013
рН	3,89	<4,5
Teor Alcoólico (°GL)	4,4	3,8 ~ 5,5%
Extrato Seco (% M/M)	6,61	2 ~ 7
Turbidez (NTU/EBC)	445/1780	-

Foram obtidos 14,4 litros de cerveja, onde cerca de 12 litros foram destinados ao envase em 20 garrafas com 600 mL de capacidade. Para a realização das análises, foram

utilizados 600 mL e o restante foi descartado por se encontrar no fundo do recipiente e apresentar grande concentração de sedimentos. Desta forma, o rendimento total da produção da cerveja foi de 70%, onde cerca de 3,6 litros de água foi evaporada nos processos de mosturação e evaporação e 1,8 litros foram descartados.

A acidez encontrada para a cerveja mostrou-se abaixo da faixa determinada por Comptom (1978). Um dos motivos que podem estar relacionados com a baixa acidez poderá ser a baixa aeração do mosto antes do processo de fermentação. Neste processo, a fermentação produz como produtos o dióxido de carbono e a água, que formam o ácido carbônico, um dos responsáveis pela elevação da acidez. A redução da disponibilidade do oxigênio também pode ser um dos causadores da redução do teor de ácido acético, que é produto da oxidação do etanol produzido na fermentação. Portanto, uma das interpretações possíveis para o baixo valor da acidez é o consumo majoritário do oxigênio disponível no processo da fermentação alcoólica e baixo teor disponível para as reações subsequentes da produção dos ácidos responsáveis pela acidez da bebida.

O teor de sólidos solúveis, ou ^oBrix foi mensurado antes do processo de fermentação e após o período de maturação da cerveja, também como forma de acompanhar a conversão dos açúcares fermentáveis, possibilitando assim a correção de parâmetros como o teor alcoólico. Como esta medida não possui um padrão e o valor do teor alcoólico obtido foi classificado com adequado, não foram realizadas correções.

De acordo com a legislação brasileira, a escala utilizada como padrão para a cor é a escala EBC, que classifica as cervejas como claras para as que possuem um valor menor que 20 e escuras para as cervejas que apresentam um valor de coloração acima de 20. De acordo com o BJCP (2015), o estilo base apresenta uma coloração que varia de 5,91 a 11,82, classificando-a como cerveja clara. A cerveja produzida apresentou uma coloração acima da padrão para o estilo, que é justificada pela adição da fruta. Como o estilo *fruitbeer* é caracterizado pelo desvio do padrão de cor, sabor e aroma do estilo base utilizado pela adição da fruta, a alteração causada pelo caju é esperada e aceitável.

A densidade foi medida em dois momentos: antes da fermentação e no final da maturação sendo possível observar o consumo dos açúcares pelas leveduras. Apesar da densidade inicial estar dentro dos parâmetros do estilo base utilizado, obteve-se uma

densidade final abaixo do padrão esperado. Este fenômeno pode ser explicado devido à adição da fruta, e por possíveis falhas no processo.

O resultado da análise do pH revelou que a cerveja se encontra em uma faixa desejável, por estar em um intervalo que segundo Hoffmann (2001), protege a bebida da ação de alguns agentes patogênicos, como o *Cloristridium botulinum*, causador da doença conhecida como "botulismo".

O teor alcoólico se encontra na faixa desejada para o estilo base, conforme apresenta o BJCP (2015). No entanto, esperava-se que pela quantidade de açucares extras disponibilizados pela adição do pedúnculo do caju, o teor alcoólico fosse ligeiramente maior que o encontrado.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o extrato seco em uma cerveja (produtos que não se volatilizam sob regime de aquecimento) em porcentagem deve estar na faixa de 2,0 a 7,0% em massa, o que permite considerar que a cerveja produzida está em conformidade com a legislação, por apresentar um valor de 6.61%.

As cervejas artesanais possuem maior turbidez que as cervejas produzidas em indústrias, devido à ausência de um processo de filtração asséptico entre a maturação e o envase. A turvação final da bebida se dá pela quantidade extra de sólidos suspensos na solução, podendo ser leveduras, proteínas restantes, aglomerados de açúcares que não foram fermentados e pelos compostos adicionais advindos do caju, como açucares não fermentáveis, fibras e minerais.

6.2 Análise Sensorial

A análise sensorial da cerveja foi conduzida com 40 julgadores, entre eles 21 homens e 19 mulheres, todos maiores de 18 anos e não apresentando alergia ou intolerância a qualquer substância presente na bebida. Para os critérios de avaliação do teste de aceitação em escala hedônica de 7 pontos, foram selecionados os atributos cor, sabor, odor e a percepção da fruta. Os resultados descritos na tabela 4 e 5 apresentam a nota média atribuída aos atributos e o índice de aceitação, separando os indivíduos pelo sexo e o resultado global.

Tabela 4: Média das notas dadas aos atributos

Atributos	Masculino	Feminino	Geral
Cor	6	4,9	5,87
Odor	5,81	4,9	5,77
Sabor	5,48	5,28	5,38
Percepção da Fruta	5,29	4,33	5,18

Tabela 5: Índices de Aceitação

Atributos	IA Masculino (%)	IA Feminino (%)	IA Geral (%)
Cor	85,7	70,1	83,9
Odor	83,0	70,1	82,4
Sabor	78,2	75,4	76,9
Percepção da Fruta	75,5	61,9	74,0

Notou-se uma maior preferência da bebida pelos provadores do sexo masculino, cujas médias das notas atribuídas foram sempre maiores que as dadas pelos provadores do sexo feminino, assim como na nota média final da bebida, onde os homens atribuíram uma média de aproximadamente 5,6 e as mulheres atribuíram uma nota média de 4,9. Pelos índices de aprovação, cerca de 80% dos provadores do sexo masculino e aproximadamente 70% dos provadores do sexo feminino aprovaram a bebida, conforme apresenta a tabela 5, sendo a Cor o atributo com maior aceitação. Pela média final obtida de aproximadamente 5,5, em geral, o público avaliou a bebida como "gostei ligeiramente".

No teste 3, os indivíduos puderam destacar quais características dos atributos do teste 1 eram pontos fortes e pontos fracos da bebida. Este tipo de teste permite apontar características sensoriais que podem ser alteradas para uma maior aceitação do público-alvo, além de acusar possíveis erros de produção que podem aparecer como características desejáveis ou indesejáveis na bebida, permitindo assim que se aprimore a formulação e o processo de fabricação do produto.

Ainda avaliando os dados das tabelas 4 e 5 e convergindo-os com o teste 3, notou-se um padrão geral, onde os pontos afirmados a seguir foram relatados com maior frequência. No atributo sabor, os pontos fortes foram a refrescância, a ausência de amargor e o equilíbrio de sabores; quanto aos pontos fracos a acidez da bebida foi

amplamente destacada. No atributo cor, houveram mais relatos destacando a atratividade da cor do que sua desaprovação, também notada no índice de aceitação como o atributo melhor avaliado. No atributo odor, os avaliadores mencionaram com frequência a percepção do aroma característico da cerveja em conjunto com o aroma da fruta. Por fim, no atributo percepção da fruta, os provadores indicaram a maior presença do aroma da fruta do que seu sabor, mostrando um certo desequilíbrio na sua participação sensorial da bebida.

Para o teste de intenção à compra em escala hedônica de 5 pontos, os voluntários classificaram suas intenções quanto à probabilidade de compra da bebida, caso estivesse presente no mercado. Os resultados do teste estão presentes no infográfico da figura 16.

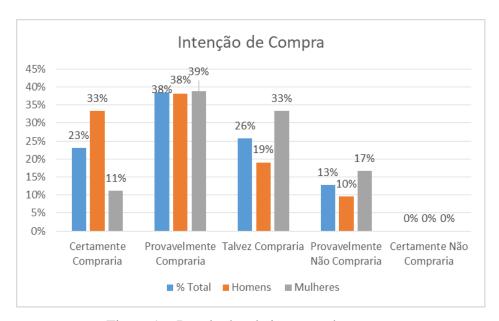


Figura 16: Resultados da intenção de compra

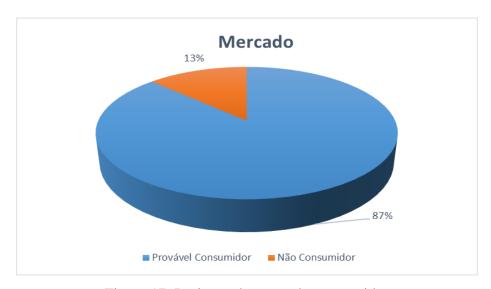


Figura 17: Projeção do mercado consumidor

O teste 2 permite elaborar uma projeção do mercado consumidor do produto a partir da probabilidade de compra e também da compreensão do público-alvo que deverá ser atendido e suas características, como a faixa etária, sexo, região socioeconômica, entre outros. Desta forma, a partir da figura 17, que apresenta a probabilidade de consumidores na amostra, nota-se que cerca de 87% dos provadores é um potencial consumidor da cerveja produzida neste trabalho, mostrando assim que existe uma aceitação e um respectivo espaço no mercado para a comercialização deste tipo de bebida. A maior intenção de compra do público masculino se mostrou uma reflexão da aceitação apresentada pelo teste 1, onde 90% destes se mostraram interessados na compra da cerveja contra 83% do público feminino.

7 CONCLUSÕES

A produção da cerveja é um processo muito rico para a engenharia química, seja pela variedade de macro etapas que são aplicações diretas das ciências estudadas pelo engenheiro químico, entre elas as Operações Unitárias, Bioquímica, Biocatalisadores e Controle de Processos, seja pela infinidade de variações técnicas que podem ser empregadas para a otimização da produção, como o dimensionamento de equipamentos, instrumentação e melhor controle das condições de operação. Desta forma, este trabalho mostrou grande relevância para a compreensão teórica e sua respectiva aplicação em um

processo real, que apesar de possuir pequena escala, apresenta a junção de várias disciplinas presentes na grade curricular do curso.

Os parâmetros físico-químicos avaliados da bebida apresentaram-se, em sua grande maioria, dentro dos valores especificados pela legislação brasileira e literatura, e foi possível identificar os desvios causados no padrão do estilo base utilizado na produção do estilo *fruitbeer*, já previstos pelo BJCP (2015). A cerveja também pôde ser classificada conforme as exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), garantindo assim sua caracterização. Através dos resultados obtidos na análise sensorial, também foi possível identificar o sucesso da cerveja produzida, com um índice de aceitação geral de 79,3%. O potencial mercadológico da bebida também foi atestada através do resultado obtido, onde cerca de 87% dos voluntários se mostraram potenciais consumidores. Assim, todos os objetivos deste trabalho foram cumpridos.

Para futuras pesquisas, sugere-se que uma amostra maior seja avaliada na análise sensorial, assim como a introdução de outros parâmetros de segregação entre os provadores, como a faixa etária, classe social e região socioeconômica para a melhor compreensão do público-alvo da bebida. A otimização do processo produtivo, assim como um melhor controle das condições de operação podem ser implementados para estudos que busquem a redução de perdas, ampliação da qualidade do processo e o ajuste das características sensoriais da cerveja.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Darlan. Número de cervejarias no Brasil quase dobra em 3 anos e setor volta criar empregos. 2018. Disponível em:

https://g1.globo.com/economia/pme/noticia/numero-de-cervejarias-no-brasil-quase-dobra-em-3-anos-e-setor-volta-criar-empregos.ghtml. Acesso em: 18 de março de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRIA DE CERVEJA - CervBrasil. **Anuário estatístico**: 2016. São Paulo, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS - ABRAS. **Desperdício: R\$ 7 bilhões em comida jogados no lixo. 2018**. Disponível em http://www.abras.com.br/supermercadosustentavel/noticias/r-7-bilhoes-em-comida-jogados-no-lixo/ Acesso em 24 de maio de 2019.

BEAUMONT, Stephen. Cerveja e comida: princípios da harmonização, receitas e guia de degustação, 2016

Beer Judge Certification Program – BJCP (2015) BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Beer Style Guidelines.** 2015 Edition. Disponível em: < https://www.bjcp.org/stylecenter.php> Acesso em: 25 de maio de 2018

BRASIL. Decreto n° 6.871, de 4. jun. de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm Acesso em 17 de março de 2019.

BREJAS. **História da Cerveja**. Disponível em < https://www.brejas.com.br/historia-cerveja.shtml Acesso em 17 de março de 2019

CERVEJA E MALTE. **A importância da água na fabricação da cerveja.** Publicado em 24/05/2017. Disponível em http://cervejaemalte.com.br/blog/a-importancia-da-agua-na-fabricacao-de-cerveja/ Acesso em 20 de abril de 2019.

CERVESIA. Disponível em https://www.cervesia.com.br Acesso em 20 de abril de 2019.

COMPTON, J. **Beer quality and taste methodology**. In: BRODERICK H.M. (Dir). El cervecero en la practica: a manual for the brewing industry. 2 ed. Madison: Impressions, 1978.

DINSLAKEN, Rafael. **Como resfriar o mosto mais rápido.** Disponível em: https://concerveja.com.br/resfriar-mosto/?nabe=6139739212873728:2,6164929514831872:2 Acesso em 20 de abril de 2019.

EMBRAPA. Disponível em: https://www.embrapa.br/ Acesso em 01 de maio de 2019.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION – EBC. **Method 9.6: Colour of Beer: Spectrophotometric Method (IM).** Analytica – EBC, 2000.

FERNANDES, Alexandre. **A medida de condutividade e pH.** Agosto de 2013. Sanepar. Disponível em < https://www.gehaka.com.br/downloads/apresentacao_sanepar.pdf > Acesso em 19 de maio de 2019.

FROEMMING, Ruben. **Qualidade da água na produção de cervejas.** Disponível em: https://www.agsolve.com.br/noticias/6281/qualidade-da-agua-na-producao-de-cervejas Acesso em 20 de abril de 2019.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento Regional Sustentável: Série** cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas. Volume 4. Brasília,

2010. Disponível em: https://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf Acesso em 19 de março de 2019.

Instituto Adolf Lutz (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. (4ªed) São Paulo – SP.

INSTITUTO DA CERVEJA. **Afinal, o que o lúpulo realmente faz na cerveja?.** Publicado em 27/07/2017. Disponível em:

https://www.institutodacerveja.com.br/blog/n145/dicas/afinal-o-que-o-lupulo-faz-realmente-na-cerveja Acessado em 20 de abril de 2019.

LAPOLLI, Carlo. Número de cervejarias artesanais no Brasil já cresceu 23% em 2018. ABRACERVA. 2018. Disponível em

https://abracerva.com.br/2018/10/04/numero-de-cervejarias-artesanais-no-brasil-ja-cresceu-23-em-2018/ Acesso em 18 de março de 2010.

LAZZARI L. M. et al. Produção de cerveja. Santa Catarina, UFSC, 2009. 18 p.

Missouri Botanical Garden. **Humulus lupulus.** Disponível em:

http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kemper code=f191> Acesso em 20 de abril de 2019.

NACHEL, Martin; ETTLINGER, Steve; BRAGA, Sofia Ventura. **Cerveja para Leigos**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier/Alta Books, 2014. Tradução da 2ª Edição. 376p.

NITZKE, Júlio Alberto; BIEDRZYCKI, Aline. **Leveduras.** Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFGRS. Disponível em < http://www.ufrgs.br/alimentus1/pao/fermentacao/levedura.htm> Acessado em 20 de abril de 2019.

OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja. Minas Gerais, Programa de pós-graduação, UFMG, 2011. 44 p.

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO. Disponível em https://www.huffpostbrasil.com/2018/04/08/como-o-desperdicio-de-alimentos-afeta-o-brasil-e-o-seu-bolso_a_23375621/ Acesso em 24 de maio de 2019.

PALMER, J. J. How to Brew: Everything You Need to Know to Brew Beer Right the First Time. Brewers Publications, 2006.

RAMOS, Roberta Juliano. **Análise sensorial de alimentos.** Centro Universitário Estácio de Sá. 2016. 40p.

ROSENTHAL, Rodolfo. **Malte: o que é e qual o seu papel na cerveja.** Publicado em 13/09/2018. Disponível em < https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/guia-basico/malte/> Acesso em 20 de abril de 2019

SAINT. **Uma breve história da cerveja**. Disponível em http://www.saintbier.com/historia-cerveja Acesso em 17 de março de 2019.

SILVA, 2017 SILVA, David. **Da cevada ao copo: O guia completo para fazer sua cerveja em casa.** [s.l.]: Condado da Cerveja, 2017. 229 p.

VIDAL, Maria de Fátima. **Cajucultura nordestina continua em declínio.** Caderno setorial ETENE – Banco do Nordeste, Ano 2, nº 22. Dezembro de 2017. Disponível em https://www.bnb.gov.br/documents/80223/2809571/22_cajucultura_122017_V3.pdf/cde0738-0df4-ce6c-ed86-89c53ef7758e Acesso em 19 de março de 2019.

VENTURINI FILHO, W.G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Editora Blucher, 2006, v1, p 14-50

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcóolicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. V. 1 461 p.

WORLD RESOURSES INSTITUTE - WRI Brasil. Disponível em

https://www.huffpostbrasil.com/2018/04/08/como-o-desperdicio-de-alimentos-afeta-o-brasil-e-o-seu-bolso a 23375621/> Acesso em 24 de maio de 2016.

APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Análise Sensorial – Cerveja Artesanal de Caju	Data://			
Nome:	Sexo: Idade:			
Você está recebendo uma amostra de cerveja artesanal. Abaixo, encontram-se 3 testes que abordam sobre os aspectos sensoriais, intenção de compra e opinativo.				
Teste 1 – Avalie a amostra de acordo com a cor, com o odor, quanto o sabor e quanto à percepção da fruta, utilizando a escala descrita abaixo:				
(7) Gostei extremamente	Sabor ()			
(6) Gostei moderadamente				
(5) Gostei ligeiramente	Odor ()			
(4) Indiferente				
(3) Desgostei Ligeiramente	Cor, (.)			
(2) Desgostei moderadamente				
(1) Desgostei extremamente	Percepção da Fruta ()			
Teste 2 – Ainda sobre a amostra, avalie quanto à intenção de compra, utilizando a escala abaixo:				
(5) Certamente compraria				
(4) Provavelmente compraria				
(3) Talvez compraria/talvez não compraria	()			
(2) Provavelmente não compraria				
(1) Certamente não compraria				
Teste 3 – Dê sua opinião:				
Cite o que você <u>mais</u> gostou na cerveja:				
Cite o que você menos gostou na cerveja:				