



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

LUCAS CALIXTO SALDANHA

**PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL DO TIPO
WEISSBIER COM ESPÉCIES NATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO**

**FORTALEZA
2020**

LUCAS CALIXTO SALDANHA

**PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL DO TIPO
WEISSBIER COM ESPÉCIES NATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Biotecnologia do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. André Luis Coelho da Silva.

Co-orientador: Germano de Castro Macêdo Lima.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S154p Saldanha, Lucas Calixto.

Produção e análise sensorial de cerveja artesanal do tipo Weissbier com espécies nativas do nordeste brasileiro / Lucas Calixto Saldanha. – 2020.

64 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Biotecnologia, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. André Luis Coelho da Silva.

Coorientação: Prof. Germano Macedo de Castro Lima.

1. Nanocervejaria. 2. Cajá-umbu. 3. Maracujá. 4. Cerveja artesanal. 5. Siriguela. I. Título.

CDD 661

LUCAS CALIXTO SALDANHA

PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL DO TIPO
WEISSBIER COM ESPÉCIES NATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO

Monografia apresentada ao Curso de Biotecnologia do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia Industrial.

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Luis Coelho da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Maria Gabrielle Sousa de Santana
Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO)

Me. Roberta Taiane Germano de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À minha família, principalmente a minha mãe, por todo o suporte nos momentos difíceis, nos momentos em que pensei em desistir, e também por toda a alegria compartilhada nos bons momentos durante meu percurso na universidade. À minha mãe devo tudo por nunca ter desistido de mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. André Coelho, por ter me ensinado bastante nessa jornada, e por mostrar como ser um grande professor, além do incentivo aos seus alunos, me deu uma segunda chance para continuar a pesquisa após problemas pessoais. Dito isso, sou bastante grato.

À minha co-orientadora de estágio I, Dra. Maria Gabrielle, por ter me ajudado bastante, pelas conversas que tivemos, e por ter me incentivado a lutar por esse curso.

À cervejaria Brisa (Germano e Lucas), por terem me acolhido na empresa e sempre incentivarem a procura por inovação em seus produtos.

À Universidade Federal do Ceará, que me ofereceu essa oportunidade de estudar em uma das melhores universidades do Brasil, e por ter me passado tanto conhecimento.

Ao Gilmar, agradeço por sempre ter estado à disposição de ajudar os alunos, e oferecer um suporte real sempre com muita paciência e atenção.

À coordenadora, Profª. Dra. Marjory, pelo seu suporte aos alunos do curso, e sua paciência para resolver nossos problemas.

E por fim, mas não menos importante, queria agradecer a todos os amigos que fiz/tive nessa universidade. Não tenho como sorte, mas sim destino, pois pude aprender um pouco com cada um, com cada personalidade que encontrei, além de ajudarem a moldar meu caráter, sempre estiveram me influenciando a ser forte, nunca desistir, me ajudando em disciplinas que eu achei ser impossível obter aprovação. O meu carinho a todos, vocês são parte de mim.

RESUMO

A produção de cerveja é uma das formas clássicas de se fazer biotecnologia, logo, a cerveja é caracterizada como um produto biotecnológico, pois faz-se o uso da fermentação que ocorre por meio de microrganismos vivos, as leveduras, no qual o principal papel é converter os açúcares extraídos dos cereais, como o malte de cevada, em álcool e gás carbônico. Durante a fermentação a levedura produz centenas de compostos que são produtos do seu metabolismo e que vão contribuir com características sensoriais únicas ao produto final. O então trabalho fez um levantamento social do consumo de cerveja artesanal via google forms, desenvolveu uma receita e produziu uma cerveja artesanal do tipo weissbier frutada. A cervejaria Brisa, nanocervejaria de Fortaleza em parceria com a UFC, cedeu o local de produção para utilização com fins científicos que, visaram entender como funcionam os parâmetros de produção de uma nanocervejaria, as etapas de desenvolvimento de um novo produto e suas características. Com isso foi desenvolvida uma receita para a produção de três cervejas frutadas com os sabores de: cajá-umbu (*Spondias bahiensis* X *Spondias spp.*), siriguela (*Spondias purpurea*) e maracujá (*Passiflora edulis*). As frutas utilizadas são umas das poucas frutas nativas do nordeste que são consumidas de forma ampla na região, e que já são utilizadas para a produção de outros tipos de bebidas alcóolicas como cachaças e licores. O experimento foi dividido em 8 formulações que foram divididos em 4 grupos (CONTROLE, A, B e C) com diferentes concentrações de polpa de fruta e e diferentes fases de adição de polpa no mosto/cerveja. Quatro formulações obtiveram um Índice de Aceitabilidade de >70% em relação os fatores avaliados na análise sensorial, os tratamentos são: C1 com 84,5% de aprovação (12,5% de polpa de maracujá em relação ao volume final, adicionada na maturação); A2 com 74,3% de aprovação (6,25% de polpa de cajá-umbu em relação ao volume final adicionada na maturação); A1 com 72,4% (6,25% de polpa de cajá-umbu em relação ao volume final, adicionada pré-fermentação); e por fim o CONTROLE com 70,8% (Sem adição de polpa) . As amostras obtiveram variação na cor e ph de acordo com as variações de concentração e etapa de adição. Os testes apresentaram bons resultados, a cerveja é viável para produção e tem um grande potencial comercial.

Palavras-chave: Nanocervejaria. Weissbier. Cajá-umbu. Siriguela. Maracujá. Cerveja artesanal.

ABSTRACT

The beer production is one of the classic ways of perform biotechnology, therefore beer is characterized as a biotechnological product, once it makes use of fermentation that occurs through microorganisms, yeasts, which converts sugars extracted from cereals, such as barley malt, producing ethanol and carbon dioxide as by-products. During fermentation, the yeast produce hundreds of compounds that are products of its metabolism and will contribute with the sensory unique features to the final product. This project aims to show, the results of the data survey of craft beer consumption occurred via google forms, developed a recipe and produced craft beer weissbier. In a partnership with UFC, The Brisa brewery (nanobrewery located in Fortaleza) provided the necessary space for use with scientific purposes, which aimed to understand how the nanobrewery production parameters works, the stages of development of a new product and its characteristics. Thereby, a recipe was developed for the production of three fruity beers with the flavors of: Cajá-umbu (*Spondias bahiensis X Spondias spp.*), Jocote (*Spondias purpurea L.*) and Passion Fruit (*Passiflora edulis*). The fruits used are one of the few native fruits from the northeast that are widely consumed in the region, and they are already used for the production of other types of alcoholic beverages such as cachaça and liqueurs. The experiment was divided into 8 formulations that were divided in 4 groups (CONTROL, A, B and C) with different concentrations of fruit pulp and different stages of adding pulp to the wort/beer. Four formulations obtained an Acceptability Index of >70% in relation to the factors evaluated in the sensory analysis, the treatments are: C1 with 84.5% approval (12.5% of passion fruit pulp in relation to the final volume, added at maturation); A2 with 74.3% approval (6.25% of cajá-umbu pulp in relation to the final volume added at maturation); A1 with 72.4% (6.25% of cajá-umbu pulp in relation to the final volume, added pre-fermentation); and finally CONTROL with 70.8% (No pulp added). The samples obtained different colors and ph according to the variations of concentration and addition step. The tests showed good results, and the beer is viable for production and has great commercial potential.

Keywords: Nano brewery. Weissbier. Cajá-umbu. Siriguela. Passion fruit. Craft beer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escala de cores EBC e SEM	12
Figura 2 – Gráfico do total de cervejarias por ano, até o ano de 2018 no Brasil	17
Figura 3 – Reação bioquímica da produção de álcool	23
Figura 4 – Mapeamento genômico de leveduras utilizadas industrialmente	25
Figura 5 – Cajá-umbu (<i>Spondias bahiensis</i>). Com seu formato ovóide e casca amarelada	28
Figura 6 – Siriguela (<i>Spondias purpurea L.</i>)	29
Figura 7 – Maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	31
Figura 8 – Etapas do processo de produção	35
Figura 9 – Caldeirão de 18 litros utilizado no experimento. A - Inserção do Malte. B - Medição com 30 minutos do processo de mosturação. C - Medição com 45 minutos	37
Figura 10 – Teste do amido com a utilização de Iodo. 1 - Iodo 2%. 2 - Chá de malte. 3 - Iodo + Malte. Na imagem podemos ver uma boa conversão de amido	39
Figura 11 – Fermentadores no início da fermentação. 11.1 - fermentador de 18 L, onde foi armazenado 16,5 litros. 11.2 - fermentadores de 5 L, onde foram feitos os tratamentos que as polpas eram inseridas inseridas no início da fermentação e o controle. 11.3 - temperatura da geladeira adaptada para esse tipo de processo, mostrando uma temperatura de 23,3 °C	40
Figura 12 – QR CODE utilizado na análise sensorial	44
Figura 13 – Mostra um gráfico pizza sobre o conhecimento de marcas de cerveja/cervejarias cearenses	48
Figura 14 – Área indicada pelo círculo vermelha revela em que bairro estão localizadas as cervejarias de Fortaleza	49
Figura 15 – Mostra um gráfico pizza do consumo de cerveja pré-pandemia	49
Figura 16 – Preferência em Relação ao Consumo Industrializadas x Artesanais	50
Figura 17 – Avaliação do quesito intenção de compra formulação B1	52

Figura 18 – Índice de Aceitabilidade (%) 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do lúpulo comercial	22
Tabela 2 – Ingredientes	36
Tabela 3 – Parâmetros do aplicativo <i>Beer Smith</i> para a cerveja produzida	37
Tabela 4 – Tabela dos grupos A, B e C, onde foram utilizadas polpas de cajá-umbu, siriguela, maracujá e controle	42
Tabela 5 – Análises de pH, teor alcoólico e coloração em escala EBC de cervejas artesanais de cajá-umbu, siriguela e maracujá	46
Tabela 6 – Médias das notas em relação a cada tratamento e quesito de avaliação	51
Tabela 7 – Índice de Aceitabilidade. O índice de aceitabilidade foi calculado de acordo com a equação representada nos materiais e métodos	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Histórico da Produção Cervejeira	11
1.2	Classificação das Cervejas	12
1.2.1	<i>Weissbier</i>	15
1.2.2	<i>Softwares Cervejeiros</i>	16
2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	17
2.2	Mercado e Produção no Ceará	17
2.3	Perspectivas	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1	A Química da Cerveja	20
3.1.1	<i>Água</i>	20
3.1.2	<i>Malte</i>	20
3.1.3	<i>Lúpulo</i>	21
3.1.4	<i>Leveduras</i>	22
3.1.4.1	<i>Kveik</i>	25
3.2	Gênero <i>Spondias</i>	26
3.2.1	<i>Cajá-Umbu (Spondias bahiensis x Spondias spp.)</i>	27
3.2.2	<i>Siriguela (Spondias purpurea L.)</i>	29
3.3	<i>Maracujá (Passiflora edulis)</i>	30
3.4	Produção de Cerveja Artesanal Frutada	32
3.5	Reaproveitamento do Malte	33
4	OBJETIVOS	34
4.1	Objetivos Gerais e Específicos	34
5	METODOLOGIA	35
5.1	Etapas da produção	35
5.1.1	<i>Checagem de parâmetros</i>	36
5.1.1.1	<i>Checagem da água</i>	36
5.1.1.2	<i>Pesagem dos ingredientes</i>	36
5.1.1.3	<i>Software BeerSmith</i>	36
5.1.2	<i>Mosturação</i>	37
5.1.3	<i>Teste do Iodo</i>	38

5.1.4	<i>Fervura</i>	39
5.1.5	<i>Resfriamento</i>	39
5.1.6	<i>Fermentação</i>	40
5.1.7	<i>Maturação e Carbonatação</i>	41
5.2	Delineamento Experimental	41
5.3	Análises físico-químicas	42
5.4	Levantamento do Mercado Cearense em Relação a Cervejas Artesanais ...	43
5.5	Análise sensorial	43
5.5.1	<i>Índice de aceitabilidade</i>	45
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
6.1	Análises físico-químicas	46
6.2	Levantamento Social do Consumo de Cerveja Artesanal	47
6.3	Análise sensorial	51
6.4	Índice de aceitabilidade	52
7	CONCLUSÃO	54
8	REFERÊNCIAS	55
9	APÊNDICE	60

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico da Produção Cervejeira

Nos primeiros dias, a palavra cerveja englobava toda bebida fermentada proveniente de algum grão, e cada região preparava a bebida de maneira diferente. Na África, todas as tribos têm sua bebida alcoólica tradicional, feita com o cereal predominante na região. Na América do Sul, os índios da Amazônia usavam a mandioca, e os incas, o milho - que ainda hoje é usado no preparo da chicha boliviana. Japoneses, chineses e russos fermentavam bebidas de arroz, trigo e centeio, respectivamente. No resto da Ásia, o sorgo (uma planta também conhecida como milho-zaburra) era o preferido (SUPERINTERESSANTE, 2016). Em outros estudos teoriza-se que o processo de fabricação da cerveja, tenha sido descoberto de forma aleatória. Como o pão e a cerveja contém os mesmos ingredientes, além de serem produtos que tem uma ligação histórica e em determinada época da evolução das civilizações faziam parte da alimentação e da cultura de vários povos, os produtos podem ter surgido na mesma época e mesmo um pode ter ajudado a criar o outro por terem um processo de fabricação parecido (SILVA et al, 2016).

Em pesquisas arqueológicas, foram encontrados documentos antigos em cidades construídas em 6000 a.C., neles foram achadas representações que remetem a cerveja como moeda de troca. Para corroborar essa teoria, escavações arqueológicas do século XIX encontraram resquícios de cevada em vasos localizados no interior de tumbas de faraós, esse fato leva algumas pessoas a acreditarem que a cerveja tenha se originado no Oriente Médio ou no Egito. Bedrich Hrozny, arqueólogo linguista, decifrou algumas tábua que comprovaram a existência de uma bebida baseada em cereais, que era consumida na região dos Tigres e Eufrates e era utilizada como remédio, salário e oferenda aos deuses (MORADO, 2011).

Dentre os povos que ocuparam a Europa durante o Império Romano, os de origem germânica destacaram-se na fabricação de cerveja. Na Idade Média, século XIII, os cervejeiros germânicos foram os primeiros a empregar o lúpulo na cerveja, conferindo as características clássicas da bebida atual (CARDOSO, 2020).

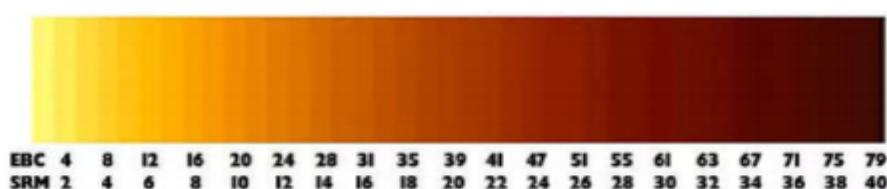
Já no Brasil, foi a vinda da colonização holandesa para o país, pela Companhia das Índias Ocidentais, no século XVI, a responsável por trazer a cerveja para terras tupiniquins (SANTOS, 2004). Após a expulsão dos holandeses em 1664, a cerveja só voltaria ao Brasil com a vinda da família real portuguesa, que é quando a cerveja só foi introduzida no mercado brasileiro. A partir daí, se iniciaram as primeiras produções artesanais de cerveja

(MORADO, 2009). Mas a produção comercial aqui no país só se iniciou em 1885, no bairro de Água Branca da cidade de São Paulo, onde foi originada a Companhia Antártica Paulista. Já no ano de 1888 a ‘Manufatura de Cerveja Brahma Villiger e Cial’, foi fundada na cidade do Rio de Janeiro, pelo suíço Joseph Villiger. No dia 02 de julho de 1999, quase cem anos depois, essas duas cervejeiras se juntaram criando assim a Companhia de Bebidas das Américas, Compañía de Bebidas de Las Américas ou American Beverage Company (Ambev). Se tornando a primeira multinacional brasileira, a Ambev é primeira maior fabricante de cervejas no mercado brasileiro de capital aberto, sediada em São Paulo, mas com atuações em todo o Brasil e no continente. No total, operando em 19 países das Américas (Argentina, Brasil, Bolívia, Barbados, Canadá, Chile, Colômbia, Cuba, El Salvador, Equador, Guatemala, Nicarágua, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai, Dominica, Antigua e St. Vincent) (AMBEV, 2017).

1.2 Classificação das Cervejas

A cerveja é uma bebida obtida através da fermentação alcóolica advindo de quatro elementos principais: malte, lúpulo, água e levedura. Pode se contar ainda com a adição de adjuntos, que funcionaria como um quinto elemento da cerveja, com o intuito de adicionar sabores a bebida. A cerveja pode ser classificada quanto ao extrato primitivo, cor, teor alcóolico, tipo de malte ou fermentação. Fazendo a classificação por cor, temos que a classificação ocorre de acordo com a escala EBC (*European Brewing Convention*) e SRM (*Standart Reference Method*), como podemos ver na figura 1.

Figura 1 - Escala de cores EBC e SEM



Fonte: Foamology (2014).

Segundo Briggs et al. (2004), a cerveja pode ser classificada e diferenciada através de inúmeros parâmetros: a partir da combinação das matérias primas, a partir do método utilizado na produção da bebida, o tipo de fermentação utilizado, o tipo de acondicionamento

do produto e ainda conforme suas características sensoriais de aparência, aroma e sabor. Na legislação brasileira as classificações indicadas para as cervejas podem ser feitas conforme o seu teor de extrato primitivo (ou original), sua cor, teor alcoólico, quanto à proporção de malte de cevada e quanto à fermentação. O Decreto 6.871 de 04 de junho de 2009, em seu artigo 38 classifica as cervejas:

Art. 38. As cervejas são classificadas: I - quanto ao extrato primitivo, em: a) cerveja leve, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a cinco por cento em peso e menor que dez e meio por cento em peso, podendo denominar-se cerveja light a cerveja leve que compra também, cumulativamente, os requisitos constantes dos itens 1 e 2, seguintes: 1. redução de vinte e cinco por cento do conteúdo de nutrientes ou do valor energético com relação a uma cerveja similar do mesmo fabricante (mesma marca comercial), ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região; e 2. valor energético da cerveja pronta para o consumo deve ser no máximo de trinta e cinco quilocalorias por cem mililitros; b) cerveja ou cerveja comum, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a dez e meio por cento em peso e menor que doze por cento em peso; c) cerveja extra, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a doze por cento em peso e menor ou igual a quatorze por cento em peso; ou d) cerveja forte, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior que quatorze por cento em peso; II - quanto à cor, em: a) cerveja clara, a que tiver cor correspondente a menos de vinte unidades EBC (*European Brewery Convention*); b) cerveja escura, a que tiver cor correspondente a vinte ou mais unidades EBC (*European Brewery Convention*); ou c) cerveja colorida, a que, pela ação de corantes naturais, apresentar coloração diferente das definidas no padrão EBC (*European Brewery Convention*); III - quanto ao teor alcoólico, em: a) cerveja sem álcool, quando seu conteúdo em álcool for menor ou igual a meio por cento em volume, não sendo obrigatoria a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico; ou b) cerveja com álcool, quando seu conteúdo em álcool for superior a meio por cento em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume; IV - quanto à proporção de malte de cevada, em: a) cerveja de puro malte, aquela que possuir cem por cento de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares; b) cerveja, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a cinquenta e cinco por cento em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares; ou c) "cerveja de ...", seguida do nome do vegetal predominante, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que vinte por cento e menor que cinquenta e cinco por cento, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares; V - quanto à fermentação, em: a) de baixa fermentação; ou b) de alta fermentação.

Não existe um consenso quantitativo dos tipos de cervejas existentes no mundo, estima-se que existam mais de cem tipos de cervejas que se diferenciam: em relação aos materiais empregados e/ou mudanças no seu processo de fabricação, mas diversas cervejarias, micro cervejarias e cervejeiros caseiros brasileiros seguem a classificação sugerida pelas diretrizes de estilo para cervejas do *Beer Judge Certification Program Inc. – BJCP*.

A classificação das cervejas no Brasil está relacionada com os parâmetros e variações utilizadas na fermentação alcoólica, por exemplo:

- **Tipo Lager:** São as cervejas mais consumidas no mundo, responsáveis por mais de

99% das vendas de cerveja do Brasil. Originárias da Europa Central no século XIV, compõem as cervejas de baixa fermentação (fermentação a frio de 5 a 10 °C), com teor alcoólico geralmente entre 4 e 5%. Os subtipos principais de Lager são: Pilsener (pilsen ou pils) – esse tipo de cerveja surgiu em Pils, região da Boêmia da República Tcheca, em 1842, sendo a mais conhecida e consumida no mundo. Tem sabor delicado e leve (por conta do emprego do arroz e do milho como adjuntos do malte e de água com baixo teor de sais dissolvidos), é clara (o malte não é torrado e não se empregam aditivos como o caramelo) e de teor alcoólico que varia de 3 a 5%. No Brasil, o consumo da pilsener – a que mais se adequa ao nosso clima – chega a 98% do total; Bock: Essa cerveja é bastante aceita mundialmente por apresentar um sabor mais forte e encorpado (menos adjuntos são empregados), geralmente de cor escura por usar malte torrado e caramelado. É originária da cidade de Einbeck, na Alemanha. Apresenta teor alcoólico mais elevado frente à Pilsener, com cerca de 4 a 6% (JORGE, 2004); Malzbier: Cerveja escura e doce, de graduação alcoólica na faixa de 3 a 4,5%, é famosa no Brasil. Na Alemanha, país de origem, é hoje tratada como bebida energética. Após a filtração, são adicionados caramelo e xarope de açúcar, daí a coloração escura e o sabor adocicado;

- **Tipo Ale:** O que a difere das Lager diz respeito ao tipo de fermentação, que é feita em temperatura mais alta, geralmente entre 12 e 15 °C. É um processo fermentativo antigo, a cerveja do tipo Ale foi a única disponível até meados do século XIX, quando foi desenvolvida a fermentação a baixa temperatura. Diante à fermentação a quente, o sabor das cervejas Ale são incomparavelmente mais perceptíveis (encorpadas). Os subtipos de Ale são: a) Stout: Originária da Irlanda, ela é feita com cevada torrada (maltes escuros), o que explica sua cor escura e possui um sabor que associa o amargo do lúpulo ao adocicado do malte. É elaborada com extrato primitivo de 15% e seus teores de etanol (4 a 6%) e extrato são elevados; b) Porter: é uma cerveja mais suave que a Stout, pois normalmente contém 1 a 2% a menos de etanol; c) Weissbier (cerveja de trigo): Produzida principalmente pelas grandes cervejarias alemãs, feita à base de trigo, mas pode conter milho e até frutas. É característica do sul da Alemanha (Baviera). Cervejas claras, bastante refrescantes e de graduação alcoólica na faixa de 5 a 6%, são opacas porque normalmente não são filtradas após a fermentação e a maturação, em geral, apresentam uma espuma densa e persistente (DE KEUKELERIE, 2000).

1.2.1 *Weissbier*

A Weissbier é uma cerveja de alta fermentação que utiliza o trigo como substrato para a fermentação. O estilo nasceu na Bélgica há mais de 400 anos sendo bastante tradicional no país. Uma cerveja com característica refrescante e condimentada sendo sua clássica referência à cerveja “Hoegaarden” (STRONG, 2015).

O guia de estilos de cervejas da *Brewers Association* – BA, elaborado por Papazian (2016) possui objetivos muito similares ao BJCP, no entanto as informações fornecidas são mais abrangentes e diretas, não há disponível a versão deste guia na língua portuguesa. As cervejas tipo Weissbier têm como principal característica apresentar um sabor banana, devido ao uso do trigo, tornando as cervejas refrescantes e muito populares em vários países, apesar do trigo ser um ingrediente exclusivo para fazer pão e por serem proibidos por lei da Pureza Alemã. O trigo maltado costumava fazer este estilo fermentar por não ter enzimas suficientes para transformar amido em açúcar é combinado com o malte de cevada para poder atingir a fermentação completa.

Coloração dessas cervejas variam de marrom palha a quase branca. E eles têm um cheiro característico de cravo e banana devido ao acetato de isoamila presente no trigo (GONZÁLEZ, 2017).

1.2.2 *Softwares Cervejeiros*

Muitos softwares podem ser utilizados na indústria de cerveja, e são sistemas de apoio à produção de cerveja. O sistemas podem reunir informações que orientam os processos de produção e é alimentado com os dados que o cervejeiro vai adicionando. Os cálculos de diferentes parâmetros, como cor, IBU, ABV etc., são feitos em tempo real e o cervejeiro consegue ter estimativas sobre o amargor, a densidade e o teor alcoólico de sua receita. A quantidade de leveduras necessárias também pode ser obtida por meio do software. No dia da brassagem, o cervejeiro pode contar com o software para ter instruções sobre a sua receita. Depois de finalizado todo processo, o sistema entrega um inventário do estoque. As informações ajudarão no cálculo do custo da produção e de tudo que foi usado.

Esses softwares já são utilizados amplamente em diversas grandes cervejarias, mas também em micro e nanocervejarias. O mais usado para cervejarias de pequeno porte, que

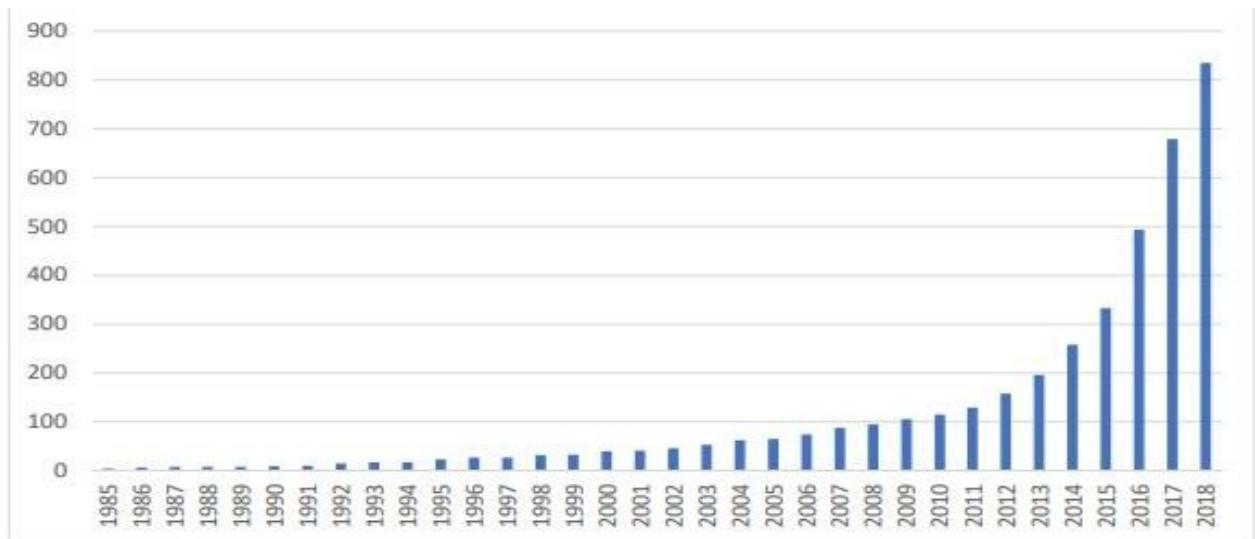
contam com um espaço pequeno e sem muitos aparatos encontrados apenas em grandes produtores, é o BeerSmith que fornece diversas informações além de dicas para quem está iniciando a produção.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

2.1 O mercado da cerveja

Com cerca de 14 bilhões de litros produzidos por ano, o Brasil é o terceiro maior mercado de cerveja do mundo, atrás apenas de China e Estados Unidos. De acordo com dados de 2019 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), de 2008 a 2018 o número de cervejarias artesanais no Brasil saltou de 70 para quase 900. Juntas, elas faturam cerca de 2,4 bilhões de reais. São consideradas artesanais as cervejarias independentes ou microcervejarias/nanocervejarias, que não estão ligadas a grandes grupos. A Figura 2 mostra a tendência de expansão até o ano de 2018:

Figura 2 - Gráfico do total de cervejarias por ano, até o ano de 2018 no Brasil



Fonte: Mapa (2019).

Recentemente, um estudo da MINTEL (Instituição de Pesquisas de Mercados e Negócios) divulgou que o Brasil é o segundo mercado de cervejas mais inovador do mundo, ficando apenas atrás dos EUA. A Califórnia concentra a maior quantidade de cervejarias artesanais dos Estados Unidos, a região da cidade de San Diego possui mais de 200 cervejarias artesanais que, juntas, consomem mais lúpulo do que o Brasil inteiro. Uma grande diferença entre os números, porém o Brasil está em constante expansão no seu mercado de cerveja artesanal e estamos próximos a 1.000 cervejarias em todo Brasil como foi dito anteriormente. Os números também mostram que 15% de toda a cerveja consumida nos Estados Unidos é cerveja artesanal, enquanto no Brasil chega a apenas 1% do volume de

mercado (NETO, 2019).

Segundo pesquisas feitas pela Abracerva, foi sugerido que o aumento do interesse dos brasileiros pelas cervejas artesanais é que, hoje, os consumidores estão procurando se informar melhor sobre o produto consumido, buscando algo de melhor qualidade e menos industrializados. “Vemos o movimento das pessoas em optar por ingredientes locais em detrimento de grandes produtores acontecendo com diversos produtos além da cerveja, como café e queijo. É uma mudança no comportamento de consumo”, diz Carlo Lapolli, presidente da Associação Brasileira de Cerveja Artesanal (Abracerva).

Já no âmbito mundial, o tamanho do mercado global de cervejas artesanais foi avaliado em 108.912 milhões de dólares em 2018 e deve chegar a 186.590 milhões de dólares em 2025, registrando um CAGR de 8,0 de 2018 a 2025. Nos últimos anos, houve um aumento na demanda por várias cervejas tradicionais, que também incluem cerveja artesanal. A cerveja artesanal é um dos principais tipos de cerveja processada com um procedimento tradicional ou não mecanizado por pequenas cervejarias (DESHMUK, 2019).

2.2 Mercado e Produção no Ceará

O consumo de cerveja no estado é 26% maior que a média nacional. É o que aponta levantamento da Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil). Porém o mercado de cerveja artesanal ainda é pequeno comparado ao sudeste e sul do país. Em uma entrevista dada ao Diário do Nordeste em 2018, o presidente da Abracerva relata:

“...não é fácil desenvolver uma cervejaria no Ceará, como no Brasil, porque a nossa legislação, tanto municipal como estadual, ainda não contempla de forma específica o micro produtor de cerveja artesanal. Em outros estados, principalmente no Sul e Sudeste, isso está bem mais avançado. Existem legislações específicas que estimulam e protegem o pequeno produtor, porque isso é toda uma cadeia de geração de empregos, de serviços e estímulo ao turismo.”

Entretanto, a cerveja artesanal vem ganhando mais espaço nas prateleiras dos supermercados e lojas especializadas de bebidas na capital cearense. Não tendo relação com o tamanho do lugar ou marca, ela é caracterizada pela sua produção quase que caseira, e os produtores se atentam a cada um dos detalhes (DIÁRIO DO NORDESTE, 2019).

2.3 Perspectivas

Apesar do Brasil ainda não ser autossuficiente para produzir a matéria-prima necessária para a produção de cervejas em micro e nanocervejarias na região nordeste,

pesquisas estão sendo feitas a fim de desenvolver novas tecnologias, ou mesmo tecnologias mais baratas, principalmente, tecnologias que valorizam/reaproveitam os produtos regionais e seus resíduos. Mesmo não sendo autossuficiente, o país já iniciou o cultivo de lúpulo na região Sudeste, gerando uma expectativa e visando um novo mercado para o setor agrícola brasileiro. Diante disto, o mercado de cervejas artesanais cresce em todo país, isso impulsiona, principalmente, a região Nordeste a inovar e criar cervejas artesanais com produtos da região.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Química da Cerveja

Para produzir uma cerveja/chopp de boa qualidade, saborosa, e atraente a vista dos compradores, a escolha da matéria-prima é de extrema importância. São quatro os principais elementos que influenciam: na excelência do produto, na cor, flavour e sabor. De acordo com De Keukelerie (2000), a cerveja é uma bebida elaborada com água, malte, lúpulo e fermento (levedura) e atualmente, adjuntos.

3.1.1 Água

A água representa grande parte da composição da cerveja, corresponde à 93% da formulação, sendo o ingrediente principal. Deve ser inócuia, livre de contaminações e dura (com alto teor de cálcio e magnésio) para servir de nutriente para as leveduras fermentativas. O cálcio presente na água também atuará na açucaração da cerveja. A água deve ser também clorada, sem presença de ferro. O pH deve ser ajustado para 5,2~5,5. Este ajuste é importante para duas finalidades: 1) para potencializar o efeito do cloro (que deve estar entre 0,1 a 0,2 ppm de cloro livre, pois acima deste valor há formação de cloranfenicol na cerveja) e 2) pelo efeito da ação enzimática, pois as α e β amilases e as proteases presentes nos grãos só atuam em pH baixo. As análises microbiológicas de controle que são realizadas na água cervejeira, a fim de se evitar contaminações no produto são: Coliformes totais e fecais, bolores e outras leveduras (DRAGONE et al., 2007).

A água deve ser livre de turbidez. A turbidez é produzida por pequenas partículas em suspensão, que podem ser de natureza orgânica ou inorgânica. Têm-se como exemplos: terra, argila, areia e outros minerais. Podem servir com fonte de alimentação de micro-organismos e interferir no processo de desinfecção. Essas partículas são removidas por um processo de separação sólido-líquido chamado filtração (ARAÚJO, 2003).

3.1.2 Malte

A função do malte é de extrema importância para o processo, ele quem irá, além de fornecer armas e sabores característicos para a cerveja, possibilitar que o sistema biológico do processo aconteça, com a fermentação alcoólica. Para a obtenção do malte, a cevada passa por

um processamento chamado malteação. Ocorrendo da seguinte forma, a cevada é submetida a ambientes controlados onde acontece a germinação das sementes até certo, a germinação é interrompida quando a plântula atinge certa altura, geralmente esse processo dura em torno de quatro dias que é quando as algumas enzimas são ativadas, necessárias para o processo de produção da cerveja, dentre as enzimas mais importantes estão: carboxipeptidase, betaglucano solubilase, endopeptidase e alfa-amilase. Quando a produção de enzimas e as modificações no endosperma atingem seu nível ótimo, a atividade biológica deve ser interrompida através da secagem. O malte “verde”, que possui cerca de 45% de umidade deve ser seco de modo a preservar seu sistema enzimático, essa secagem pode ocorrer em tambores de secagem ou estufas (LIMA, 2019).

3.1.3 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma trepadeira perene originária de climas temperados. Na fabricação da cerveja são usadas apenas as flores fêmeas. Suas resinas e óleos essenciais conferem à bebida o sabor amargo e o aroma característico. O lúpulo é considerado o “tempero da cerveja” e um dos mais significativos componentes na produção de cerveja, que os mestres cervejeiros dispõem para diferenciar seus produtos, sendo a quantidade e o tipo do mesmo um parâmetro dificilmente revelado. No Brasil recentemente se iniciou o cultivo de lúpulo no Sul, onde as condições climáticas são adequadas à produção de lúpulo. Por apenas ter iniciado recentemente, todo o suprimento nacional é importado da Europa e Estados Unidos. A forma mais comum de utilização do lúpulo é em pellets, pequenas pelotas de flores prensadas. Assim, é possível reduzir o volume de lúpulo a transportar e, ao mesmo tempo, manter suas características originais. Mas, nada impede que a flor seja adicionada à cerveja na sua forma original, conforme colhida na lavoura (FARIA, 2008). Com pequenas variações, a composição do lúpulo comercial é dada na Tabela 1. A estabilidade do lúpulo depende de sua variedade, da forma de utilização e das condições de estocagem. O chamado aroma de queijo é associado à estocagem inadequada ou prazo de validade vencido do lúpulo (DRAGONE et al., 2007) e decorre de volatilização de componentes da chamada resina mole e de oxidação química ou biológica de componentes da resina dura (Figura 3).

Tabela 1 - Composição química do lúpulo comercial

Grupo	Componente	%	Fórmulas estruturais
Água	Água	6 - 12	H_2O
Fração solúvel em n-hexano ("resina mole")	Alfa-hidroxiácidos Beta-hidroxiácidos Óleos essenciais	2 - 17 1 - 10 0,5 - 2,5	$\text{R} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$ $\text{R} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ Bizzo et al., 2009
Fração insolúvel em n-hexano ("resina dura")	Polifenóis Aminoácidos Carboidratos simples Pectina Ácidos graxos e lipídeos Proteínas/carboidratos complexos Sais minerais Celulose	2 - 5 0,1 2 2 0 - 2,5 15 8 - 10 40 - 50	Kremer et al., 2009 $\text{R} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glicose) Cantieri et al., 2012 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$ ($n > 7$) (Maihara et al., 2006) Maihara et al., 2006 Vários (sais Ca, Mg, Zn etc.) Ogeda e Petri, 2010

Fonte: Dragone et al. (2007).

3.1.4 Leveduras

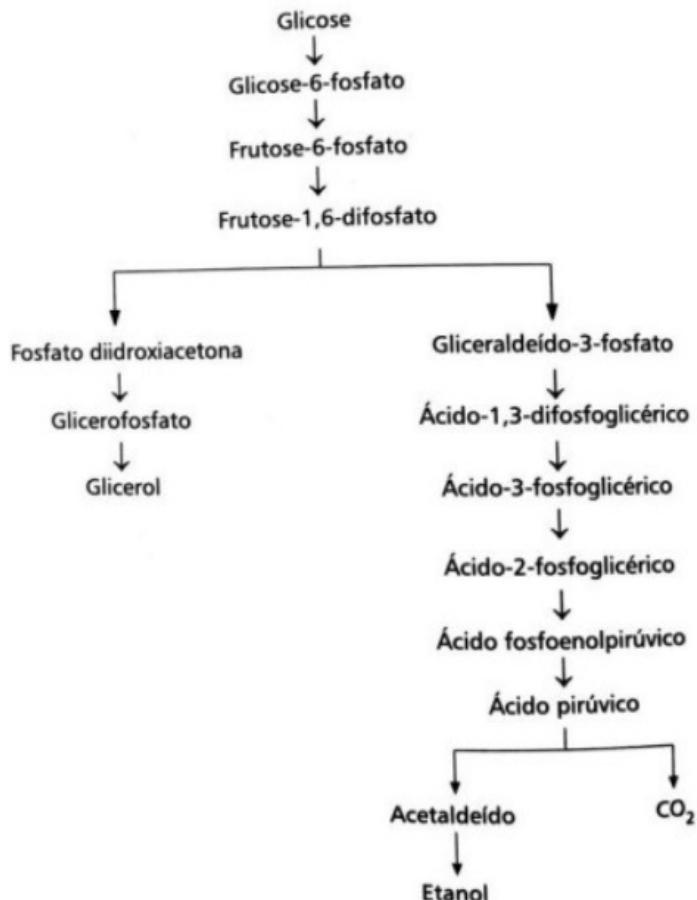
A biotecnologia se caracteriza como um conjunto de técnicas faz a utilização organismos biológicos ou apenas parte deles na criação de processos e produtos que tenha uma função econômica e/ou social. Pensando nessa definição, presuma-se que biotecnologia é um novo domínio com muitas áreas a serem descobertas, mas já existia antigamente e que possui uma relação íntima com a história da fermentação. Há relatos de que povos da antiguidade já conservavam e preparavam alimentos e bebidas através da fermentação, um exemplo típico de biotecnologia tradicional. As bebidas fermentadas representavam uma opção saudável na falta de água ou no caso de estar contaminada, a cerveja é um bom exemplo disso. Todos os povos elaboraram alguma bebida fermentada a partir dos elementos do seu entorno, sejam estes, grãos, frutas, raízes, caules ou folhas (MALAJOVICH, 2012).

A qualidade da cerveja depende da atividade de fermentação de leveduras, não se caracteriza apenas pela sua ampla capacidade de produção, mas também por sua influência no aroma da cerveja, uma vez que a maioria dos compostos aromáticos são metabolitos intermediários e subprodutos do metabolismo da levedura. A produção de cerveja é um processo tradicional, no qual *Saccharomyces* é o único componente microbiano, e qualquer desvio é considerado uma falha (CAPECE et al., 2018).

A fermentação alcoólica, processo bioquímico, que ocorre na produção de cervejas com a utilização de leveduras, consiste na degradação dos carboidratos para a produção de etanol e gás carbônico, os principais carboidratos presentes no mosto da cerveja são: a maltose e a glicose (MORADO, 2009), sendo assim, a via bioquímica utilizada nesse processo é a glicólise, conhecida também como Embden-Parnas-Meyerhoff, sequência de

reações catalisadas por enzimas, que é finalizada com a produção de etanol e CO₂, conforme ilustrado na Figura 4 (OETTERER, 2006).

Figura 3 - Reação bioquímica da produção de álcool



Fonte: Oetterer (2009).

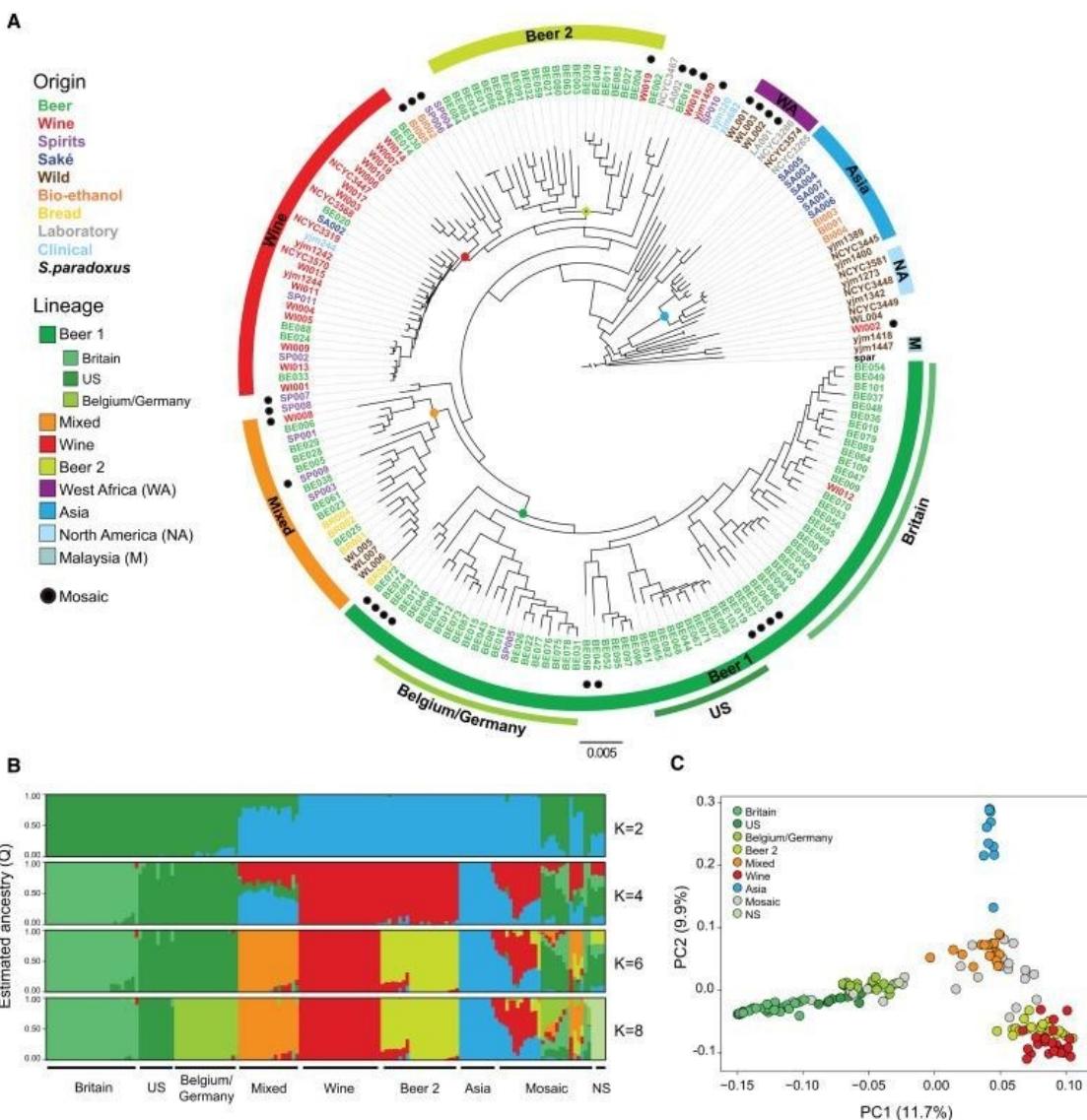
Além do etanol e do CO₂, são formados produtos secundários na fermentação, estes fornecerão as características sensoriais da cerveja, sendo os compostos mais comuns os álcoois superiores e ésteres, responsáveis pelas características frutadas de 30 alguns estilos de cervejas, além da formação de alguns compostos como enxofre, ácidos orgânicos e ésteres (KUNZE, 1999). Ao final da fermentação, a maioria dos açúcares fermentescíveis foram consumidos e transformados em álcool e gás carbônico, assim, uma cerveja inacabada é obtida, comumente chamada de “cerveja verde”, sendo necessária a realização da maturação para término da metabolização de açúcares fermentescíveis e a suavização da aparência, sabor e aroma, bem como, a formação dos compostos aromáticos que formam o flavour da bebida (BRIGGS et al., 2004).

As leveduras de cerveja são principalmente parte do gênero *Saccharomyces* e tradicionalmente podem ser divididas em dois grupos: leveduras Ale e Lager, também conhecidas como leveduras de fermentação superior e de fundo, respectivamente. Originalmente, essas cepas foram classificadas com base em suas propriedades de floculação. No final da fermentação, o fermento superior tende a subir para a superfície do mosto fermentado, enquanto o fermento inferior assenta no fundo do recipiente de fermentação (CAPECE et al., 2018). Para elucidar, as cervejas Ale são as de alta fermentação, pois fermentam em uma temperatura mais alta, que fica entre a faixa de 15 e 24 graus, e suas leveduras continuam na parte de cima do tanque. Já as cervejas Lager se comportam de forma diferente: baixa temperatura de fermentação em relação as Ale, e as suas leveduras se concentram na parte de baixo do tanque durante a fermentação. Sua temperatura de fermentação varia de 9 a 15 graus (NETO, 2019).

Gonçalvez et al. fizeram um delineamento sobre as trajetórias distintas em leveduras de cerveja e vinho, ou seja, de onde vieram ou quão distante geneticamente essas leveduras utilizadas para a fabricação de cerveja e vinho são, esses dados foram demonstrados a partir de estudos genômicos. Segundo o estudo as análises populacionais forneceram evidências de novos agrupamentos genéticos. Juntamente com as análises filogenéticas, esses resultados indicam que a maioria das cepas de cerveja de alta fermentação representa uma nova linhagem filogenética de *S. cerevisiae*. Logo, foi proposto que esse tipo de fermentação se deve a eventos de domesticação distintos e parcialmente independentes. Nesse estudo foi obtido altos níveis de heterozigozidade para as cepas de cerveja.

Recentemente, foi demonstrado que as leveduras de cerveja utilizadas atualmente foram originadas a partir de um grupo de ancestrais domesticados, com um maior clado sendo, “Beer 1”, compondo a maioria de leveduras ale da Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos, a outra clade, “Beer 2” está mais proximamente ligado a leveduras de vinho, como pode-se ver na figura abaixo (GALLONE et al., 2016).

Figura 4 - Mapeamento genômico de leveduras utilizadas industrialmente



Fonte: Gallone et al. (2016).

3.1.4.1 Kveik

Dentre esses tipos de leveduras ale, pode-se encontrar uma linhagem muito interessante para cervejeiros do mundo todo. Foram apresentadas evidências que sugerem que as leveduras kveik obtidas de cervejeiros noruegueses representam um grupo anteriormente não descoberto de leveduras de cerveja geneticamente distintas e domesticadas, e que essas leveduras têm atributos promissores na produção de cerveja (ALMEIDA et al., 2015). É hipotetizado que as leveduras sejam domesticadas, pois as cervejas produzidas usando essas leveduras são relatadas como não fenólicas (POF-) e essas leveduras são potencialmente capazes de fermentar rapidamente açúcares derivados de malte devido aos curtos tempos de

fermentação relatados. Além disso, assim como as leveduras de cerveja domésticas, as leveduras kveik são mantidas e reutilizadas por *repitching* em série (GIBSON et al., 2007).

Em vista disso, essas leveduras foram utilizadas no estudo, kveik, é uma levedura não purificada que contém multiplas linhagens de *S. cereviseae* domesticadas, e tem sido utilizada e reutilizada por gerações em fazendas tradicionais de produção de cerveja da Noruega. A levedura utilizada no estudo é a kveik. Possuindo características as diferenciam de outras leveduras ale, como: Essas leveduras produzem aromas/sabores de laranja, especialmente casca de laranja, que complementam com os aromas e sabores de lúpulos mais cítricos e resinosos; após 16 horas (normalmente), a fermentação está finalizada e há uma forte flocação da levedura, deixando a cerveja *crystal-clear*. Podendo ser armazenada seca, são altamente tolerantes a etanol e atenuativas. E, para algumas dessas características terem se desenvolvido ao longo do tempo foram necessários diversos eventos de evolução adaptativa (PREISS, 2018).

Um fato interessante é que para produtores de cerveja artesanal em climas mais quentes, como no Ceará, essas características são bem vantajosas pois não necessitam de freezers para essa etapa de fermentação, pois essas leveduras fermentam bem nessas temperaturas.

3.2 Gênero *Spondias*

Pertencendo a família *Anacardiaceae*, a característica mais marcante do gênero *Spondias* e da família da qual faz parte, é a presença condutos de resina no lenho e no córtex, com síntese frequente de resina nessas partes, embora também seja relatada essa secreção em folhas, flores e frutos (PURSEGLOVE, 1984). As principais espécies do gênero existentes são o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara); a cajazeira (*Spondias mombin* L.); a serigueleira (*Spondias purpurea* L.); a cajaraneira ou cajá-manhueira (*Spondias dulcis* Forst.); além dos híbridos naturais existentes, como: cajá-umbuzeiro, cajagueleira, umbugueleira, que são endêmicas do nordeste brasileiro. Todas as árvores são frutíferas arbóreas, e tem sua exploração na forma de extrativismo ou em pomares domésticos. Essas espécies tem uma extrema importância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste (EMBRAPA, 1998).

Apesar da importância econômica de algumas espécies no quesito produção de frutos, há carência de pesquisas visando a geração de tecnologias que permitam a exploração racional de cultivos comerciais, a começar pela seleção/melhoramento de variedades para

produção em larga escala de produtos que possuem característica desejáveis para consumo *in natura* e para indústria (EMBRAPA, 2011).

Para Lederman et al. (2008), embora ainda não sejam domesticadas e nem possuam variedades tipicamente comerciais, o umbuzeiro, a cirigueira e a cajazeira são as que apresentam maior potencial econômico. Os frutos das *Spondias* constituem-se na principal matéria-prima para a fabricação de doces, sucos, geleias, polpas congeladas, picolés, sorvetes, produtos em conserva e licores. Na região sertaneja do semiárido é comum a umbuzada, feita com frutos de umbu, água, leite (leite condensado opcional) e açúcar. Além disso, suas folhas servem para a alimentação animal, além disso, no caso da cajazeira, o extrato das folhas e ramos contém taninos com propriedades medicinais, sendo usados para o controle de vírus causadoras de diferentes formas de herpes, além de possuir ação fungistática (MOREIRA et al., 2002) e os xilopódios do umbuzeiro são utilizados na fabricação de picles em conserva. Produtos de cajá e umbu-cajá em pó também vêm sendo estudados e apresentam boa qualidade (ANSELMO et al., 2006; SILVA et al., 2005).

O gênero *Spondias* é riquíssimo e que representa todo um povo e cultura, e mais estudos com esse gênero, seja melhoramento de variedades vegetais, produção de alimentos industrializados advindos dessas frutas, é de grande importância que continuemos a ficar atentos ao que é da região e direcionar novos grandes mercados para o nordeste.

3.2.1 Cajá-Umbu (*Spondias bahiensis* x *Spondias spp.*)

De acordo com Silva et al. (2012), os frutos de cajá-umbu são muito apreciados como alimento nas suas regiões de ocorrência. Em relação as características físicas do fruto temos que eles possuem formato obovoide a piriforme e de cor amarelo muito viva e bonita quando maduros. Existem tipos de polpa mais ácida e tipos com baixa acidez e alto teor de açúcar, sendo estes últimos adequados para o consumo *in natura* ou processados para a produção de polpa e suco. As frutas dessa espécie muitas vezes são confundidas com o cajá (*Spondias mombin*), pelo fato de ter sabor, aroma e cor bem parecidos, muitas vezes o comércio comete o erro de trocar os nomes, ou mesmo fazer a mistura das duas e vender como só uma espécie.

Após ser transformada em polpa e ser congelada, esse extrato pode ter diversas utilizações, se transformando produtos como sucos, bebidas lácteas, licores, sorvetes e geleias. Das folhas da árvore podem ser obtidos extratos com potencial antimicrobiano (SILVA et al., 2012).

Figura 5 – Cajá-umbu (*Spondias bahiensis*). Com seu formato ovóide e casca amarelada



Fonte: SiBBr (2020).

Segundo a Embrapa (2017), ainda não foi possível estimar devidamente a capacidade produtiva de frutos da espécie, uma vez que não existem pomares comerciais estabelecidos, mas sabe-se que algumas plantas conseguem produzir cerca de 300 kg de frutos por safra. Por ser uma espécie rústica, os principais tratos culturais recomendados são aqueles empregados para várias outras espécies lenhosas frutíferas, além disso há conhecimento de várias outras subespécies de cajá-umbu que ainda não puderam ser devidamente exploradas ou mesmo estudadas a fundo.

Por produzir frutos de alta qualidade tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento de polpa e outros produtos derivados, o umbu-cajá apresenta reais chances de atingir rapidamente o mercado interno brasileiro de frutas frescas e, principalmente, frutas processadas para a produção de polpa congelada. A planta é rústica, versátil e muito resistente às condições extremas do semiárido e de grande importância potencial para a Região Nordeste do Brasil. Recomenda-se o estímulo de agências financiadoras às pesquisas com esta espécie desde a coleta, seleção, propagação, nutrição mineral e adubação, poda, pós-colheita e processamento dos frutos.

3.2.2 Siriguela (*Spondias purpurea L.*)

A sirigueleira (*Spondias purpurea L.*), da família *Anacardiaceae* é originária da América Tropical, está distribuída desde o México até o norte do Peru e do Brasil, apresentando-se endêmica em regiões com clima semiárido (TEXEIRA et al., 2007).

A seriguela é conhecida também como ameixa-da-espanha, cajá vermelho, ciroela, jocote, ciruela mexicana, essa espécie apresenta variações de cor vermelho, amarelado e sabor ácido a doce, com fruto tipo carnoso contendo apenas uma semente, sendo classificada como uma fruta rica em compostos fitoquímicos, apresentando um teor elevado de antioxidantes, compostos fenólicos e carotenoides, podendo ser combinado com diversos outros ingredientes (ENGELS et al., 2012). A frutificação inicia no final da primavera e a colheita se estende por todo o verão. O fruto é uma drupa de casca fina, brilhante e cor alaranjada a vermelha. Sua polpa é amarela, aromática, ácida, doce e suculenta, com uma semente grande, do tamanho de uma azeitona. Os frutos são também atrativos para a fauna silvestre (Figura 6).

Figura 6 - Siriguela (*Spondias purpurea L.*)



Fonte: Berti (2013).

Devido sua excelente qualidade organoléptica, a siriguela é muito consumida na região Nordeste, dada pelo contínuo aumento do consumo do fruto *in natura* ou processado na forma de diversos produtos, normalmente disponibilizados no mercado, o que tem proporcionado crescente interesse para seu cultivo comercial e estudos relacionados a espécies, subespécies e novas variedades. A seriguela era uma cultura local e incipiente no nordeste que foi se

desenvolvendo e se dispersando com a popularização dos frutos do Norte e Nordeste por todo o Brasil. Por ser uma arvoreta rústica, resistente à estiagem e frutífera é crescente também sua utilização no paisagismo urbano. Assim já é possível ver com certa frequência a seriguela em jardins do Distrito Federal, Sudeste, Centro-oeste, Norte e Nordeste do Brasil. Os frutos da seriguela são versáteis e muito utilizados na gastronomia brasileira, onde podem ser consumidos *in natura*, como tira gosto de cachaças, em sorvetes, licores, doces, vinhos, sucos e na confecção de pratos salgados também.

Em estudos recentes de Souza 2017, observou-se dos resultados experimentais que o processo fermentativo produziu bebidas fermentadas com teor alcoólico, aroma e coloração adequada para geração de produtos com grande potencial de comercialização. Das análises computacionais dos dados experimentais verifica-se ainda uma grande capacidade do processo de modelagem de em auxiliar na otimização desses processos, tanto em processos contínuos como em batelada ou batelada alimentada. Devido ao baixo custo energético desses processos, os produtos obtidos podem servir como base para patentes de processos bem como para projetos de extensão que visem o desenvolvimento de novos produtos e agregação de valor a frutas coletadas por comunidades nordestinas, auxiliando assim, na geração de renda e no desenvolvimento de cooperativas comunitárias especializadas nesse tipo de bebidas fermentadas com frutas típicas da região.

3.3 Maracujá (*Passiflora edulis*)

O gênero *Passiflora* possui um grande número de espécies, mais de 400, sendo cerca de 120 nativas do Brasil (BERNACCI, 2003). Entretanto, os cultivos voltados para o comércio do Brasil baseiam-se numa única espécie, o maracujá-amarelo ou azedo (*Passiflora edulis*), que representa mais de 95% dos pomares, devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento em suco (MELETTI; BRÜCKNER, 2001). Maracujá (Figura 7), nome popular dado a várias espécies do gênero *Passiflora* (o maior da família *Passifloraceae*). As espécies de maior interesse comercial no país são *Passiflora edulis Sims*, *Passiflora cincinnata Mast.* *Passiflora setacea DC.*, *Passiflora alata Curtis* (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016). Esse maracujá, que é o mais consumido na forma de sucos e polpas, foi considerado uma fruta de pomar doméstico durante muitos anos, em razão de suas propriedades medicinais. A cultura do maracujá vem ocupando um lugar de destaque na fruticultura tropical, um segmento que se expandiu como um todo nos últimos 30 anos. Seu valor comercial foi descoberto bem mais tarde, no final da década de 60, quando os primeiros

pomares paulistas foram instalados.

...historicamente, trata-se de um curto período de produção, representado por apenas 40 anos, bastante significativo ao se considerar que o País é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, há mais de duas décadas. O maracujá-amarelo é uma fruteira tropical nativa, cujo cultivo tem evoluído muito rapidamente no País. Até o início da década de 70, o Brasil nem constava entre os principais países produtores. Por falta de demanda constante do produto, ciclos de retração e expansão da área cultivada alternavam-se. A cultura adquiriu expressão econômica a partir de 1986, quando a ampliação significativa na área cultivada e na produção conduziu à profissionalização da atividade (RIZZI et al., 1998).

O Brasil é o principal país produtor e consumidor de maracujá-amarelo. A produção brasileira, no ano de 2014, foi em torno de 840.000 toneladas em uma área plantada de 57.300 ha. Esta produção engloba todos os estados brasileiros e o Distrito Federal, apresentando boas perspectivas para ampliação da área cultivada, citandose, nesse caso, a Bahia, o Espírito Santo, São Paulo, o Rio de Janeiro e o Sergipe (IBGE, 2014).

Figura 7 – Maracujá (*Passiflora edulis*)



Fonte: Ascom/EMBRAPA (2020).

Por seu aroma agradável e sabor característico, o maracujá é muito valorizado pelos brasileiros e é considerada uma fruta tropical com sabor exótico no mundo. Além disso, esta fruta tem boas propriedades nutricionais e é uma boa fonte de pró-vitamina A, niacina, riboflavina e ácido ascórbico (TUPINAMBÁ et al., 2007; VERAS et al., 2000).

Métodos avançados de preservação de frutas na forma de sucos, extratos e outros produtos para aumentar a oferta e usar 33 produtos adicionais que podem ser produzidos a

partir da matéria prima. Resíduos congelados são produtos obtidos da porção comestível da fruta após serem triturados e/ou despolpados e armazenados para congelamento. Seu uso é sempre como matéria-prima de outros produtos como cervejas, suco, geleia, sorvete e doces. Devido à facilidade de manuseio e prevenção à oxidação, as polpas costumam ser vendidas em embalagens avulsas (sacolas plásticas de polietileno) ou embalagens assépticas. Além de evitar alterações nas características sensoriais do produto, a embalagem também deve atender aos requisitos de marketing, preço e disponibilidade (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002).

Várias pesquisas têm sido conduzidas mostrando o potencial do maracujá (fruto, casca e semente) para várias finalidades, e a atividade biológica mais estudada com relação aos frutos do maracujá é sua ação antioxidante. A atividade antioxidante em sucos é atribuída aos polifenóis, principalmente aos flavonoides (HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002).

3.4 Produção de Cerveja Artesanal Frutada

Houve um aumento grande de pesquisas relacionadas a indústria de cerveja artesanal, esse aumento se deu pelo fato da expansão do mercado no país. Esses trabalhos científicos relacionados a esse mercado, em sua maioria se deu por profissionais de biotecnologia e/ou engenharia de alimentos, na intenção de criar novos produtos e tecnologias, e uma das coisas interessantes sobre esse assunto é que essas pesquisas estão relacionadas a criar produtos com a “a cara do Brasil”, utilizando por exemplo frutas endêmicas do Brasil como adjuntos e/ou leveduras brasileiras. A criação de diferentes estilos de cerveja com adjuntos novos pode ganhar espaço a cada dia, expandindo o mercado da região e atraindo novos públicos.

Soares et al, utilizou a fruta abricó, que apresentou na composição centesimal resultados compatíveis com os reportados na literatura, mostrando-se como uma nova possibilidade de estudos visando as frutas amazônicas, podendo agregar valor em diversos produtos assim como na cerveja e outras bebidas e alimentos. Foi possível predizer também, a contribuição significativa da presença da fruta na composição do mosto cervejeiro, por exemplo, pode ter conferido ao mosto o aumento da concentração de açucares para o processo fermentativo e para o crescimento da levedura.

Há também pesquisas envolvendo também acerola, abacaxi, maracujá, umbu. Nesses trabalhos encontramos resultados semelhantes a concentração de fruta na cerveja, além da melhor maneira de testar, além disso, foram obtidos resultados bastante conclusivos em relação a aceitação dessas cervejas frutadas pelo público. O que é excepcional, já que insere

um novo grupo de pessoas, tanto curiosos em relação ao sabor, pessoas que bebem frequentemente, ou mesmo quem não tem o costume de beber.

A produção de cervejas desse tipo insere um novo profissional na cadeia de produção, profissionais brasileiros que trabalham com a venda de frutas, de certa forma direcionando o dinheiro para o mercado nacional. Além disso, aumentar o interesse em frutas regionais para produtos industrializados gera inovação, com isso novos cultivares comerciais podem ser testados e assim aumentar o consumo de frutas do nordeste.

3.5 Reaproveitamento de Malte

O bagaço do malte descartado em uma produção de cerveja pode ser reaproveitado de diversas formas, da gastronomia à agropecuária, dando sustentabilidade à cadeia produtiva.

O bagaço de malte é o resíduo resultante do processo inicial da fabricação de cervejas. Este bagaço provém do processo de obtenção do mosto, pela fervura do malte moído e dos adjuntos, que após a filtração, resulta num resíduo que atualmente é destinado para ração animal (AQUARONE, 2001). Constituído basicamente pelas cascas da cevada malteada, é o principal subproduto da indústria cervejeira e se encontra disponível o ano todo, em grandes quantidades e a um baixo custo (MUSSATTO; DRAGONE; ROBERTO, 2006). O bagaço de malte é quantitativamente o principal subproduto do processo cervejeiro, sendo gerado de 14-20 kg a cada 100 litros de cerveja produzida. A grande produção anual de cerveja no país, em média 8,5 bilhões de litros, dá ideia da enorme quantidade deste subproduto gerada (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

O bagaço do malte tem um grande potencial de utilização, sendo eles, reaproveitamento para extração de proteínas (produção de pão), produção de biogás, produção de produtos alimentícios, produção de biopigmentos, e por fim utilização na alimentação animal.

4 OBJETIVOS

Producir cervejas artesanais frutadas de três frutas típicas do Nordeste e avaliar aceitação do público.

4.1 Objetivos Gerais e Específicos

- Estabelecer e avaliar receita de cerveja do tipo Weissbier em escala piloto;
- Entender como funciona o processo de produção em nanocervejarias;
- Avaliar aceitação do público em relação aos produtos;
- Fazer analises físico-químicas das amostras;
- Levantar dados sociais em relação a preferência e frequência de consumo (pré-pandemia) de cerveja, conhecimento sobre cervejas regionais e nordestinas.

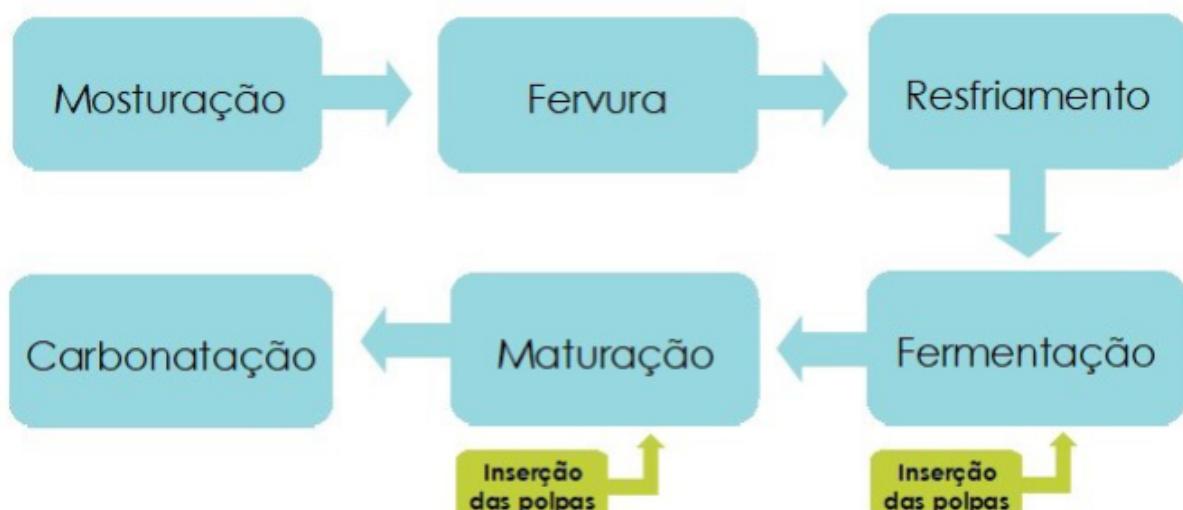
5 METODOLOGIA

O processo foi realizado na Cervejaria Brisa, localizada na Rua Ildefonso Albano - Meireles. O local em que as cervejas foram produzidas se trata de uma nanocervejaria cearense, com uma escala de produção pequena com cerca de 200 L ao mês (pré-pandemia). O trabalho tem parceria com a Universidade Federal do Ceará e o Laboratório de Biotecnologia Molecular do Grupo de Biotecnologia Molecular e Estrutural, localizado no departamento de Bioquímica e Biologia Molecular.

5.1 Etapas da produção

Em seguida se encontram as etapas de produção e materiais utilizados para produção da cerveja artesanal Brisa Tropical três sabores, do tipo Weissbier Pilsen, com três sabores: caja-umbu, siriguela e maracujá. Vale ressaltar que as primeiras etapas como obtenção dos maltes utilizados e moagem, foram realizados por uma empresa do estado do Ceará. As etapas de produção da cerveja se encontram na figura abaixo.

Figura 8 – Etapas do processo de produção



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.1.1 Checagem de parâmetros

5.1.1.1 Checagem da água

Os parâmetros a serem checados na água antes de iniciar o processo foram: cloro, pH, turbidez. A água foi passou por um filtro de carvão ativado para reduzir a quantidade de cloro. A medida do pH foi realizada com pHmetro e condizia com a embalagem de água; a turbidez é checada a olho nu.

5.1.1.2 Pesagem dos ingredientes

Os ingredientes da cerveja (malte, as leveduras e o lúpulo) foram fornecidos pela loja Lamparina Brew que funciona em Fortaleza. Na tabela a seguir encontramos as proporções utilizadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Ingredientes

Ingredientes	TOTAL
Malte de Trigo (kg)	4
Malte Pilsen (kg)	4
Lúpulo Northern Brewer (g)	100
Levedura Kveik (g)	23

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As quantidades encontradas na Tabela 2 são para a produção de um total de 32 litros, considerando que o experimento foi realizado em duas panelas com capacidade total de 18 litros.

5.1.1.3 Software BeerSmith

O software *Beer Smith* foi utilizado para fazer a predefinição da formulação da cerveja, logo tivemos a densidade original, níveis de álcool, cor, amargor. Foram encontrados os seguintes parâmetros após inserção dos dados no software (Tabela 3).

Tabela 3 - Parâmetros do aplicativo *Beer Smith* para a cerveja produzida

Densidade Original	1,051
Bitterness (IBUs)	10,1
Color (EBC)	10
ABV (%)	5,1
Nível de Carboidratos (vols)	2,3

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.1.2 Mosturação

No início do processo, tivemos a mosturação. Onde foram utilizadas duas panelas de 18 L (Figura 9) para fervura do malte, foram utilizados 40 L de água com características físico-químicas mais indicadas para a produção.

Figura 9 – Caldeirão de 18 litros utilizado no experimento. A - Inserção do Malte. B - Medição com 30 minutos do processo de mosturação. C - Medição com 45 minutos



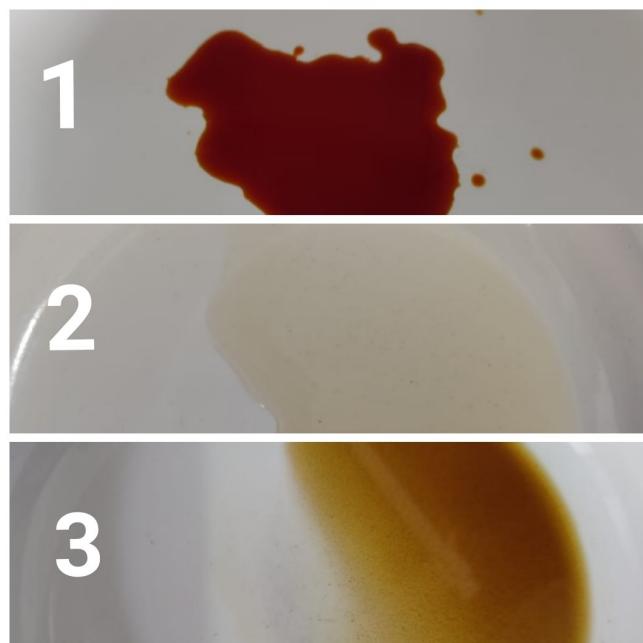
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Adicionou-se a água no caldeirão, após a fervura o malte foi inserido. Temperaturas entre 40 °C e 45 °C fazem com que os grãos de amidos se solubilizem, dando início ao processo enzimático pelas enzimas contidas no malte. A margem entre 50 °C e 55 °C marca o início da quebra de algumas proteínas do malte. Considerando que esse composto é o responsável pela espumatização da bebida final, tal rampa de temperatura possibilita a regulagem da espuma e brilho da cerveja. A média de temperaturas entre 60 °C e 72 °C, também chamada de repousos de sacarificação, marca o momento de atuação de duas enzimas, a beta e a alfa amilase, atuando cada uma de forma diferente sobre amido (62 °C para beta-amilase e 72 °C alfa-amilase) (MORADO, 2017). É fundamental averiguar a temperatura, com um medidor (Figura 9B) de 15 em 15 minutos, pois ela não pode ultrapassar 64~66°C, esse processo dura em torno de 60-70 minutos. Após 65 minutos foi feita a rampa de temperatura para 76 °C, o processo de elevação durou 30 minutos. Após chegar em 76 °C o mosto foi mantido por 15 minutos na mesma temperatura para fazer a inativação enzimática, a lavagem do malte e retirada do açúcar que fica dentro da casca.

5.1.3 Teste do Iodo

O parâmetro avaliado nessa etapa foi o teste qualitativo do iodo que foi feito após 60 minutos para verificar se a conversão do amido do malte em açúcar ocorreu satisfatoriamente (Figura 10). Para a execução do teste do iodo, foi recolhida uma amostra do mosto e com ajuda de uma pipeta de Pasteur foram pingadas quatro gotas de mosto e uma gota de lugol em uma placa de vidro. O iodo tem a propriedade de reagir com o amido, mudando de cor e ficando azul escuro. À medida que o amido se transforma em açúcar, o iodo reage cada vez menos e a reação resultante deste teste vai ficando cada vez mais alaranjada. Quanto mais alaranjada a reação, mais completa foi a conversão do amido do malte em açúcares. Podemos ver apresentado abaixo o teste qualitativo do iodo deste estudo, mostrando que a conversão de amido em açúcares foi satisfatória.

Figura 10 - Teste do amido com a utilização de Iodo. 1 - Iodo 2%. 2 - Chá de malte. 3 - Iodo + Malte. Na imagem podemos ver uma boa conversão de amido



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.1.4 Fervura

Após decorrido o tempo necessário de mosturação, o filtro foi retirado junto com ele as cascas do malte do processo anterior. Ao final da retirada do filtro foi adicionado mais 5 litros em cada panela, e então feito o aumento da temperatura para 100 °C, o processo durou em torno de 1 hora e 30 minutos. Nessa etapa foi necessária a checagem de temperatura de pelo menos 10 em 10 minutos. Após atingir a fervura, o mosto ferveu por mais 55 minutos com isso 50 g de lúpulo foi inserido em cada panela.

5.1.5 Resfriamento

O resfriamento acontece para a separação do *trub*, que é onde ocorre a precipitação de proteínas e o resto do lúpulo, e para que o resto de sólido que sobra possa ser retirado e através do *whirlpool* concentrarmos no centro da panela para depois ser separado do mosto. Ele foi feito através de bombas com o uso de um *chiller*, onde água a temperatura de 20 °C circula pelo aparato sem entrar em contato com o mosto, é usado apenas para baixar a temperatura, o processo dura em torno de 40 minutos. A temperatura deve atingir em torno de 20-25 °C graus para poder inocular as leveduras, um cuidado especial deve ser tomado

nessa etapa pois é nela que o mosto fica suscetível a contaminações.

5.1.6 Fermentação

Com o uso da levedura *kveik*, o fermento foi inoculado a uma temperatura de 26 °C. O experimento é mensurado para uma quantidade 32 litros de cerveja artesanal. Apesar da temperatura indicada, deixa-se o fermentador resfriando até uma temperatura de 23 °C, o tempo de fermentação foi de 8 dias. Podemos ver os fermentadores e a temperatura nas imagens abaixo (Figura 11).

Figura 11 - Fermentadores no início da fermentação. 11.1 - fermentador de 18 L, onde foi armazenado 16,5 litros. 11.2 - fermentadores de 5 L, onde foram feitos os tratamentos que as polpas eram inseridas inseridas no início da fermentação, e o controle. 11.3 - temperatura da geladeira adaptada para esse tipo de processo, mostrando uma temperatura de 23,3 °C



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.1.7 Maturação e Carbonatação

Após a fermentação, foi feita em 4 a divisão do fermentador maior (Figura 11.1), e todos os ensaios puderam maturar por pelo menos 10 dias. E então foi a carbonatação simples. É importante saber que esse processo acontece por causa da dissolução do dióxido de carbono (CO_2) na água (H_2O). Essa ação é responsável pelo borbulhamento do CO_2 no líquido, que resulta no ácido carbônico (H_2CO_3) – uma substância que se decompõe e recupera o gás carbônico e a água. A carbonatação é importante para manter o efeito organoléptico da bebida. Ou seja, proporcionar a percepção das características da bebida aos sentidos humanos, como cor, brilho, odor, sabor e textura. A reação química também tem a função de desacelerar a produção de bactérias nas bebidas.

5.2 Delineamento Experimental

O experimento foi dividido em 8 formulações, cada um possuía 4 L de cerveja (volume final). Para melhor entendimento os 8 formulações foram divididos em 3 letras-grupo (fruta) e controle, temos: O CONTROLE que é a formulação original da cerveja; A1 para cerveja adicionada de 250 mL de polpa de cajá-umbu inserida na fermentação; A2 para cerveja adicionada de 250 mL de polpa de cajá-umbu inserida na maturação; e A3 para cerveja adicionada de 500 mL de polpa de cajá-umbu inserida na maturação. Para o grupo B temos que: B1 cerveja adicionada de 250 mL de polpa de siriguela inserida na fermentação; B2 se trata da cerveja adicionada de 250 mL de polpa de siriguela inserida na maturação; já B3 é a cerveja adicionada de 500 mL de polpa de siriguela ao final da fermentação. Em relação ao grupo C, temos: C1 é a cerveja com adição de 500 mL de polpa de maracujá inserida na maturação. Na tabela encontramos os dados detalhados em relação ao experimento (Tabela 4).

Tabela 4 – Tabela dos grupos A, B e C, onde foram utilizadas polpas de cajá-umbu, siriguela, maracujá e controle

PARÂMETROS	CONTROLE	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C2
QUANTIDADE DE MOSTO/ CERVEJA (L)	4	3,75	3,75	3,5	3,75	3,75	3,5	3,5
QUANTIDADE DE POLPA DE FRUTA (mL)	0	250	250	500	250	250	500	500
ETAPA DE ADIÇÃO	X*	IF*	IM*	IM*	IF*	IM*	IM*	IM*
TOTAL (L)	4	4	4	4	4	4	4	4

X* Não houve adição

IF* Início da Fermentação

IM* Início da Maturação

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Nas formulações A1 e B1 as polpas foram adicionadas junto com a levedura logo no início da etapa de fermentação. Nos grupos A2, A3, B2, B3 e C1 as polpas foram adicionadas (etapa de adição) ao início da maturação. E o CONTROLE não sofreu adição de polpa. Nas cervejas em que a quantidade de polpa é 250 mL, temos 6,25% de polpa de fruta em relação ao volume final, já nas de 500 mL temos 12,5% de polpa de fruta em relação ao volume final.

5.3 Análises físico-químicas

Todas as análises foram realizadas em duplicatas.

a) Teor Alcóolico (%)

O teor alcóolico foi determinado fazendo uso de um densímetro de bancada.

b) Determinação do pH

A análise do pH foi feita em medidor de pH (potenciômetro), de acordo com Brasil

(2008). Para o uso do potenciômetro, previamente fez-se a calibragem com as soluções tampão pH 7 e 4. Adicionou-se 30 mL da cerveja em béquer, contendo uma barra magnética (peixinho) e colocando o sistema sobre um agitador magnético. Emergiu-se o eletrodo e o termômetro na amostra até fixar o valor do pH no visor digital.

c) Coloração

foi determinada através do EBC (*European Brewing Convention*), escala de cores que se baseia na mistura de diferentes proporções de vermelho e amarelo. A legislação brasileira utilizada a escala EBC para determinar a classificação da cor das cervejas como pode ser visto no Decreto Nº 6871 de 04/06/2009 (BRASIL, 2009). Ela foi feita após a abertura da cerveja já carbonatada.

5.4 Levantamento do Mercado Cearense em Relação a Cervejas Artesanais

Foi realizado um levantamento social de dados relacionados o consumo de cerveja artesanal, preferência industrializada x artesanal, conhecimento sobre cervejarias cearenses ou marcas da região, consumo semanal, custo benefício, além disso foram investigados outros fatores pessoais dos voluntários, como sexo, cidade, idade, etc. A ferramenta utilizada foi o *google forms*, a divulgação do link que direcionava para o formulário eletrônico foi feita por facebook, instagram e whatsapp, ocorrendo principalmente em grupos da universidade. O questionário foi realizado em forma de pesquisa de opinião no qual contou com 187 pessoas entre o período de 10 a 25 de junho do ano de 2020.

5.5 Análise sensorial

Como empresa, a Cervejaria Brisa decidiu abrir análise sensorial ao público com o intuito de melhorar os dados da pesquisa. A Análise Sensorial ocorreu no *Beer After Ride*, local onde os choppes e cervejas produzidas pela brisa são comercializados. O estudo contou com 32 provadores (clientes do local em questão), todos maiores de 18 anos e menores de 60. O local está funcionando de acordo com o decreto estadual 33.730 que tem o intuito de deter a propagação da COVID-19, logo, a análise teve que ser realizada durante dois dias já que era permitido apenas 18 pessoas no estabelecimento. A análise ocorreu numa sala vazia do local onde os frequentadores eram chamados de um por um em suas mesas para serem levados a sala onde ocorria a prova. Diante da situação da COVID-19 enfrentada atualmente, apenas o

provador e o aplicador das provas ficavam na sala, e para evitar compartilhamento de objetos como formulários de papel, na mesa havia um QR CODE (Figura 12) no qual bastava o provador

Figura 12 – QR CODE utilizado na análise sensorial



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

apontar a câmera para o local e o link levava diretamente ao formulário eletrônico, que continha os dados do projeto, o termo de consentimento e o questionário em relação ao produto, além disso para fins explicativos foi disponibilizado álcool em gel e a cadeira/mesa era sanitizada a cada participante. Foi aplicado, monadicamente, 50 mL da bebida refrigerada (± 4 °C) de cada tratamento, em copos transparentes de plástico (ABNT, 1998; BRASIL, 2008). Para a limpeza do paladar dos provadores era servido junto com as amostras água e bolacha de sal e água.

O teste de afetividade foi em relação à aparência, sabor, aroma e avaliação geral utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos, que variava de 1 “desgostei muitíssimo” a 9 “gostei muitíssimo”. A análise também contou com um teste de intenção de compra com a utilização de uma escala hedônica estruturada de 5 pontos que ia de 1 “certamente não compraria” a 5 “certamente compraria” (MILAGRES, 2019).

5.5.1 Índice de aceitabilidade

O Índice de Aceitabilidade (IA) foi realizado em relação aos atributos aparência, cor, aroma, sabor e avaliação geral de acordo com a seguinte equação (STONE e SIDEL, 1985):

$$IA (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (1)$$

Onde: A = nota média obtida para o atributo B = maior nota obtida para o atributo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análises físico-químicas

A tabela 5 apresenta os resultados das análises de pH, teor alcoólico e cor (escala EBC) da cerveja artesanal de cajá-umbu, siriguela e maracujá. Na análise tivemos valores satisfatórios e que se encaixam com outras pesquisas já realizadas no segmento de produção de cerveja artesanal. Os fatores avaliados possuem valores médios já que o experimento geral foi feito em duplicata, 32 litros foram preparados em um dia e mais 32 litros no segundo dia.

Tabela 5 - Análises de pH, teor alcoólico e coloração em escala EBC de cervejas artesanais de cajá-umbu, siriguela e maracujá

ANÁLISE	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	CONTROLE
Teor Alcóolico (%)	4,9	5,1	4,9	5,1	5,1	4,9	4,9	5,1
Coloração	11,5	10,8	10,5	9,5	9,0	9,2	7,8	8,0
pH	3,8	3,9	3,6	3,7	3,8	3,6	3,5	4,2

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Como podemos ver em relação ao teor alcoólico ABV (*Alcohol by volume*) temos que algumas formulações obtiveram um teor alcoólico maior que outros. Em se tratando do teor alcoólico as cervejas produzidas se encaixam como Weissbier segundo a BJCP (BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, 2015), que determina que o teor alcoólico deste estilo pode variar entre 4 a 7%. Não tivemos uma variação grande em relação ao teor alcoólico das formulações. O controle apresentou 5,1% ABV, logo, temos como uma formulação parâmetros, nos tratamentos do grupo B podemos ver que uma maior quantidade de polpa de siriguela pode diminuir o teor alcoólico (B3), tivemos resultados semelhantes no grupo A e C, as formulações com uma maior quantidade de polpa apresentaram um menor teor alcoólico. A1 e B1, apresentaram diferentes teores alcoólicos, mesmo tendo sido inseridas polpas na mesma quantidade e etapa, alguns estudos aprofundados e análises mais específicas podem ser realizadas futuramente para entender melhor por exemplo essa diferença entre esses dois tratamentos.

Na coloração das formulações, podemos observar que o grupo A teve a coloração mais escura, no caso do A1 chegou quase ao limite para cervejas do tipo weissbier que não podem

ultrapassar o valor de 12. As formulações A1 e B1 onde as polpas foram adicionadas antes da fermentação tiveram uma cor mais escura em relação aos tratamentos A2 e B2, os quais tem o mesmo volume de polpa adicionado, logo podemos entender que a adição de polpa pré-fermentação pode escurecer a cerveja. Já nos casos onde foram adicionadas a maior concentração de polpa na maturação, temos A3 > B3 > C2, logo a cerveja com polpa de cajá-umbu adquiriu a coloração mais escura, já a de maracujá conseguiu ficar mais clara em relação ao controle e todas as outras. Algo interessante é o fator das polpas adicionadas terem a mesma coloração, porém a variação causada na coloração é algo a se entender, e estudar futuramente.

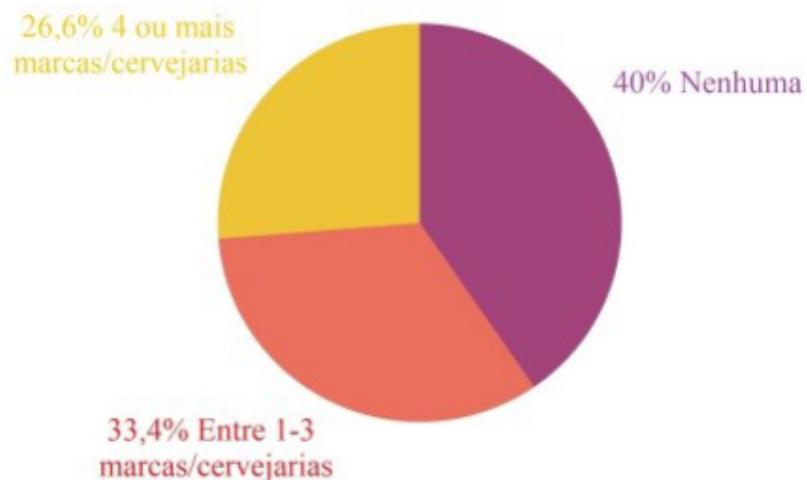
Em se tratando do pH vemos que as variações de cada grupo não diferem tanto entre si, em relação a acidez do grupo A temos A3 > A2 > A1; já para B em relação a acidez foi obtido B3>B2>B1; para C, temos C2 > C1. No grupo A o terceiro tratamento foi o mais ácido, porém ainda sim foi bem próximo do valor de A2 e A3, entende-se que A1 e A2 são menos ácidos devido a menor quantidade de polpa adicionada, já em relação a pequena diferença podemos atribuir as diferentes etapas de adição da polpa, em um estudo utilizando maracujá em duas etapas diferentes (pré-fermentação e maturação) Barbosa (2016) também obteve um pH mais baixo para os tratamentos onde a polpa foi adicionada antes de começar a fermentar; o que é interessante é que encontramos a mesma diferença entre o tratamento B1 (Adição pré-fermentação) e B2 (Adição maturação). O valor mais baixo para o pH encontrado em todos os tratamentos foi o C2, o único tratamento com maracujá com o valor de 3,59, esse valor obtido para o maracujá pode ser encontrado na literatura em outros trabalhos parecidos. Em suma, podemos concluir que a adição de polpa de fruta certamente diminuiu o pH da cerveja, já que o valor encontrado para o controle foi de 4,21, o valor mais próximo foi o de A2.

6.2 Levantamento Social do Consumo de Cerveja Artesanal

Em uma questionário realizado (com o *google forms*) em forma de pesquisa de opinião (pelo autor do então trabalho em parceria com a Brisa) no qual contou com quase 200 pessoas entre o período de 10 a 25 de junho do ano de 2020, e de indivíduos com idades entre 18 - 40 anos, foram revelados alguns dados importantes que podem ser úteis para quem deseja investir no ramo. Alguns dados interessantes em relação ao mercado de pessoas que frequentam bares e restaurantes no estado do Ceará foram que foram investigados se mostraram bastante úteis para entender parte do público.

Na figura 13 podemos ver que a porcentagem de 40% é de pessoas que nem sequer sabem da existência de marcas cearenses e/ou produção no estado, isso pode se dar a três coisas: a primeira delas é não saber se o produto que está sendo consumido é cearense e por não se atentar a esse detalhe; ou pelo fato da divulgação no mercado ainda ser fraca, já que o público de bares e pubs que comercializam a sua própria cerveja, é um público mais fechado e consequentemente a técnica de divulgação “boca-a-boca” não atinge uma grande quantidade de pessoas. A terceira se trata do valor do produto.

Figura 13 - Mostra um gráfico pizza sobre o conhecimento de marcas de cerveja/cervejarias cearenses



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Podemos ver que apenas 33,4% conhecem entre 1 e 3 cervejas/cervejarias, e 26,6% conhecem 4 ou mais. No estudo, apenas três pessoas disseram conhecer mais de 5. Atualmente, o cearense conta com um número próximo de 25 cervejarias cearenses, entre elas micro e nano cervejarias.

Em relação a esse terceiro ponto que pode ser um dos motivos de alguns cearenses não conhecerem o que se é produzido no próprio estado se dá pelo valor do produto, ainda na pesquisa um dado importante chamou atenção que é o custo benefício, 79,8% dos que responderam o formulário disseram que se cervejas artesanais tivessem um melhor custo benefício/preço eles consumiram com uma maior frequência.

Figura 14 - Área indicada pelo círculo vermelha revela em que bairro estão localizadas as cervejarias de Fortaleza

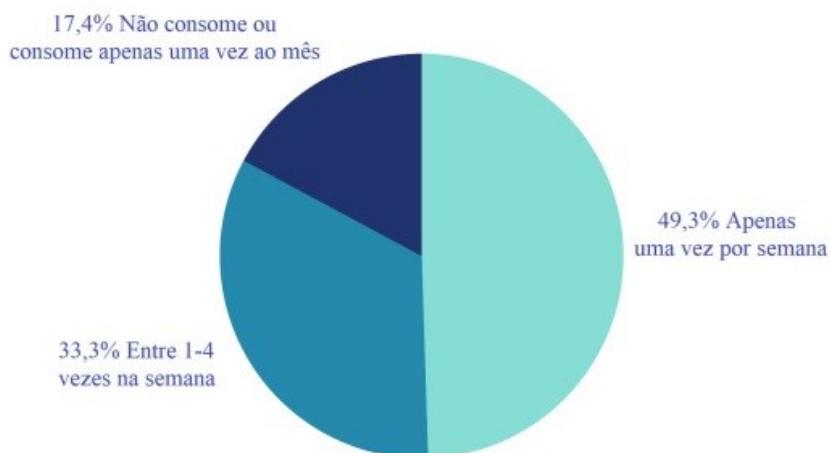


Fonte: Wikipédia (2016).

As micro e nano cervejarias da cidade de Fortaleza se concentram na área indicada abaixo (Figura 14). A área ilustrada são onde se encontram os bairros nobres da cidade, que por sua vez tem apenas um determinado público e valor, logo não chega a toda população.

Em se tratando da pesquisa ainda, foram encontradas algumas outras informações relevantes para o tema, como podemos ver nos gráficos abaixo (Figura 15 e 16).

Figura 15 – Mostra um gráfico pizza do consumo de cerveja pré-pandemia
Consumo de Cerveja (Pré-Pandemia)



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Temos que pelo menos 82,6% consomem/consumiam cerveja por no mínimo uma vez/semana. É uma alta porcentagem dada a idade do público. E temos que 13,9% não tem preferência ou não consomem, ainda separando essa fatia do gráfico em duas partes fazendo

análise individual de respostas, foi obtido apenas um valor total de 6% de indivíduos que não consomem cerveja. A grande surpresa foi que 47,2% preferem cerveja artesanais.

Figura 16 - Preferência em Relação ao Consumo Industrializadas x Artesanais



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O que nos leva apontar alguns motivos como, falta de fácil acesso, alto preço do produto final e da matéria-prima, além da localização que engloba ou se relaciona com outros fatores citados acima. E principalmente a falta de tecnologia ou incentivo a micro e nanoempreendedores a ampliar sua marca e divulgar. Além de tudo isso, os valores de cervejas artesanais se dão ao fato de não termos produção em massa de lúpulo no país, não produzirmos malte na região nordeste, muitos dos produtos utilizados vem de estados do Sul do país e/ou de fora como Europa e EUA.

Os gráficos representados no trabalho tem sua importância com um levantamento informativo social, e que pode ajudar bastante futuramente, as informações obtidas no então trabalho foram levantadas nos meses de pandemia, tendo sido o único meio de fazer esse tipo de entrevista social por meio de questionários.

6.3 Análise sensorial

Abaixo (Tabela 6) temos as médias encontradas para cada tratamento nos seus devidos quesitos de avaliação, podemos entender e avaliar a aceitabilidade das cervejas no mercado.

Tabela 6 - Médias das notas em relação a cada tratamento e quesito de avaliação

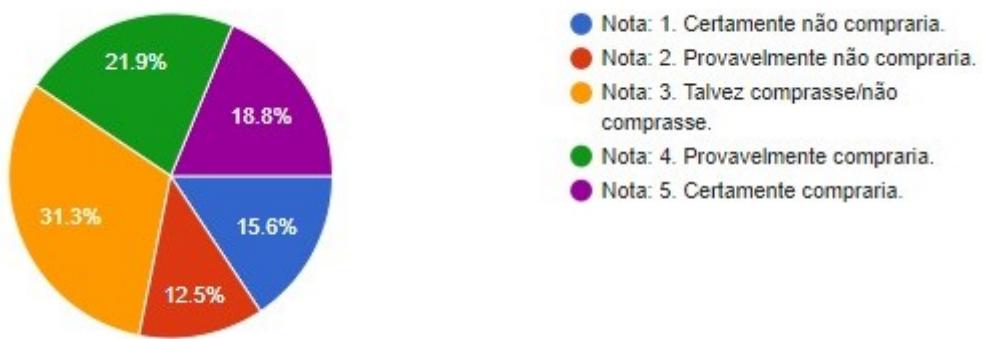
PARÂMETROS	CONT.	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C2
APARÊNCIA	6,51	6,51	6,7	6,38	6,32	6,61	6,38	7,32
AROMA	6,38	6,51	6,45	6	6,32	5,77	5,45	7,96
SABOR	6,19	6,64	6,96	6,74	6,74	5,51	5,45	7,35
INTENÇÃO DE COMPRA	3,58	3,58	3,7	3,35	3,22	3	3,16	4,32

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

*CONT - CONTROLE.

A cerveja mais bem avaliada e com vantagem em relação as outras foi a de maracujá. Cervejas de maracujá já são desenvolvidas no estado e já são bastante estudadas, este trabalho não desenvolveu outras formulações com o maracujá pois na literatura as melhores formulações se dão pela adição dessa percentagem e na etapa indicada, com isso podemos ver que tivemos uma boa receita/formulação de uma cerveja do tipo weissbier e com grande aprovação do público. Já em relação a cerveja de cajá-umbu e siriguela, podemos ver que temos um caminho a percorrer, apesar dos provadores não serem treinados a cerveja de sabor maracujá se saiu melhor que as outras, mesmo tendo a mesma concentração de A3 e B3. O ajuste de quantidade de polpa em relação a siriguela e o cajá-umbu devem passar por novos testes, com diferentes concentrações de polpa, ou mesmo fazer o uso da fruta *in natura*. Apesar disso apenas dois formulações obtiveram notas médias menores que 6 (B2 e B3). Foi possível ver que algumas cervejas causavam contradição pelo fato de terem uma divisão entre público, esse dado foi notado devido a quantidade de notas extremas, para baixo ou para cima em algumas formulações como a B1, no qual as notas variaram bastante (figura abaixo).

Figura 17 – Avaliação do quesito Intenção de compra da formulação B1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Essa pequena diferença de opinião aconteceu de forma menos extrema em outros 2 fatores de avaliação, em duas formulações diferentes (A3; B2). Uma investigação mais aprofundada sobre o público que consome caja-umbu e siriguela, ou mesmo que gosta de consumir, seria uma implementação em pesquisas futuras relacionadas ao tema.

6.4 Índice de aceitabilidade

Ainda podemos contar com o teste de aceitabilidade, que é o conjunto de procedimentos metodológicos, cientificamente reconhecidos, destinados a medir o índice de aceitabilidade da alimentação oferecida aos usuários. O teste de aceitabilidade faz parte da análise sensorial de alimentos que evoca, mede, analisa e interpreta reações das características de alimentos e materiais, como são percebidas pelos órgãos da visão, olfato e paladar. Na imagem abaixo (Tabela 7), podemos encontrar os resultados do cálculo do índice de acordo com a equação de Monteiro (1984).

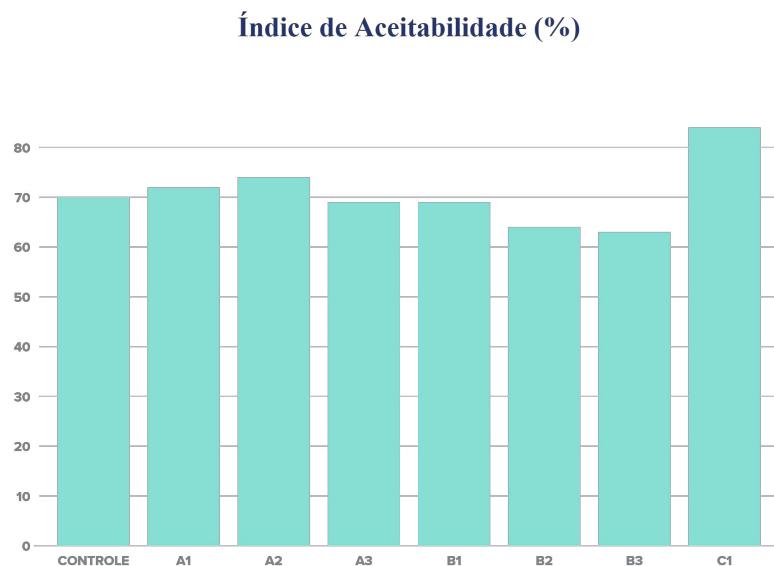
Tabela 7 - Índice de Aceitabilidade.

PARÂMETROS	CONTROLE	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C2
APARÊNCIA (%)	72,3	72,3	74,4	70,8	70,1	73,4	70,8	81,3
AROMA (%)	70,8	72,3	71,6	66,6	70,1	64	60,5	88,4
SABOR (%)	68,7	73,7	77,3	74,8	74,8	61,2	60,5	81,7
INTENÇÃO DE COMPRA (%)	71,6	71,6	74	67	64,4	60	63,2	86,4

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O índice de aceitabilidade foi calculado de acordo com a equação representada nos materiais e métodos. Os valores encontrados estão em porcentagem, como havia dito acima o tratamento C2 foi o que recebeu melhor avaliação, tendo uma intenção de compra de 86,4% pelo índice de aceitabilidade, e seguida vieram as formulações A2, A1 e C1 com 74%, 71,6% e 71,6%, respectivamente. Em relação ao aroma, após o C2, o que apresentou o melhor aroma foi o A1, no qual a polpa foi inserida pré-fermentação. Fazendo as médias das porcentagens de todos os quesitos de cada tratamento, apenas quatro conseguiram uma média $>70\%$, são esses C1, A1, A2 e C2.

Figura 18 – Índice de Aceitabilidade (%).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No gráfico de barras temos o índice de aceitabilidade de cada formulação, e com isso podemos ver um panorama geral em relação as médias do IA. Então, vemos a clara diferença da cerveja de maracujá em relação as outras, e também em comparação com as outras formulações que receberam 500 mL de polpa (A3 e B3).

6 CONCLUSÃO

Com a utilização da receita elaborada pela cervejaria artesanal Brisa é possível que pequenos empreendedores possam conseguir bons resultados em sua produção, sendo importante seguir os passos e avaliação dos parâmetros citados acima. O resultado obtido foi de uma cerveja do tipo Weissbier com flavours cítricos e com uma baixa taxa de amargor.

Além disso, o trabalho tem uma grande importância para estudos biotecnológicos associados a produção industrial, contribuindo para:

- Aprofundar sobre tema relacionando-o com a produção local;
- Entender sobre o processo de produção em cervejarias de pequeno porte;
- Salientar a importância da biotecnologia básica;
- Inovar em relações ao uso frutas nativas do país;
- Conectar empresa e universidade;
- Levantar dados sociais de informações de mercado e para utilização como parâmetros em pesquisas levantamento futuros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.; BARBOSA, R.; ZALAR, P.; IMANISHI, Y.; SHIMIZU, K.; TURCHETTI, B. 2015. A population genomics insight into the Mediterranean origins of wine yeast domestication. **Mol. Ecol.** [S.L], 24, 5412–5427.

AMBEV. **Uma história de sucesso que ainda está sendo escrita**, 2017. Disponível em: <<http://www.ambev.com.br/sobre/nossa-historia/>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

ANDRADE, M.; PERIM, G.; SANTOS, T.; MARQUES, R. Influência do pH na Cerveja Artesanal. **BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports**, [S.L], 2. 261, 2013.

ANSELMO, G. C. S.; MATA, M. E. R. M. C.; ARRUDA, P. C.; SOUZA, M. C. Determinação da higroscopidez do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, [S.L], V.6, n. 2, p. 58- 65, 2006.

ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L], n. 23, p. 121-128, 2003.

BAKER, E.; WANG, B.; BELLORA, N.; PERIS, D.; HULFACHOR, A. B.; KOSHALEK, J. A.; ADAMS, M.; LIBKIND, D.; HITTINGER, C. T. The genome sequence of *Saccharomyces eubayanus* and the domestication of lager-brewing yeasts. **Mol. Biol. Evol.** [S.L], 32, 2818–2831, 2015.

BIA BEER BLOG. **Clorofenol na cerveja – como evitar**. 2018. Disponível em: <<https://biabier.com.br/clorofenol-na-cerveja/>>. Acesso: 22 jun. 2020.

CAPECE, A.; ROMANIELLO, R.; SIESTO, G.; ROMANO, P. Conventional and Non-Conventional Yeasts in Beer Production. **Fermentation**, [S.L], vol. 4, P. 38, 2018.

CARDOSO, A. **A biotecnologia e a produção cervejeira**. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-producao-cervejeira/>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CARR, N. **Common “Off” Flavors In Beer (And How They Are Caused)**. 2016. Disponível em: <<https://learn.kegerator.com/off-flavors-in-beer/>>. Acesso: 20 jun. 2020.

CARVALHO, P. C. L de. IN: LEDERMAN, I. E; LIRA JÚNIOR, J. S.; SILVA JÚNIOR, F. S. Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins. **Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – ipa/ufrpe**, Recife, p. 23-30, 2008.

CENTRAL BREW. **Off-flavors: o que são e quais os mais comuns**. Disponível em: <<https://centralbrew.com.br/blog/off-flavors-o-que-sao-e-quais-os-mais-comuns/>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

CERVBRASIL. **Dados do Setor, 2015**. Disponível em: <<http://cervbrasil.org.br/paginas/index.php?page=dados-do-setor>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

COOPERCUC. **Coopercuc e Experimento Beer lançam cerveja Saison Umbu.** Disponível em: <<http://www.cooper-cuc.com.br/vercerveja-de-umbu/>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

DRAGONE, G.; MUSSATI, S. I.; SILVA, J. B. A. Utilização de mostos concentrados na produção de cervejas pelo processo contínuo: novas tendências para o aumento da produtividade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L], n. 27, p. 37-40, 2007.

DESHMUKH, R. **Craft Beer Market by Product Type (Ale and Lager), Distribution Channel (On-Trade and Off-Trade), and Age Group (21–35 Year Old and 40–54 Year Old, and 55 Years and Above): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018–2025.** Disponível em: <<https://www.alliedmarketresearch.com/craft-beer-market>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

ENGELS, C.; GRATER, D.; ESQUIVEL, P.; JIMENEZ, V. M.; GANZLE, M. G.; SCHIEBER, A. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondia purpurea L.*) peels by ultra high-performance liquid chromatography/ electrospray ionization mass spectrometry. **Food Research International**, [S.L], v. 46, n.1., p. 557562, 2012.

FARIA, F. C. **Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, n. 28, p. 902-906, 2008.

FOAMOLOGY. **European Brewing Convention, 2014.** Beer SRM color chart. Disponível em: <http://koperski.com/beer-srm-color-chart/>. Acesso em: 23 jun. 2020.

FONSECA, N. **Propagação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARR. Cam) para a agricultura familiar do Semiárido Baiano.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. (Cartilha, 23p., CDD, 634.44, 1 a edição, versão on - line 2015).

FUSATI. **Filtro de Água. Saiba o que é carvão ativado e por que é usado em filtros, 2019.** Grupo FUSATI. Disponível em: <<https://www.fusati.com.br/saiba-o-que-e-carvao-ativado-e-por-que-e-usado-em-filtros/>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

GAETANO, G.; COSTANZO, S.; DI CASTELNUOVO, A.; BADIMON, L.; BEJKO, D.; ALKERWI, A.; CHIVA-BLANCH, G.; ESTRUCH, R.; LA VECCHIA, C.; PANICO, S.; POUNIS, G.; SOFI, F.; STRANGES, S.; TREVISAN, M.; URSINI, F.; CERLETTI, C.; DONATI, M.; IACOVIELLO, L. Effects of moderate beer consumption on health and disease: A consensus document. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, [S.L], v. 26, p. 443–467, 2016.

GALLONE, B.; STEENSELS, J.; PRAHL, T.; SORIAGA, L.; SAEELS, V.; HERRERA-MALAVER, B.; MERLEVEDE, A.; RONCORONI, M.; VOORDECKER; MIRAGLIA, L.; TEILING, C.; STEFFY, B.; TAYLOR, M.; SCHWARTZ, A.; RICHARDSON, T. Domestication and Divergence of *Saccharomyces cerevisiae* Beer Yeasts. **Cell**, [S.L], vol. 166, p. 1397-1410, 2016.

GARSHOL, L. M. 2014. **Brewing with Kveik.** Disponível em: <<http://www.garshol.priv.no/blog/291>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

GIBSON, B. R.; LAWRENCE, S. J.; LECLAIRE, J. P. R.; POWELL, C.; SMART,

K. A. Yeast responses to stresses associated with industrial brewery handling. **FEMS Microbiol**, [S.L], Rev. 31, 535–569, 2007.

GONÇALVES, D. B. **Estudo do efeito do envelhecimento forçado na evolução de off-flavours em cerveja.** 2017. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade do Minho Escola de Ciências, Portugal, 2017.

GONÇALVES, M.; PONTES, A.; ALMEIDA, P.; BARBOSA, R.; SERRA, M.; LIBKIND, D.; HUTZLER, M.; GONÇALVES, P.; SAMPAIO, J. P. Distinct Domestication Trajectories in Top-Fermenting Beer Yeasts and Wine Yeasts. **Current Biology**, [S.L], vol. 26, p. 2750-2761, 2016.

GUERRA, I. C. S.; CORREIA, L. C.S. A.; SOUZA, K. A.; MACIEL, M. I. S. Aceitação sensorial de rolinho de umbu-cajá (*Spondias spp.*). In: **I Simpósio Brasileiro de Cajá e umbu**, Recife, 2008.

HLATKY, M. **Bier brauen Fuer Jedermann. Leopold Stocker.** Verlag. Alemanha, 2007.

LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. S. 2008. **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins/editores técnicos.** Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária– ipa/ufrpe, 180p, 2008.

LEON, J.; SHAW, P. E. *Spondias*: the red mombin and related fruits. In: NAGY, S.; SHAW, P.E.; WARDONSKI, F.W. (Ed.). Fruits of tropical and subtropical origem: composition, properties and uses. **Lake Alfred: Florida Science Sourse**, [S.L], p.117-26, 1990.

LIMA, U. **Biotecnologia industrial - vol. 3.** Processos fermentados e enzimáticos, 2^a edição, 2019.

MADIGAN M.T.; MARTINKO J.M.; J. PARKERBROCK J. **Biology of microorganisms.** Prentice-Hall, New Jersey (1997).

MALAJOVICH, M. **Biotecnologia 2011.** Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, Rio de Janeiro, 2012.

MARCELO, C. **Cervejas artesanais: saiba por que são mais caras e onde apreciar em Fortaleza, 2019.** Diário do Nordeste. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/cervejas-artesanais-saiba- por-que-sao-mais-caras-e-onde-apreciar-em-fortaleza-1.2069479>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MARCELO, C. **Fabricação caseira de cervejas artesanais ganha espaço no Ceará: conheça o passo a passo, 2019.** Diário do Nordeste. Disponível: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/fabricacao-caseira-de- cervejas-artesanais-ganha-espaco-no-ceara-conheca-o-passa-a-passa-1.2069462>>. Acesso: 20 jun. 2020.

MILK THE FUNK. **Kveik, 2020.** Disponível em: <<http://www.milkthefunk.com/wiki/Kveik>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

MORADO, R. **Larousse da cerveja.** São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

MOREIRA, M. A. B.; SOUZA, F. X.; RITZINGER, C. H. S. P; RITZINGER, R.; FILGUEIRAS, H. A. C. Cajá (*Spondias mombin L. Sin. Spondias lutea L.*). In: VIERA NETO, R. D. (Ed.). Frutíferas pontenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas 27 litorâneas. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros/Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – Emdagro**, p.21-44, 2002.

NETO, L. **Cerveja Lager e Cerveja Ale: conheça os tipos mais consumidos de cerveja.** Disponível em: <<https://www.cervejariacampinas.com.br/blog/cerveja-lager-e-cerveja-ale/>>. Acesso em: 09 jun. 2020.

NETO, L. **O mercado de cerveja artesanal está em crescimento no Brasil.** Disponível em: <<https://www.cervejariacampinas.com.br/blog/o-mercado-de-cerveja-artesanal-esta-em-crescimento-no-brasil/#:~:text=Um%20n%C3%BAmero%20espantoso%20j%C3%A1%20que,1%25%20do%20volume%20de%20mercado>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

PAPAZIAN, C. **Brewers Association Beer Styles Guidelines: Brewers Association.** Brewer Association, 2016. Disponível em: <<https://www.brewersassociation.org/educational-publications/beer-styles/>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

PREISS, R.; TYRAWA, C.; KROGERUS, K.; GARSHOL, L. M.; VAN DER MERWE, G.; Traditional Norwegian Kveik Are a Genetically Distinct Group of Domesticated *Saccharomyces cerevisiae* Brewing Yeasts. **Front. Microbiol.**, [S.L], 9:2137, 2018.

PURSEGLOVE, J. W. 1984. “*Anacardiaceae*”. In. PURSEGLOVE, J. W. Tropical crops dicotyledons. **Longmasn**, [S.L], P. 18-32. Rosa Vermelha. Umbu. Disponível em: <http://www.portalcapixabao.com/sites?c=6601&p=9910&exi-be=9873&s=rosa_vermelha>. Acesso em: 01 jun. 2015.

REINOLD, M. **Manual Prático de Cervejaria.** São Paulo, v. 1, 1997.

REINOLD, M. R. **Lúpulo: o tempero da cerveja.** 2017. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/artigos-tecnicos>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

SACRAMENTO, C. K.; SOUSA, F. X. Cajá (*Spondias mombin L.*). **FUNEP**, Jaboticabal, 52p. (Série Frutas Nativas, n. 4), 2000.

SANTOS, S. P. **Os primórdios da cerveja no Brasil.** 2.ed. - Cotia: Ateliê Editorial, 2004.

SIBBR, 2020. **Cajá-umbu (imagem).** Sistema da Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr). Disponível em: <sibbr.com/caja-umbu>. Acesso em 04 de jul. de 2020.

SILVA, G. A.; LIMA, W. Q. F.; GUEDES, A. S.; LOPÉZ RODRIGUÉZ, J. A. Avaliação da letalidade e atividade antimicrobiana de extratos de folhas de *Spondias mombin aff. tuberosa*. **Revista Facider**, [S.L], 1, 21–38, 2012.

SILVA, H.; LEITE, M.; VIEIRA DE PAULA, A. Cerveja e Sociedade. **Revista Contextos da Alimentação**, Vol. 4 no 2. São Paulo: Senac, 2016.

STEWART, G. G. Seduced by yeast. **J. Am. Soc. Brewing Chem.**, [S.L], 73, 1–21, 2015.

STRONG, G. B. J. C. P. Beer Style Guidelines. **Beer Judge Certification Program**, [S.L], p. 79, 2015. Disponível em: <https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SANTOS, J. A. **Desenvolvimento de cervejas witbier com biomassa e farinha de banana verde**. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá/MT, 2017.

TEIXEIRA, D. M. A.; BRAGA, R. C.; HORTA, A. C. G.; MOREIRA, R. A.; BRITO, A. C. F.; MACIEL, J. S.; FEITOSA, J. P. A.; PAULA, R. C. M. Spondias purpurea exudate polysaccharide as affinity matrix for the isolation of a galactose-binding-lectin. **Carbohydrate Polymers**, [S.L], v. 70, p. 369-377, 2007.

APÊNDICE

A - Levantamento social acerca do consumo de cerveja na cidade de Fortaleza

18/10/2020

CONSUMO DE CERVEJA ARTESANAL

CONSUMO DE CERVEJA ARTESANAL

ESSE FORMULÁRIO TEM O INTUITO DE LEVANTAR DADOS SOCIAIS RELACIONADOS AO CONSUMO DE CERVEJA ARTESANAL EM FORTALEZA E REGIÃO METROPOLITANA.

* Required

1. Quantas cervejarias artesanais/marcas de cerveja artesanais cearenses você conhece?

2. Já consumiu alguma cerveja artesanal alguma vez na vida?

3. Em que cidade você mora? *

4. Antes da pandemia, quantas vezes na semana você costumava consumir cerveja? *

Mark only one oval.

- Não consumo cerveja.
- Até uma vez na semana.
- Entre uma e quatros vezes.
- 5 ou mais.
- Other: _____

5. Você já experimentou alguma cerveja artesanal produzida no Ceará?

18/10/2020

CONSUMO DE CERVEJA ARTESANAL

6. Você prefere cervejas industrializadas ou artesanais?

Mark only one oval.

Industrializadas.
 Artesanais.
 Other: _____

7. Qual a sua idade? *

8. Se cervejas artesanais tivessem um maior custo benefício você consumiria mais vezes?

Mark only one oval.

SIM.
 NÃO.
 TANTO FAZ.
 Other: _____

9. Você tem o costume de consumir cervejas artesanais?

Mark only one oval.

Sim
 Não
 Other: _____

10. Qual o seu sexo? *

B - Ficha de análise sensorial

18/10/2020

ANALISE SENSORIAL BRISA TROPICAL

ANÁLISE SENSORIAL BRISA TROPICAL

Este formulário é oficial, os dados recolhidos serão utilizados para para finalização do projeto: "Produção e Análise Sensorial de cerveja artesanal do tipo Weissbier com a utilização de frutas nativas do Nordeste brasileiro"

* Required

1. brasileiro *

Mark only one oval.

SIM, DECLARO CIÊNCIA. *Skip to question 2*
 NÃO.

Análise

Aqui serão realizadas as avaliações em Aparência, Aroma, Sabor e Intenção de compra.

2. ESTUDANTE? *

Mark only one oval.

SIM
 NÃO

3. GÊNERO: *

Mark only one oval.

MASCULINO
 FEMININO
 NEUTRO
 INDEFINIDO

4. Avaliação da formulação XXX em relação a APARÊNCIA. O voluntário deve escolher apenas uma das opções abaixo. *

Mark only one oval.

- Nota: 1. Desgostei Muitíssimo.
- Nota: 2. Desgostei Muito.
- Nota: 3. Desgostei Moderadamente.
- Nota: 4. Desgostei Ligeiramente
- Nota: 5. Indiferente
- Nota: 6. Gostei Ligeiramente.
- Nota: 7. Gostei Moderadamente.
- Nota: 8. Gostei Muito.
- Nota: 9. Gostei Muitíssimo.
- Other: _____

5. Avaliação da formulação XXX em relação ao AROMA. O voluntário deve escolher apenas uma das opções abaixo. *

Mark only one oval.

- Nota: 1. Desgostei Muitíssimo.
- Nota: 2. Desgostei Muito.
- Nota: 3. Desgostei Moderadamente.
- Nota: 4. Desgostei Ligeiramente
- Nota: 5. Indiferente
- Nota: 6. Gostei Ligeiramente.
- Nota: 7. Gostei Moderadamente.
- Nota: 8. Gostei Muito.
- Nota: 9. Gostei Muitíssimo.
- Other: _____

6. Avaliação da formulação XXX em relação ao SABOR. O voluntário deve escolher apenas uma das opções abaixo.*

Mark only one oval.

- Nota: 1. Desgostei Muitíssimo.
- Nota: 2. Desgostei Muito.
- Nota: 3. Desgostei Moderadamente.
- Nota: 4. Desgostei Ligeiramente
- Nota: 5. Indiferente
- Nota: 6. Gostei Ligeiramente.
- Nota: 7. Gostei Moderadamente.
- Nota: 8. Gostei Muito.
- Nota: 9. Gostei Muitíssimo.
- Other: _____

7. Avaliação da formulação XXX em relação a INTENÇÃO DE COMPRA. O voluntário deve escolher apenas uma das opções abaixo.*

Mark only one oval.

- Nota: 1. Certamente não compraria.
- Nota: 2. Provavelmente não compraria.
- Nota: 3. Talvez comprasse/não comprasse.
- Nota: 4. Provavelmente compraria.
- Nota: 5. Certamente compraria.
- Other: _____