

## **PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL ESTILO WEIZENBIER ADICIONADA DE CUMARU (*Dipteryx odorata*)**

**Fabiano Freitas Medeiros<sup>1</sup>**

**Carolina Resmini Melo Marques<sup>2</sup>**

**Resumo:** A indústria da cerveja é um mercado milionário tanto no exterior quanto nacionalmente, a necessidade de inovação e padronização estão sempre presentes neste negócio. Com o desenvolvimento de um método para produção e caracterização de uma cerveja adicionada de uma leguminosa brasileira, pode-se contribuir para este mercado cada vez mais competitivo. A produção da cerveja foi realizada obtendo-se 10,2 litros de cerveja, que passaram por análises de minerais, teor alcoólico, cor, aceitabilidade entre outras. Os resultados obtidos demonstraram a necessidade de alguns ajustes no método de fabricação para melhorar a influência do cumaru sobre o produto, diminuir teor alcoólico e reduzir o sabor ácido notado no produto final. A aceitabilidade do produto foi semelhante à de outros trabalhos que propõem inovações no ramo cervejeiro. A cerveja agradou ao público que consome cervejas artesanais, porém para maior competitividade do produto seria interessante realizar pequenas produções para refinar o método proposto.

**Palavras-Chave:** Cerveja. Cumaru. *Dipteryx odorata*. Weizenbier. Artesanal.

### **1 INTRODUÇÃO**

A indústria cervejeira brasileira, responsável por aproximadamente 2% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, conta com mais de 1209 empresas registradas, número que cresce com uma taxa média de 19,6% ao ano (MAPA, 2020). Assim como o número de empresas, o consumo de cerveja também aumentou nos últimos anos, principalmente o interesse do consumidor por produtos de maior valor agregado e ingredientes mais selecionados.

Neste contexto, apesar da quantidade de cervejarias existentes, tanto a Lei nº 8.918 que dispõe sobre produção, fiscalização, padronização, classificação, registro e inspeção de cervejas, quanto o Decreto nº 6.871 que regulamenta a lei, não

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química. E-mail: fabianof.m@hotmail.com

<sup>2</sup> Profa. Dra. em Engenharia Química. E-mail: carolina.melo@satc.edu.br

diferenciam cervejarias artesanais de microcervejarias (BRASIL, 2009; BRASIL, 1994).

Apesar do grande número de cervejarias, alguns produtores ainda trabalham sem padrão em seus rótulos, obtendo suas receitas por métodos empíricos.

Muitas das receitas artesanais incluem ingredientes diversificados dos utilizados na produção das cervejas mais comuns. Dentre estes ingredientes, se destacam frutas, flores, temperos e especiarias bastante curiosos. Dentre eles, a amêndoa do cumaru.

Assim, mesmo que já existam alguns rótulos de cervejas que utilizam cumaru em sua formulação, estabelecer um método para a produção de uma cerveja weizen com adição de cumaru se justifica não só pelo método em si, mas também pela possibilidade de contribuir para o mercado cervejeiro.

Portanto, a produção e caracterização de uma cerveja com adição da amêndoa do cumaru, semente de uma leguminosa típica da floresta amazônica, que possui aroma semelhante ao da baunilha, pode contribuir com o estabelecimento do método de produção e com o mercado cervejeiro caso apresente bons resultados de aceitação.

Assim, conforme o que foi apresentado, o objetivo geral desta pesquisa é produzir e caracterizar cerveja *ale* do estilo weizenbier com adição da amêndoa do cumaru (*Dipteryx odorata*).

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 HISTÓRIA E RELEVÂNCIA ECONÔMICA**

De acordo com Aquarone et al (2001) as primeiras bebidas fermentadas a partir de cereais surgiram entre 6000 e 8000 anos a.C. na Babilônia e no Egito. Bebidas semelhantes eram produzidas por mulheres sem intenção de comercialização até a Idade Média, passando também a serem produzidas por monges no século VIII, que adicionaram o lúpulo à receita (MELLO, SIQUEIRA, 2017).

Apenas em 1516, na Alemanha, a produção de cerveja foi padronizada pela Lei da Pureza (*Reinheitsgebot*), que permitia a fabricação de cerveja somente com água, malte de cevada e lúpulo (MELLO, SIQUEIRA, 2017).

No Brasil, a cerveja chegou durante a ocupação de Pernambuco que ocorreu entre 1634 e 1654, com a vinda de Maurício de Nassau e Dirck Dicx. Em 1640 implantaram uma cervejaria em Recife, porém com a expulsão dos holandeses, a cervejaria foi esquecida, em vista da cultura de consumo de vinhos trazida pelos portugueses paralelamente ao consumo de cachaça já bem estabelecido (GIORGI, 2015).

Após 1990, tem-se notado um aumento na procura de produtos alimentícios mais sofisticados independente do conseqüente maior valor. Entre esses produtos estão as cervejas especiais (CARVALHO, 2015).

Segundo o sindicato nacional da indústria da cerveja (SINDICERV) nos últimos anos, a produção de cerveja no Brasil alcançou o terceiro lugar no mundo com aproximadamente 133 milhões de hectolitros no ano de 2016, representando por volta de 2% do PIB nacional.

No anuário da cerveja, realizado pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) é relatado uma crescente taxa de crescimento no número de cervejarias e de rótulos de cerveja no Brasil. Se for considerar os últimos 5 anos, a taxa de crescimento de cervejarias chega a 36,4% ao ano.

## 2.2 MATÉRIA-PRIMA

Em suma, a cerveja é uma solução aquosa carbonatada e de baixo teor alcoólico, que possui em sua composição, água, malte de cevada, adjuntos maltados ou não maltados, lúpulo e leveduras, podendo conter outras especiarias (CARVALHO, BENTO, SILVA, 2006).

### 2.2.1 Água

A água é o ingrediente de maior abundância presente na cerveja, representando mais de 90% de sua composição. Influenciando, por exemplo, na cor, sabor e espuma da cerveja (SALIMBENI, MENEGUETTI, ROLIM, 2016).

Na indústria cervejeira a água não é utilizada apenas na receita da cerveja como também em etapas do processo, uso geral na fábrica (limpeza) e em caldeiras

(Tab. 1), somando aproximadamente 6L de água utilizada para cada 1L de cerveja fabricada.

**Tabela 1: Utilização da água em indústrias cervejeiras.**

<b>Tipo de água</b>	<b>Utilização</b>	<b>Tratamento</b>
Fabricação	Ingrediente	Necessita de tratamento.
Processo	Esterilização de equipamentos, pasteurização, refrigeração.	Potável.
Uso geral	Tarefas cotidianas	-
Serviço	Em caldeiras	Desmineralizada.

Fonte: Baseado em Salimbeni, Meneguetti, Rolim (2016, p. 28).

Em relação a sua dureza, a água pode ser dura ou mole. Na água dura, encontram-se sais de cálcio e magnésio em forma de sulfatos ou bicarbonatos dependendo da sua fonte de extração. Em contraste, a água mole apresenta baixa concentração de minerais (SALIMBENI, MENEGUETTI, ROLIM, 2016).

### **2.2.2 Malte**

O malte é obtido por meio da germinação das sementes de cevada, uma planta da família das gramíneas, pelo processo de malteação, no qual, inicialmente o grão é submerso em água para atingir os requisitos de umidade para a germinação (maceração), em seguida é ativado o complexo enzimático, no qual as principais enzimas são  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, maltase e protease, responsáveis pela quebra das cadeias poliméricas do amido, resultando em carboidratos de cadeia menor (germinação), e por fim é feita a redução da umidade para impedir seu desenvolvimento vegetal (secagem). Pode também ocorrer uma etapa de torrefação do malte, originando uma variedade de maltes, por conseguinte dando origem a uma variedade de tipos de cervejas (HENDGES, 2014; MELLO, SIQUEIRA, 2017; MATSUBARA, PLATH, 2014).

Sua principal função na elaboração da cerveja é o fornecimento de carboidratos fermentescíveis e outros nutrientes a serem consumidos pelas leveduras, resultando primordialmente na formação de álcool e gás carbônico. Além disso, o

malte influencia fortemente o gosto, cor e a formação e manutenção da espuma da cerveja (MATSUBARA, PLATH, 2014; MELLO, SIQUEIRA, 2017).

### 2.2.3 Lúpulo

O lúpulo (*humulus Lupulus* L.) é uma planta trepadeira originária de climas temperados. A mesma possui flores macho e fêmea, todavia, na produção de cerveja é utilizada apenas a flor fêmea pela presença da lupulina. Na lupulina estão presentes as resinas  $\alpha$ -ácidos e  $\beta$ -ácidos. O  $\alpha$ -ácido, durante a fervura torna-se iso- $\alpha$ -ácido, substância responsável por propiciar amargor e estabilidade biológica. O lúpulo também auxilia na manutenção da espuma e no aroma por meio de óleos essenciais (HENDGES, 2014).

### 2.2.4 Leveduras

Leveduras são fungos predominantemente unicelulares que se reproduzem por gemulação ou brotamento, os quais, na produção de cerveja visam consumir os açúcares presentes no mosto, gerando etanol e outras substâncias a fim de garantir qualidade e estabilidade ao produto (CARVALHO, BENTO, SILVA, 2006).

Se tratando de leveduras para a produção de cerveja, existem duas cepas que são mais utilizadas, uma delas, a *Saccharomyces pastorianus* (híbrida entre *S. cerevisiae* e *S. Eubayanus*), utilizada para fabricação de cervejas *lager*, fermentam idealmente entre 7 °C e 15 °C. Uma de suas características é a formação de diacetil, dimetilsulfureto e sulfureto de hidrogênio, substâncias indesejadas na cerveja (*off-flavours*), resultando em um tempo de maturação maior. A fermentação de cervejas *lager* (baixa fermentação) duram mais (aproximadamente 14 dias) e ocorrem em menor temperatura (8 °C) (GARCIA, 2017).

Paralelamente, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* que se utiliza na fabricação de cervejas do tipo *ale* (alta fermentação), apresenta crescimento até a temperatura de 45,4 °C e temperatura ideal de crescimento de 32,3 °C. O processo de fermentação com a mesma acontece em torno de 5 dias em temperatura por volta de 20 °C (CARVALHO, BENTO, SILVA, 2005; TEIXEIRA, 2009).

Em síntese, as leveduras também produzem vários compostos que influenciam nos sabores e aromas da cerveja, por exemplo, o diacetil que proporciona sabor amanteigado e os ésteres que geram notas frutadas. A escolha de qual levedura usar deve levar em consideração o tipo de carboidrato que será metabolizado, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido e densidade do mosto (SALIMBENI, MENEGUETTI, ROLIM, 2016; CARVALHO, BENTO, SILVA, 2005).

### 2.3 LEGISLAÇÃO

Segundo o Decreto nº 6871 que possui a finalidade de regulamentar a Lei nº 8918 que dispõe sobre inspeção, fiscalização, produção, registro, classificação e padronização de bebidas (2019, art. 36):

Cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro.

Anteriormente a legislação classificava a cerveja por meio do art. 38, quanto a sua cor, extrato primitivo, quanto a proporção de malte de cevada e quanto a fermentação, entretanto todas essas classificações foram revogadas pelo Decreto nº 9902 de 2019 (BRASIL, 2019).

### 2.4 WEIZENBIER

Weizenbier é uma cerveja de origem alemã do tipo *ale*, de alta fermentação, cor clara, turva e teor alcoólico médio. Em sua receita possui entre 50 a 60% de trigo maltado, além disso, se caracteriza por apresentar notas frutadas e de cravo (AQUARONE, 2001; SINDCERV).

Segundo Carvalho (2015), a cerveja de trigo é um dos estilos de cervejas artesanais que mais agradam o consumidor brasileiro, ficando atrás apenas das Pale Ales e Pilsners respectivamente.

### 2.5 PROCESSO PRODUTIVO

### **2.5.1 Moagem**

Nessa etapa, o malte é moído, quebrando sua casca com o fim de facilitar a solubilização do amido nas etapas posteriores. É interessante que a casca seja preservada o máximo possível, pois auxiliará como elemento filtrante no processo de filtração (COSTA, 2018, apud SILVA, 2017).

### **2.5.2 Mosturação**

Na mosturação, o malte moído é misturado com água e aquecido, visando a quebra do amido em carboidratos fermentescíveis. Para isso, a mistura inicialmente é mantida em uma temperatura de 45 °C, fazendo a ativação de proteases que pela sua ação nas proteínas, fornecerá nitrogênio para as leveduras durante a fermentação. A mistura é aquecida até 62-64° C, onde  $\beta$ -amilases quebram o amido em maltose, então aquecida até 72 °C, temperatura que as  $\alpha$ -amilases hidrolisam o amido obtendo entre outros polissacarídeos a dextrina, substância que dá corpo a cerveja (THESELING et al, 2019; GOMES, 2014).

### **2.5.3 Filtração**

Processo que visa a separação da parte insolúvel do extrato solúvel do mosto (THESELING et al, 2019). Em pequenas produções, ocorre com o uso de uma panela de fundo falso para a mosturação, esse fundo falso, somado as cascas restantes do malte formam o meio filtrante (COSTA, 2018).

### **2.5.4 Fervura**

Nesse processo ocorre a adição do lúpulo. Lúpulos utilizados para amargor são inseridos no início do processo, pois são ricos em  $\alpha$ -ácidos, que durante a fervura são convertidos em iso- $\alpha$ -ácidos, substância que contribui para o amargor da cerveja. Lúpulos para aroma são adicionados no fim da fervura, para que seus óleos essenciais não volatizem (THESELING et al, 2019; BAMFORTH, 2006).

Em decorrência da fervura ocorre a concentração do mosto, coagulação e precipitação de proteínas de alto peso molecular, volatilização de componentes indesejáveis (dimetil sulfeto) e consequente higienização do mosto (THESELING et al, 2019).

### **2.5.5 Fermentação**

Nessa etapa são adicionadas as leveduras ao mosto, elas são as responsáveis por transformarem os açúcares fermentescíveis em CO<sub>2</sub> e etanol. Paralelamente várias substâncias que contribuem para o aroma e sabor da cerveja são formadas (THESELING et al, 2019; COSTA, 2018).

Tipicamente as cervejas do tipo *Ale*, fermentam entre 15-25 °C, e por um período menor que as *lagers*, que fermentam entre 6-15 °C. O tempo de fermentação varia de 3 até 14 dias (BAMFORTH, 2006).

### **2.5.6 Maturação**

Na maturação, processo que ocorre entre -1 °C e 5 °C, as leveduras restantes na cerveja, com a diminuição da temperatura, reduzem sabores desagradáveis, como o causado pelo diacetil. O tempo de maturação varia entre alguns dias ou até algumas semanas (THESELING et al, 2019).

### **2.5.7 Carbonatação e envase**

A carbonatação pode ocorrer de duas maneiras, de maneira forçada, na qual se utiliza algum equipamento (*keg, post mix*) para injeção direta de gás na cerveja. Também pode ocorrer com a adição de concentrado de açúcar diretamente na garrafa que irá armazenar a cerveja (*primming*), as poucas leveduras ainda ativas na cerveja utilizam este açúcar, formando mais álcool e dióxido de carbono. No envase o cuidado com a sanitização de tudo que entra em contato com a cerveja é certamente de grande importância, para que não ocorra contaminação do produto (MELLO, SIQUEIRA, 2017).



## 2.6 CUMARU

Cumaru é uma (*Dipteryx odorata*) leguminosa que no Brasil encontra-se nos Estados do Pará, Maranhão, Acre, Amazonas, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia (CARVALHO, 2009).

Por meio da extração do óleo essencial (cumarina) presente na amêndoa, são produzidos perfumes, cosméticos, herbicidas, anti-inflamatórios, bebidas, comidas e mais uma variedade de produtos. O Pará é o maior responsável pela produção das amêndoas, representando 87,4% do todo (PORTELA, PAULETTO, 2020).

Segundo Araújo, Echeverria e Junior (2004), a cumarina possui sabor amargo e odor semelhante à baunilha. Além disso, possui densidade de 0,935 g/cm<sup>3</sup>, ponto de fusão entre 69 e 72 °C, se apresenta solúvel em álcool e em água, neste último em proporção de até 1 para 500.

## 2.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS

Muitos componentes são formados durante o processo de fazer cerveja, portanto, a medição de algumas substâncias e características é necessária para se manter um padrão de qualidade também para cumprir regulamentações (BAMFORTH, 2006).

Alguns dos atributos que normalmente se analisam na cerveja são, teor alcoólico, cor, turbidez, amargor, pH, extrato seco total e grau Brix. Podem ser feitas também análises da composição química (COSTA, 2018; BAMFORTH, 2006).

Como os atributos de qualidade sensorial de um alimento favorecem a fidelidade do cliente em um mercado cada vez mais exigente, a análise sensorial se justifica (TEIXEIRA, 2009).

Análise sensorial define-se como “a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos: visão, olfato, gosto, tato e audição” (ABNT, 1993).

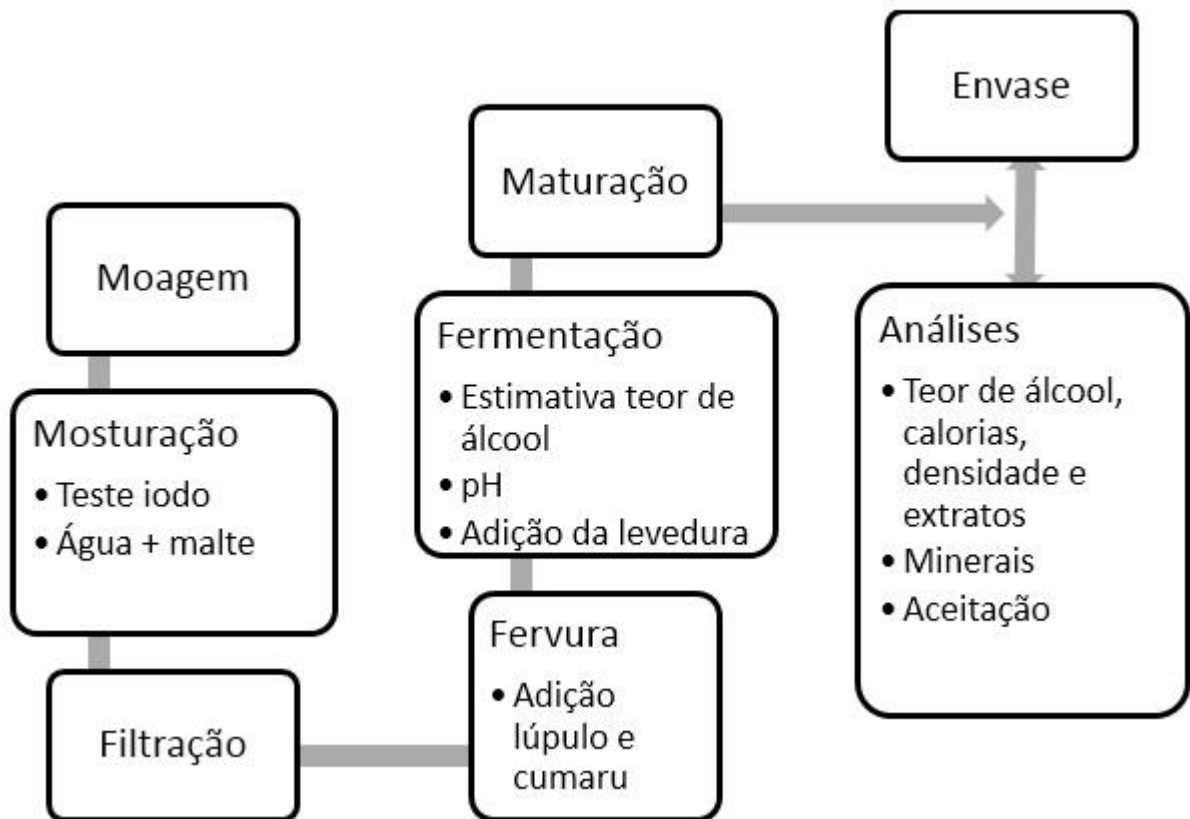
### 3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Neste tópico serão apresentados os materiais utilizados, o procedimento de produção da cerveja bem como as análises realizadas.

#### 3.1 METODOLOGIA UTILIZADA NA EXECUÇÃO DO TRABALHO

Na Fig. 1 é apresentado um fluxograma que resume as etapas de produção, sinalizando algumas análises e insumos.

Figura 1: Fluxograma de produção artesanal da cerveja e análises físico-químicas.



Fonte: Do Autor (2020).

## 3.2 PRODUÇÃO DA CERVEJA

Antes de iniciar a produção, todos os equipamentos utilizados foram sanitizados com álcool 70% para diminuir o risco de contaminação da cerveja. O processo foi realizado com a finalidade de produzir aproximadamente 20 litros de chope. Para o controle da temperatura foi utilizado o termômetro digital tipo espeto da marca Lotus e para as medições de massa uma balança digital da marca Marte, modelo AD3300.

### 3.2.1 Moagem

Inicialmente 4,428 kg de malte foi moído em um moedor de cereais funil curto da marca Botini, sendo 2,214 kg (50%) de malte de trigo claro Weyermann, 2,214 kg (50%) malte pale ale Weyermann.

### 3.2.2 Mosturação

O malte moído, juntamente com 72 g de aveia em flocos da marca Jasmine, foram adicionados a uma panela cervejeira de 32 L da marca Brew Head, com 11,1 L de água previamente aquecida até 43 °C. O mosto foi mantido nesta temperatura por 15 min, para que ocorresse a produção do ácido ferúlico, substância responsável pela formação do 4-vinil-guaiacol que proporciona o aroma de cravo, típico para cervejas do estilo weizen. Sob agitação, o mosto foi aquecido por 10 min até atingir 45 °C, e mantido nessas condições por 15 min.

Durante mais 10 min aqueceu-se o mosto até 62 °C, temperatura mantida por 75 minutos com agitação e ajuste da temperatura a cada 15 min. Na etapa seguinte o mosto foi aquecido por 10 min até 72 °C e mantido em repouso por 20 min.

Antes de finalizar a mosturação, realizou-se o teste do iodo para verificar se ocorreu a sacarificação do amido, utilizando-se uma solução de iodo 2% da marca ADV e uma placa de porcelana. Nesta análise algumas gotas do mosto foram depositadas sobre a placa de porcelana e sobre a mesma foi adicionada uma gota da solução de iodo. Se a cor da solução mudar para algo próximo de roxo indica que o amido presente não foi totalmente hidrolisado, neste caso seria necessário que o

mosto fosse mantido por mais tempo em aquecimento, entretanto, como a cor pouco se alterou com a adição do iodo, significa que o amido foi bem hidrolisado, podendo ser encerrado o processo de mosturação.

Finalmente aqueceu-se o mosto a 78 °C por 10 min para a inativação das enzimas, totalizando cinco rampas de temperatura.

### **3.2.3 Filtração**

Com o auxílio de uma peneira cônica de aço inox posicionada na saída da torneira da panela cervejeira, o mosto foi retirado da panela e filtrado, simultaneamente, 16,65 L de água previamente aquecida a 68 °C foi despejada aos poucos sobre o mosto não filtrado e o bagaço de malte, para retirada de açúcares retidos.

### **3.2.4 Fervura**

Aqueceu-se o mosto até atingir a temperatura de fervura, momento em que 12 g (75%) de lúpulo *Hallertau gold* em pellets foram adicionados. Após atingir a fervura, o mosto continuou fervendo por uma hora, sendo que 20 min e 5 min antes do término desse tempo foram adicionados 4 g do lúpulo *Saaz* em pellets e 20 g de amêndoas de cumaru, respectivamente. As amêndoas foram adicionadas ao mosto dentro de um saco de algodão, com as mesmas quebradas.

Ao fim da fervura retirou-se o cumaru da panela. Com o mosto ainda quente e com o auxílio de uma colher, o mosto foi agitado com movimentos circulares, de maneira que as partículas mais pesadas do mosto ( *trub*) se concentrem no centro da panela, esta técnica é chamada de *whirpool*. A técnica foi executada durante 10 min.

### **3.2.5 Fermentação**

O mosto foi transferido para um balde fermentador de 24 L da Brew Head, sendo filtrado por uma peneira cônica durante o processo. A levedura utilizada na etapa de fermentação foi a teckbrew 68 da marca Levteck.

Com o objetivo de fornecer mais oxigênio para as leveduras, é feita a aeração do mosto com o auxílio de um compressor de ar da marca Master, modelo Junior, mangueira de silicone atóxica, pedra porosa e filtro esterilizador. Simultaneamente o mosto é resfriado com um chiller de imersão de alumínio da Brew Head até atingir 25 °C.

Mediu-se o potencial hidrogeniônico (pH) do mosto com phmetro de bancada marca Simpla modelo PH140 e a densidade com um refratômetro da marca Manufacturer modelo 2030007.

Antes de dar início a fermentação do mosto, foram separados 200 mL do mosto em uma proveta de 250 mL, mediu-se a temperatura do mosto, e utilizando-se de um densímetro Gay-Lussac da marca HG foi verificada a densidade do mosto. A gravidade original do mosto (OG) pode ser encontrada utilizando a Fig. 2, que corrige a densidade do mosto pela temperatura medida. Após a fermentação foi executado o mesmo processo para se encontrar a gravidade final do mosto (FG), com essas informações calcula-se o teor alcoólico estimado da cerveja pela Eq. 1.

$$ABV = (OG - FG) * 131,25 \quad (1)$$

Onde:

ABV = porcentagem de álcool por volume [% (v/v)];

OG = gravidade original [g/cm<sup>3</sup>];

FG = gravidade final [g/cm<sup>3</sup>].

Após a adição das leveduras ao mosto, instalou-se a válvula airlock tipo S preenchida com álcool 70% ao balde fermentador, de maneira que o CO<sub>2</sub> liberado no processo de fermentação tenha uma rota de saída, aliviando a pressão dentro do balde.

O mosto fermentou por sete dias em temperatura de 20 °C. A densidade foi medida uma vez por dia com auxílio do refratômetro, até que não ocorresse alteração na leitura por dias seguidos, indicando a atenuação da quantidade de açúcar da cerveja.

Figura 2: Correção de leitura do densímetro.

Temperatura	Correção	Temperatura	Correção	Temperatura	Correção
1 °C	-0,0017	30 °C	+0,0025	59 °C	+0,0143
2 °C	-0,0017	31 °C	+0,0028	60 °C	+0,0148
3 °C	-0,0018	32 °C	+0,0031	61 °C	+0,0153
4 °C	-0,0018	33 °C	+0,0034	62 °C	+0,0158
5 °C	-0,0018	34 °C	+0,0037	63 °C	+0,0164
6 °C	-0,0017	35 °C	+0,0041	64 °C	+0,0169
7 °C	-0,0017	36 °C	+0,0044	65 °C	+0,0175
8 °C	-0,0016	37 °C	+0,0048	66 °C	+0,0180
9 °C	-0,0016	38 °C	+0,0051	67 °C	+0,0186
10 °C	-0,0015	39 °C	+0,0055	68 °C	+0,0191
11 °C	-0,0014	40 °C	+0,0059	69 °C	+0,0197
12 °C	-0,0013	41 °C	+0,0062	70 °C	+0,0203
13 °C	-0,0012	42 °C	+0,0066	71 °C	+0,0208
14 °C	-0,0011	43 °C	+0,0070	72 °C	+0,0214
15 °C	-0,0009	44 °C	+0,0074	73 °C	+0,0220
16 °C	-0,0008	45 °C	+0,0078	74 °C	+0,0226
17 °C	-0,0006	46 °C	+0,0083	75 °C	+0,0232
18 °C	-0,0004	47 °C	+0,0087	76 °C	+0,0238
19 °C	-0,0002	48 °C	+0,0091	77 °C	+0,0244
20 °C	+0,0000	49 °C	+0,0095	78 °C	+0,0250
21 °C	+0,0002	50 °C	+0,0100	79 °C	+0,0257
22 °C	+0,0004	51 °C	+0,0104	80 °C	+0,0263
23 °C	+0,0006	52 °C	+0,0109	81 °C	+0,0269
24 °C	+0,0009	53 °C	+0,0114	82 °C	+0,0276
25 °C	+0,0011	54 °C	+0,0118	83 °C	+0,0282
26 °C	+0,0014	55 °C	+0,0123	84 °C	+0,0289
27 °C	+0,0016	56 °C	+0,0128	85 °C	+0,0295
28 °C	+0,0019	57 °C	+0,0133	86 °C	+0,0302
29 °C	+0,0022	58 °C	+0,0138	87 °C	+0,0309

Fonte: Graugl, (2020)

### 3.2.6 Maturação e envase

Terminada a fermentação, transferiu-se a cerveja para um balde de maturação, deixando as leveduras e sedimentos do fundo no balde fermentador, para evitar formação de sabores indesejáveis (*off-flavors*) durante a maturação.

Para este processo, o chope foi mantido em uma geladeira a aproximadamente 4 °C e por 7 dias.

Obtendo-se 10,2 litros de chope ao final desses processos, objetivando-se atingir uma melhor carbonatação, foram adicionados 2,5 mL de açúcar invertido em 17 garrafas de 600 mL previamente sanitizadas com álcool 70%. Após o envasamento, para o fechamento das garrafas utilizou-se o arrolhador tipo VIK da marca BHS.

### 3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para obter o teor de álcool, calorias da cerveja, extrato primitivo e densidade, foi utilizado o equipamento Alex 500 da marca Anton Paar, cedido pela cervejaria Lohn Bier.

A análise de minerais foi realizada pelo Laboratório Biológico da unidade de Florianópolis.

### 3.4 ANÁLISE SENSORIAL

Para realização da análise sensorial, foram fornecidos 50 mL da bebida para cinquenta participantes em copos plásticos. Para obtenção de dados, foram entregues fichas (Fig. 3), que permitiu aos participantes avaliarem a cerveja em relação a sua cor, odor e sabor, além de declararem sua intenção de compra em relação ao produto fornecido.

Figura 3: Ficha de avaliação sensorial e intenção de compra.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

1) Você costuma consumir cerveja artesanal? Sim  Não

2) Avalie a amostra que você recebeu quanto ao sabor, odor e cor, utilizando a escala de 1 até 5.

(1) Desgostei extremamente (2) Desgostei moderadamente  
(3) Indiferente (4) Gostei moderadamente  
(5) Gostei extremamente

Sabor ( )  
Odor ( )  
Cor ( )

3) Sobre a amostra, avalie quanto à intenção de compra utilizando a escala abaixo.

(5) Certamente compraria  
(4) Provavelmente compraria  
(3) Talvez compraria  
(2) Provavelmente não compraria  
(1) Certamente não compraria

Intenção de compra ( )

Para o levantamento da aceitabilidade, foi calculado o índice de aceitabilidade (IA) utilizando a Eq. 2, utilizando-se a média das notas obtidas.

$$IA = \frac{(A * 100)}{B} \quad (2)$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima na escala utilizada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados obtidos por meio da análise de minerais e das análises físico-químicas estão apresentados na Tab. 2. O valor de densidade encontrado foi de 1,0104g/cm<sup>3</sup>, próximo aos valores encontrados por Gomes (2018) no seu estudo sobre a densidade do mosto durante o processo de fermentação.

Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas.

<b>Análise</b>	<b>Resultado</b>
Álcool (% vol.)	9,74
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,0104
Valor Energético (kcal/100mL)	76,11
Extrato Primitivo (%)	20,49
Ferro Total (mg Fe/L)	< 1,117
Magnésio (mg Mg/L)	59,900
Potássio (mg K/L)	355,800
Zinco Total (mg Zn/L)	1,172

Fonte: Do Autor (2020).



Em relação aos minerais não existe um padrão, porém Tozetto (2017), em seu trabalho, analisou vinte e nove amostras de cervejas distintas. Para melhor visualização, a Tab. 3 apresenta os resultados mínimos e máximos encontrados por ele.

Tabela 3: Valores mínimos e máximos da concentração de minerais em cervejas adquiridas no comércio.

<b>Mineral Analisado</b>	<b>Menor Valor Encontrado</b>	<b>Maior Valor Encontrado</b>
Ferro Total (mg Fe/L)	< 0,06	1,94
Magnésio (mg Mg/L)	45,07	96,66
Potássio (mg K/L)	325,00	850,00
Zinco Total (mg Zn/L)	< 0,03	0,29

Fonte: Baseado em Tozetto (2017, p. 49).

As concentrações de ferro (Fe) e zinco (Zn) encontradas na cerveja com cumaru foram abaixo do limite de detecção do método de análise utilizado, assim como os resultados obtidos por Tozetto (2017).

Os resultados das concentrações de magnésio (Mg) e potássio (K) apresentaram valores dentro do *range* exposto por Tozetto (2017), demonstrando que a quantidade desses minerais na cerveja com cumaru não destoam dos valores encontrados em cervejas presentes no comércio.

Apesar do art. 38 da Lei nº 8918 ter sido revogado pelo Decreto nº 9902, o MAPA, pela Instrução Normativa nº 54 de 5 de novembro de 2001, apresenta parâmetros para classificação da cerveja quanto ao extrato primitivo, graduação alcoólica entre outros quesitos. Qualquer cerveja que apresente mais de 0,5% do volume de álcool é classificada como alcoólica, portanto, com um teor de 9,74% do volume em álcool, a cerveja produzida nesse trabalho é considerada alcoólica.

A Instrução Normativa nº 54, define extrato primitivo como a quantidade de substâncias dissolvidas no mosto. Para o resultado obtido de 20,49%, a cerveja pode ser classificada como forte, pois apresenta extrato maior que 14%.

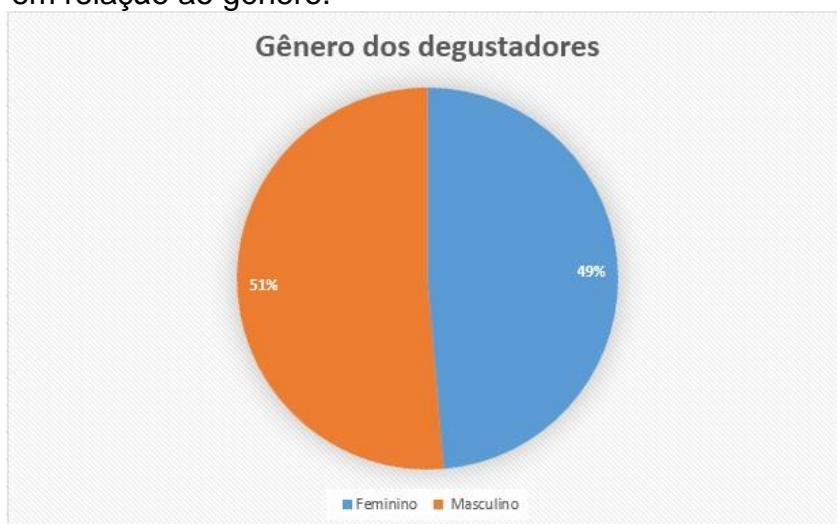
Para o valor energético encontrado de 76,11kcal/100mL, a cerveja não pode ser classificada como *light*, para isto, teria de apresentar valor energético inferior

a 35 kcal/100mL. Supondo um consumo de uma garrafa de 600 mL (uma garrafa), seriam ingeridas 456,66 kcal.

#### 4.2 ANÁLISE SENSORIAL

Trinta e sete pessoas participaram da análise sensorial. A Fig. 4 apresenta a distribuição de gênero dos participantes, onde se observa que a quantidade de participantes do gênero feminino e masculino foram bem próximas. A Fig. 5 apresenta a distribuição por faixa etária dos participantes, apresentando a maior parcela de 30% para jovens entre 18 e 25 anos, 13% entre 26 e 30 anos, 30% entre 31 e 40 anos e 27% com 41 anos ou mais.

Figura 4: Distribuição dos participantes da análise sensorial em relação ao gênero.



Fonte: Do Autor (2020).

Em relação ao sabor, 54% dos participantes gostaram moderadamente ou extremamente, sendo 85% destes pertencentes ao grupo que costuma consumir cervejas artesanais. Dos julgadores, 33% foram indiferentes ao sabor e 13% desgostaram moderadamente. O índice de aceitabilidade para sabor resultou numa média de 70,81%.

Já para o odor, 76% dos degustadores gostaram extremamente ou moderadamente, sendo 71% pertencentes ao grupo consumidor de cerveja artesanal.

21% foram indiferentes quanto ao odor e 3% desgostou moderadamente. Sendo que o índice de aceitabilidade para odor deu 79,45%.

Figura 5: Distribuição dos participantes da análise sensorial em relação a faixa etária.



Fonte: Do Autor (2020).

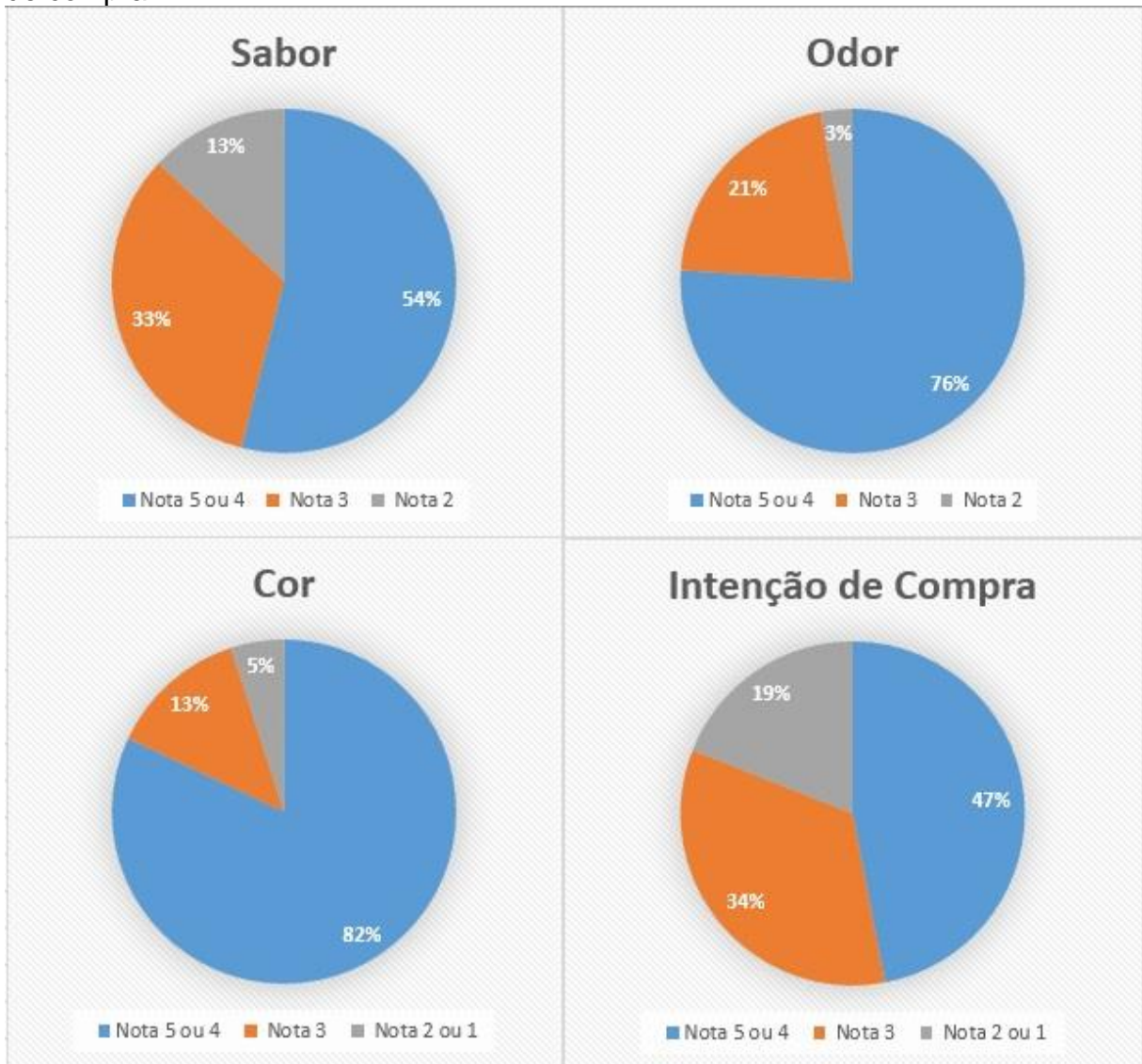
Para a cor, 82% (73% consumidores de cerveja artesanal) gostaram extremamente ou moderadamente, 13% se declararam indiferentes e 5% desgostaram moderadamente ou extremamente. O índice de aceitabilidade para cor foi de 83,24%.

Se tratando de intenção de compra, 47% certamente ou provavelmente comprariam a cerveja, sendo 82% destes interessados pertencentes ao grupo consumidor de cerveja artesanal; 34% talvez compraria e 19% provavelmente ou certamente não comprariam.

Para melhor visualização dos resultados, a Fig. 6 apresenta graficamente os resultados informados acima.

Observando os resultados fica claro que o sabor foi o fator menos agradável, provavelmente devido ao gosto ácido presente na cerveja que alguns degustadores mencionaram.

Figura 6: Distribuição em porcentagem da avaliação de sabor, odor, cor e intenção de compra.



Fonte: Do Autor (2020).

Tanto odor quanto cor obtiveram uma boa aceitação, entretanto o cheiro de álcool pode ter influenciado negativamente a avaliação do odor já que pela Eq. 1, estimou-se um teor alcoólico de 6,93% e 9,74% pelo Alex 500. Para redução do teor alcoólico, em uma próxima produção, bastaria diminuir o tempo de mosturação a 62 °C, produzindo menos carboidratos fermentáveis.

É possível notar também que entre as avaliações positivas, percentualmente estão mais presentes os degustadores que alegam beberem cervejas artesanais, indicando que a cerveja produzida é, assim como outras cervejas

artesanais, uma cerveja voltada para um público específico, que busca maior complexidade de sabores e odores ao beber uma cerveja.

Quando comparado com o trabalho de Matsubara e Plath (2014), que propuseram uma cerveja de trigo com gengibre, o índice de aceitabilidade foi semelhante para os critérios em comum nos trabalhos (cor, odor, sabor).

Comparado ao trabalho de Hendges (2014), que propôs uma cerveja utilizando quinoa maltada como adjunto, o índice de aceitabilidade (IA) para intenção de compra foi menor. Hendges conseguiu um IA de mais de 80% em intenção de compra, valor bem maior quando comparado aos 66,48% conseguidos pela cerveja com cumaru.

## 5 CONCLUSÕES

A cerveja produzida apresentou alguns desvios comparada a sua idealização, o alto teor alcoólico, retrogosto ácido e a pouca influência do cumaru são desvios desta idealização, entretanto podem ser melhorados com pequenas alterações no método de fabricação.

As análises físico-químicas e de minerais foram coerentes com o esperado e apresentou resultados similares aos encontrados em trabalhos anteriores sobre o assunto.

A aceitabilidade do produto foi satisfatória se for levado em consideração que alguns participantes da análise sensorial não costumam beber cervejas artesanais. Portanto, para o mercado das microcervejarias, ou cervejarias artesanais, o método de produção descrito neste trabalho é viável, entregando uma ideia diferenciada para o setor, entretanto fica como sugestão fabricações em escalas menores com o objetivo de alcançar um método padrão ainda melhor.

## REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 12994:** Métodos de análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993.2 p

AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter; LIMA, Urgel de Almeida; SCHMIDELL, Willibaldo. **Biotecnologia industrial**. 1. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. 560 p. ISBN 9788521202790.

ARAÚJO, Vanessa Fernandes; ECHEVERRIA, Rosangela M.; JUNIOR, Floriano Pastore. **Sistema de Extração de Sementes de Cumaru**. In: Projeto ITTO— Organização Internacional de Madeiras Tropicais—PD31/99 Rev.3. UnB. Instituto de Química (IQ), Laboratório de Tecnologia Química (LATEQ): Brasília, Brasil, 2004, p. 12.

BRASIL. Decreto nº6.871, de 4 de junho de 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.html)>. Acesso em: 13 março 2020.

BRASIL. Decreto nº9.902, de 8 de julho de 2019. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9902.htm#:~:text=D9902&text=Altera%20o%20Anexo%20ao%20Decreto,e%20a%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20bebidas](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9902.htm#:~:text=D9902&text=Altera%20o%20Anexo%20ao%20Decreto,e%20a%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20bebidas)>. Acesso em: 13 março 2020.

BRASIL. Lei nº8.918, de 14 julho de 1994. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8918.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20padroniza%C3%A7%C3%A3o%20a,Bebidas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8918.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20padroniza%C3%A7%C3%A3o%20a,Bebidas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs)>. Acesso em: 13 março 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **MAPA**. Instrução Normativa MAPA nº54, de 5 de novembro de 2001. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-54-de-5-de-novembro-de-2001.pdf/view>>. Acesso: 13 novembro 2020.

BAMFORTH, Charles William. **Brewing: new technologies**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. 500 p. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition).

CARVALHO, Giovani Brandão Mafrá de; BENTO, Camila Vieira; SILVA, João Batista de Almeida. **Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1ª. Parte- As leveduras**. Revista Analytica, v. 25, p.36 - 42, 2006

CARVALHO, Naiara Barbosa. **Cerveja Artesanal: pesquisa mercadológica e aceitabilidade sensorial**. 2015. 136 f. Tese (Pós-graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Cumaru-ferro *Dipteryx odorata***. Colombo, EMBRAPA FLORESTAS, 2009. 8p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 225).

COSTA, André Jales Henriques da. **Produção de Cerveja Weiss Artesanal: processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial**. 2018. 50 f. TCC

(Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

GARCIA, Manuel Mântua Esteves. **Produção de cerveja**: Utilização de estirpes não-convencionais em co-fermentação com *Saccharomyces* para potenciação do perfil sensorial de diversos tipos de cerveja. 2017. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de engenharia Alimentar, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

GIORGI, Victor de Vargas. **Cultos em cerveja**: Discurso sobre a cerveja artesanal no Brasil. Sociedade e Cultura, vol. 18, n. 1, pp. 101-111. 2015. Universidade Federal de Goiás, Goiania, Brasil. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70344885010>>. Acesso em: 10 março 2020.

GOMES, Mariana Jordana da Silva. **Acompanhamento da densidade do mosto durante a fermentação de cervejas produzidas em uma cervejaria artesanal**. 2019. 38 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Curso de Engenharia Química, 2018.

GOMES, Fábio de Oliveira. **Beta-amilase**: atividade enzimática ao longo de diferentes períodos de repouso. 2014. 27 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

GRAU - °GL EMPÓRIO. **Grau - °gl: produtos biotecnológicos para indústrias**, 2020, densímetro tripla escala. Disponível em: <<https://www.graugl.com.br/products/densimetro-especifico-tripla-escala>>. Acesso em: 03 de maio de 2020.

HENDGES, Diogo Henrique. **Produção de cervejas com teor reduzido de etanol, contendo quinoa malteada como adjunto**. 2014. 95 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.

MAPA. **Anuário da cerveja – 2019**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/2USxkLN>>. Acesso em: 18 março 2020.

MATSUBARA, Amanda Kaori; PLATH, Ariane Rodrigues. **Desenvolvimento de Cerveja Artesanal de Trigo Adicionada de Gengibre (ZingiberofficinaleRoscoe)**. 2014. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

MELLO, Livia Silva Simões; SIQUEIRA, Vinícius Lacerda. **Estudo de Cervejas Ácidas**. 2017. 51f. Projeto Final (Bacharelado em Engenharia Química) –

Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/5729>>. Acesso em: 10 março 2020.

PORTELA, João Gabriel Almeida; PAULETTO, Daniela. **Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre *Dipteryx odorata* no período de 2009 a 2018**. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, [s.l.], v. 11, n. 1, p.19-28, 6 jan. 2020. Escola Superior de Sustentabilidade. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.001.0003>.

SALIMBENI, Juliana Faria; MENEGUETTI, Mariana Pereira Devolio R. R. D.; ROLIM, Tatiana Ferretti. **Caracterização da água e sua influência sensorial para produção de cerveja artesanal**. 2016. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade São Francisco, Campinas, 2016.

SINDCERV. **Tipos de cerveja**. 2014. Disponível em: <<https://www.sindicerv.com.br/tipos-de-cerveja>>. Acesso em: 13 março 2020.

TEIXEIRA, Lílian Viana. **Análise sensorial na indústria de alimentos**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [S.l.], v. 64, n. 366, p. 12-21, dez. 2009. ISSN 2238-6416. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/70>>. Acesso em: 03 abr. 2020

TOZETTO, Luciano Moro. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*zingiber officinale*)**. 2017. 80f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnologia Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

THESELING, Florian A.; BIRCHAM, Peter W.; MERTENS, Stijn; VOORDECKERS, Karin; VERSTREPEN, Kevin J.. **A Hands-On Guide to Brewing and Analyzing Beer in the Laboratory. Current Protocols In Microbiology**, [s.l.], v. 54, n. 1, set. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cpmc.91>.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha professora e orientadora Dra Carolina Resmini Melo Marques por toda ajuda e paciência, a cervejaria Lohn Bier pelo auxílio com as análises e a cervejaria Blend Bryggeri por sanar minhas dúvidas.