

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LUCIANO MORO TOZETTO

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL
ADICIONADA DE GENGIBRE (*Zingiber officinale*)**

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2017

LUCIANO MORO TOZETTO

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL
ADICIONADA DE GENGIBRE (*Zingiber officinale*)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Helene Giovanetti Canteri

PONTA GROSSA

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.30/17

T757 Tozetto, Luciano Moro

Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre
(*Zingiber officinale*). / Luciano Moro Tozetto. 2017.

80 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Helene Giovanetti Canteri

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. Ponta Grossa, 2017.

1. Cerveja - Sabor e aroma. 2. Gengibre. 3. Engenharia de produção. I.
Canteri, Maria Helene Giovanetti. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
III. Título.

CDD 670.42



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº **303/2017**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL ADICIONADA
DE GENGIBRE (Zingiber officinale)**

por

Luciano Moro Tozetto

Esta dissertação foi apresentada às **10h00min** de **28 de abril de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Aline Alberti
(UEPG)

Prof^a. Dr^a. Juliana Vitoria Messias
Bittencourt (UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Maria Helene Giovanetti
Canteri (UTFPR) - Orientadora

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco
(UTFPR) - Coordenador do PPGEP

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO
DE REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR –CÂMPUS PONTA GROSSA

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por te me concedido saúde, perseverança e luz; o suficiente para derrotar os pensamentos negativos e barreiras impostas; fazendo com que eu navegue rumo ao êxito em mais esta importante etapa de minha vida.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Maria Helene Giovanetti Canteri, por todas suas contribuições preciosas e dedicação em ter me conduzido nessa trajetória;

Ao Prof. Dr. Eduardo Sidinei Chaves, que foi mais que um grande incentivador deste trabalho.

Aos parceiros técnicos de laboratório Junior Van Beink, Flávia Henrique e Klaiani Bez Fontana, que ajudaram com os procedimentos de análises laboratoriais.

Ao grupo de pesquisa do Laboratório de Bioquímica, em especial à Revenli Fernanda do Nascimento, Mariel Hang de Oliveira e Aline Hass.

À Universidade onde trabalho e estudo, pelo incentivo a essa qualificação.

Ao Departamento Acadêmico de Engenharia Química, em especial ao chefe de departamento Luciano Fernandes.

A prof. Dr.^a Rosilene Aparecida Prestes e ao Prof. Dr. Ciro Maurício Zimmermann, que contribuíram na análise estatística e discussão dos resultados obtidos.

E a todos os demais envolvidos com esse projeto, que contribuíram de forma direta ou indireta a efetivação dessa pesquisa, o meu sincero MUITO OBRIGADO!

*“A cerveja, se bebida com moderação, torna a pessoa mais dócil,
alegra o espírito e promove a saúde”*

(Thomas Jefferson)

RESUMO

TOZETTO, Luciano Moro. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

O mercado cervejeiro passa por uma revolução voltada à produção em escala artesanal ao invés de escala industrial, devido às expectativas dos consumidores em busca de alta qualidade e novo sabor do produto final. Visando produzir uma cerveja leve com relação ao teor de extrato e álcool, com sabor diferenciado, foram realizados vários ensaios de adição de gengibre no processo de produção. O mais viável resultado foi obtido com adição de 2g L^{-1} de lascas de gengibre *in natura* na maturação. A cerveja artesanal adicionada de gengibre foi produzida em escala laboratorial, para permitir sua análise físico-química e análise sensorial. Paralelamente, foram analisadas outras vinte e oito amostras de cerveja Pilsen para efeitos comparativos com relação aos aspectos físico-químicos. De acordo com o resultado do teste sensorial, o índice de aceitabilidade global foi de 92%, estando também acima de 70% o índice dos atributos individuais avaliados. A cerveja artesanal adicionada de gengibre apresentou características mais próximas às amostras de “Cerveja” ao invés das amostras “Puro Malte”, segundo classificação com relação ao teor de malte, por meio de análises quimiométricas (PCA e HCA). Essa discriminação entre os grupos foi devida aos teores de álcool, grau real de fermentação, grau aparente de fermentação, potássio, calorias e magnésio. O produto final apresentou como características principais um baixo teor alcoólico ($3,40^\circ\text{GL}$), baixo valor energético ($115,44\text{ KJ } 100\text{ mL}^{-1}$) e extrato reduzido ($7,81^\circ\text{Plato}$). Apesar do amargor mais acentuado ($21,55\text{ B. U.}$), o índice de aceitabilidade para o amargor permaneceu acima de 70%, com flavor picante e aromático.

Palavras-chave: Cerveja artesanal. Inovação agroindustrial. *Zingiber officinale*.

ABSTRACT

TOZETTO, Luciano Moro. **Production and characterization of handmade ginger beer (*Zingiber officinale*)**. 2017. 77 p. Dissertation (Master Degree in Engineering of Production) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The brewing market undergoes a revolution directing to production on a homemade scale rather than an industrial scale, due to the expectations of consumers searching high quality and new flavor of the final product. In order to produce a light beer with respect to the extract and alcohol content and different flavor, several ginger addition tests were carried out in the production process. The most viable result was obtained with addition of 2 g L⁻¹ of ginger flakes in natura at maturation. The artisanal brewed beer of ginger was produced in laboratory scale, to allow its physical-chemical analysis and sensorial analysis. In parallel, others twenty-eight samples of Pilsen beer were analyzed for comparative purposes in relation to physico-chemical aspects. According to the result of the sensorial test, the overall acceptability index was 92% as also as individual attributes evaluated were also above 70%. The artisanal beer added with ginger showed characteristics closer to the "Beer" samples than the "Pure malt" samples, according to classification in relation to the malt content, by means of chemometric analyzes (PCA and HCA). This discrimination between groups was due to alcohol, real degree of fermentation (RDF), apparent degree of fermentation (ADF), potassium, calories and magnesium. The final product had a low alcohol content (3.40 °GL), low energy (115.44 KJ 100 mL⁻¹) and reduced extract (7.81 °Plato). Despite the more pronounced bitterness (21.55 B. U.), the acceptability index for bitterness remained above 70%, with spicy and aromatic flavor.

Keywords: Handmade beer. Agroindustrial innovation. *Zingiber officinale*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Malte em Grãos.....	19
Figura 2 - Moinho de cereais manual	20
Figura 3 - Lúpulo em pellets	21
Figura 4 - Levedura da espécie <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	22
Figura 5 - Fluxograma básico do processo produção de cerveja.....	24
Figura 6 - Fluxograma Básico do Processo	36
Figura 7 - Beer Analyser	37
Figura 8 - Gráficos Box-Plot comparativos de minerais entre amostras de cerveja “Puro Malte” e Cerveja	51
Figura 9 - Cerveja Artesanal adicionada de Gengibre.....	52
Figura 10 - Dendograma de amostras de cerveja “Puro Malte” e Cerveja, obtido por meio de distância euclidiana e o método de conexão incremental.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Acompanhamento da fermentação da Pós Beer - lote de Bancada	44
Gráfico 2 - Caracterização dos provadores de cerveja artesanal adicionada de gengibre em relação ao gênero.....	53
Gráfico 3 - Caracterização dos provadores de cerveja artesanal adicionada de gengibre em relação à faixa etária	53
Gráfico 4 - Resultados dos atributos analisados sensorialmente	54
Gráfico 5 - Histograma de frequência das notas atribuídas à aceitação dos atributos sensoriais da cerveja artesanal adicionada de gengibre	55
Gráfico 6 - Escores, tridimensional, auto escalamento, variância total 76,8%, discriminação das cervejas quanto à proporção de malte como matéria-prima	57
Gráfico 7- Influência das variáveis sobre as amostras PC2 X PC1, auto escalamento, variância total 76,8%, discriminação das cervejas quanto à proporção de malte como matéria-prima.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais estilos de cerveja	31
Tabela 2 - Análises físico-químicas em amostras de cerveja adquiridas no comércio local da cidade de Ponta Grossa/PR no primeiro semestre de 2016 e Pós Beer (n=29)	46
Tabela 3 - Parâmetro de mérito para a determinação de minerais	48
Tabela 4 - Análises de minerais selecionados em amostras de cerveja adquiridas no comércio local do Município de Ponta Grossa/PR no primeiro semestre de 2016 e Pós Beer	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	14
2.2 PANORAMA DAS INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	15
2.3 MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA	18
2.3.1 Água.....	18
2.3.3 Lúpulo.....	20
2.4 ETAPAS DA PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	23
2.5 GENGIBRE COMO MATÉRIA-PRIMA ADICIONAL DA CERVEJA.....	25
2.6 CONTROLE DE QUALIDADE EM CERVEJA.....	28
2.7 CLASSIFICAÇÃO E TIPOS DE CERVEJA.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 MATERIAL.....	32
3.2 MÉTODOS.....	33
3.2.2 Preparação da Cerveja Artesanal Adicionada de Gengibre	34
3.2.3 Análises Físico-Químicas	37
3.2.3.1 Determinações Realizadas com o Equipamento Beer Analyser	37
3.2.3.3 Determinação da Cor	38
3.2.3.4 Determinação do pH.....	38
3.2.3.5 Análises de Minerais	38
3.2.3.6 Análise Sensorial da Cerveja de Gengibre Pós Beer	39
3.2.3.7 Análise Multivariada	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA PÓS BEER	43
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	44
4.3 ANÁLISE DE MINERAIS.....	48
4.4 ANÁLISE SENSORIAL	52
4.5 ANÁLISE MULTIVARIADA	56
5 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

APÊNDICE A - Rótulo sugerido para o produto, desenvolvido durante o Programa de Pós-Graduação Engenharia de Produção e rotulagem.....	71
APÊNDICE B - Pesquisa para triagem de julgadores de cerveja artesanal adicionada de gengibre produzida em bancada.....	73
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	75
APÊNDICE D - Teste de aceitabilidade e intenção de compra de cerveja artesanal adicionada de gengibre.....	79

1 INTRODUÇÃO

As cervejas artesanais dizem respeito a uma classe de produtos com qualidade superior e maior valor agregado, produzidas por meio de formulações ou processos distintos aos utilizados em escala industrial. A produção em pequena escala possibilita produtos diferenciados aos consumidores, mais exigentes com o cuidado na seleção da matéria-prima e levando a uma tendência da valorização do regional.

A crescente atenção dos consumidores à saúde, bem como aos produtos diferenciados, incentiva às cervejarias artesanais a aumentar a diversidade de seus produtos. Alguns fabricantes, ainda elaboram seus produtos de maneira empírica, sem padronização ou controle de qualidade de seus produtos.

A cerveja de gengibre é uma bebida relativamente popular no mundo, mas desconhecida no Brasil, que é um dos maiores fabricantes de cerveja no mundo.

Nesse sentido, justifica-se a importância deste trabalho pelo estabelecimento de um protocolo para produção de cerveja artesanal adicionada de gengibre, de fácil reprodução. Adicionalmente, a comparação analítica do produto final às amostras de cervejas comerciais possibilitará a caracterização deste produto inovador.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma cerveja artesanal adicionada de gengibre, com baixo teor alcoólico, leve quanto ao extrato primitivo, Puro Malte quanto à proporção do malte de cevada.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer um protocolo para produção de cerveja artesanal adicionada de gengibre.
- Avaliar as características físico-químicas usuais para bebidas na cerveja produzida adicionada de gengibre (extrato primitivo, álcool, amargor, pH, cor).

- Realizar análise sensorial em um lote de cerveja produzida em bancada com adição de gengibre, para verificar por meio de teste de preferência e intenção de compra, o valor agregado ao produto.
- Comparar as características da cerveja produzida com amostras de produtos comerciais, utilizando ferramentas estatísticas, por meio de análises físico-químicas de álcool, extrato, grau real de fermentação, grau aparente de fermentação, calorias, amargor; pH, cor e minerais (magnésio, sódio, potássio, cobre, ferro, e zinco).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Segundo o decreto n.º 2314, de 4 de setembro de 1997, cerveja é a bebida obtida pelo processo de fermentação alcoólica por ação de leveduras no mosto cervejeiro, comumente de cevada, podendo ser também de outros cereais (como arroz, milho, sorgo ou trigo) e água com adição de lúpulo (BRASIL, 1997), que contribui para o amargor e atua como um conservante natural (LI et al, 2007).

De acordo com Giovana Dallacort (2013):

A cerveja é o resultado da fermentação alcoólica preparada de mosto de cereal maltado, como é feita basicamente de água a origem dessa água e a qualidade original influenciam muito na qualidade da cerveja, a escolha da cevada dentre os maltes é devido ao seu alto conteúdo de enzimas naturais, mas outros cereais maltados e não maltados são utilizados como adjuntos no processo de fabricação, inclusive: milho, arroz, trigo e centeio. (DALLACORT, 2013).

Desta maneira, a cerveja pode ser considerada uma bebida alcoólica obtida por transformações de fontes de amido. A “lei da pureza da cerveja” determina apenas três ingredientes na formulação da bebida; porém, é um produto muito versátil, permitindo várias combinações possíveis de outros cereais como o milho, o arroz, o trigo, a aveia, o sorgo, entre outros. O processo de maltagem desses outros cereais é muito mais complexo comparado ao da cevada (MORADO, 2009).

A cerveja é a bebida alcoólica mais ampla e de maior consumo no mundo, e a terceira bebida mais popular de modo geral, perdendo apenas para a água e chá (NELSON, 2014). O Brasil ocupa a terceira posição no *ranking* da produção global, perdendo somente para a China e Estados Unidos, com o seu volume estimado em 14 bilhões de litros para o ano de 2014 (CERVBRASIL, 2017). Na China, o tipo mais popular é a Lager; um dos inúmeros estilos americanos (LI et al, 2007). Quanto ao consumo per capita, o Brasil ocupa a singela posição de 24º na lista, com consumo de 68 L por habitante, mostrando um enorme potencial de crescimento. A República Tcheca, Áustria e Alemanha são os três países de destaque na classificação do consumo por habitante com 149 L, 108 L e 106 L de cerveja bebidos por habitante (SEBRAE, 2014).

O grão de cevada, um dos mais importantes ingredientes para a produção de cerveja, vem a ser o quinto cereal de interesse econômico em escala mundial, de uso quase exclusivo da indústria cervejeira (BELETI *et al*, 2012), com uma quantidade anual estimada em 140 milhões de toneladas; perdendo em produção para o arroz, o milho, o trigo e o soja (MORI; MINELLA, 2012).

2.2 PANORAMA DAS INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO DE CERVEJA

Observando o manual de Oslo (OECD, 2005), o mínimo para se definir inovação é que o produto, processo, método de marketing ou organizacional sejam novos ou significativamente melhorados. As mudanças podem ser compreendidas como inovação do produto que uma empresa oferece (TIDD *et al*, 2008). Os estudos de Bhaskaram (2006) apontam que a inovação incremental é muito relevante para as vantagens competitivas em empresas de porte médio e pequeno. Constata-se que existe a inovação no segmento de marketing do produto artesanal, visto que os *homebrewers*- produtores de cerveja artesanal - possuem uma visão abrangente neste segmento, procurando ressaltar a exclusividade com um forte diferencial. As alterações na produção e no consumo de cervejas artesanais na região reforçam ainda mais a hipótese de que a inovação é um fator primordial para a continuidade dessas empresas. Bressant; Tidd (2008) relatam que a inovação agrega o aspecto positivo ao crescimento.

Segundo censo realizado no ano de 2010, no qual cerca de 400 cervejeiros caseiros responderam sobre o tempo de funcionamento e produção, 72% deles produzem cerveja há menos de dois anos e apenas 6% informaram que produziam cerveja há mais de cinco anos. Esse é um indicativo do quanto é recente o crescimento desse movimento no país (FERREIRA *et al*, 2011).

Atualmente existem mais de 20 mil formulações de cervejas no mundo. Essa vasta variedade deve-se à mudança no processo de fabricação da bebida, em diversas etapas, tais como alterações de diferentes tempos e temperaturas utilizadas na brassagem, na fermentação, na maturação ou o uso ingredientes diferenciados como milho, arroz, mel, frutas, mandioca, trigo, abóbora entre outros (SOARES, 2011).

A demanda por cervejas leves levou os cervejeiros artesanais a inovar, desenvolvendo cervejas claras. No entanto, estes produtos não são amplamente aceitos na Europa em comparação com a América do Norte e Austrália, devido à falta de plenitude no gosto e baixo amargor comparado ao produto convencional, por se tratar de um estilo de cerveja leve. Isso pode se explicar pelos níveis reduzidos de alguns compostos importantes, presentes na bebida mais leve, principais responsáveis pelos atributos da cerveja, que incluem proteínas solúveis em álcool, oligossacarídeos, glicerol, polifenóis, iso- α -ácidos, álcoois superiores, entre outros (BLANCLO et al, 2014).

Os consumidores de cerveja estão cada vez mais exigentes. Atributos como espuma consistente, cremosa e estável além de um sabor equilibrado entre os ingredientes utilizados na formulação passaram a ser indispensáveis na hora de uma perfeita degustação (ETOKAKPAN, 2004; GARBE et al, 2006).

A indústria de cerveja artesanal é um dos segmentos crescentes na indústria de bebidas e sua popularidade também afeta as preferências comerciais de cerveja dos indivíduos e as tendências de consumo (AQUILANI et al, 2015). Os esforços dos grupos cervejeiros para aumentar a oferta dos produtos oferecidos com baixo teor alcoólico foram motivados pelo aumento da sua produção global. O objetivo, nesse caso, era desenvolver produtos inovadores em países com mercado altamente competitivos, disponibilizando aos consumidores de cerveja produtos alternativos. Um segundo e excelente argumento vem a ser a possibilidade de explorar o mercado de bebidas alcoólicas em lugares onde o consumo de álcool seja proibido ou evitado por motivos religiosos (LEITE, CARVALHO, DRUZIAN; 2013).

O estudo da indústria de bebidas no segmento de cervejas artesanal manifesta-se interessante, pois é um segmento em franca expansão a nível mundial. A escolha pelo produto artesanal mostra-se conveniente, evidenciando diversos atributos, sendo um diferencial o seu sabor em relação ao produto industrializado. Degustadores e provadores desse produto artesanal estão interessados em apreciar algo com novos aromas, sabores, como um diferencial daquilo tão amplamente difundido através das grandes marcas industriais (SOHRABVANDI; MORTAZAVIAN; REZAEI, 2012; AQUILANI et al 2015).

As cervejas artesanais pertencem a uma categoria de produtos com qualidade superior e com maior valor de mercado pago, fazendo uso de formulações ou processos produtivos relativamente diferentes aos de escala industrial

(TSCHOPE, 2001). Além disso, a cerveja artesanal é escolhida de acordo com diferentes preferências de sabor em relação à cerveja industrializada, apreciada frequentemente em *pubs* e com membros da família e percebida como de maior qualidade do que a industrializada, em função da seleção cuidadosa das matérias-primas utilizadas em sua fabricação (AQUILANI et al 2015).

Essa constatação difere do que se observava na Idade Média, quando o fabrico de cerveja não passava de uma atividade caseira, sob a responsabilidade feminina e de subsistência, intimamente relacionada ao fator custo, pois era mais acessível em relação ao vinho. Nos mosteiros, no séc. VI, começou-se a pensar no aumento do volume de produção, surgindo famosas cervejas “Abadias”. Os monges foram responsáveis pela inovação da conservação a frio da bebida. No século XXI, a cultura cervejeira apresentou um grande desenvolvimento tecnológico e enorme crescimento, e o reaparecimento dos cervejeiros caseiros, os *homebrewers*; trazendo inovações aos consumidores por meio de oferta de produtos de qualidade e diversificados. (MORADO, 2009).

O aumento expressivo de consumo do produto artesanal pode ter sido alavancado com a descoberta de seu alto valor nutricional e benefícios proporcionados à saúde do consumidor, associados ao incentivo da ingestão moderada e consciente (SOHRABVANDI; MORTAZAVIAN; REZAEI, 2012).

Com relação à inovação na produção de cerveja, recentemente podem ser encontradas cervejas produzidas com mel e frutas (KUNZE, 2006; BRUNELLI, 2014). Segundo KUNZE (2006), o mel possui elevado conteúdo de açúcares fermentescíveis e de substâncias aromáticas, sendo ideal como matéria-prima para a fabricação de cerveja. Os custos mais elevados dessa matéria-prima podem ser compensados pelo fato de a cerveja de mel apresentar maior valor de mercado e atrair consumidores interessados em apreciar uma bebida completamente diferente e nova (KUNZE, 2006). Já, a utilização de frutas na produção de cerveja garante uma doçura residual, aroma e sabor cítrico e característico, por meio de uma maior gama de compostos aromáticos (KUNZE, 2006).

O uso dos frutos de origem tropical como adjunto no processo da cerveja vem de encontro a uma necessidade de mercado considerando a importância dessa bebida no Brasil. A influência das condições de produção sobre a qualidade tecnológica e aceitação do produto, bem como o incremento da fruticultura no país,

fazem com que o desenvolvimento de cervejas com frutas tropicais seja de relevante importância (PINTO et al, 2015).

Algumas pesquisas inovando o uso de novos adjuntos como batata e mandioca estão sendo realizados. As cervejarias brasileiras estão disponibilizando novidades, produzindo bebidas com aroma de limão, morando, cereja, abacaxi, kiwi, maçã, chocolate e até mesmo rosa. Porém estes produtos são adicionados apenas para conferir aroma na bebida (ALMEIDA; SILVA, 2008).

2.3 MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA

2.3.1 Água

A água para produção de cerveja deve ser livre de impurezas, filtrada, sem cloro, sabor e cheiro, inócua, livre de contaminações, para servir de nutriente para as leveduras fermentativas (REBELLO, 2009; VIEIRA, 2009). Quanto a sua dureza, a água com elevado teor de sulfato de cálcio (dureza permanente) está associada a cervejas amargas e para a cerveja Pilsen necessita de água mole para a sua produção, isto é, pobre em cálcio e magnésio (VENTURINI FILHO, 2000).

Em volume, a água é o principal constituinte do produto, ultrapassando os 92% do total, e para cada litro de cerveja produzida são utilizados em média 12 litros de água em todo o processo de fabricação. Recentemente, a tecnologia possibilita o uso de água com teores de pureza e minerais ajustados à produção de cerveja (ANDRADE; MEGA; NEVES, 2011). Morado (2009) cita que os recursos tecnológicos permitem “calibrar” as propriedades da água conforme as necessidades e a formulação, podendo acentuar sabores maltados e de amargor pela alta concentração de sais de cálcio, magnésio e sulfato.

O controle do pH da água é fundamental, pois um pH alcalino poderá ocasionar a dissolução de materiais existentes no malte e nas cascas dos cereais, indesejáveis no processamento da bebida. O ideal é que se tenha um pH ácido, o que facilita a atividade enzimática do grão do cereal, com consequente aumento no rendimento de maltose e maior teor alcoólico (AMBEV, 2011 apud OLIVEIRA, 2011).

De maneira geral, pode-se caracterizar a água ideal para fabricação de cerveja por: pH entre 6,5 e 7,0; menos de 100 mg L⁻¹ de carbonato de cálcio ou

magnésio; traços de magnésio, de preferência na forma de sulfatos; de 250 a 500 mg L⁻¹ de sulfato de cálcio; de 200 a 300 mg L⁻¹ de cloreto de sódio; e menos de 1 mg L⁻¹ de ferro (AQUARONE et al, 1983).

2.3.2 Malte

A cevada, antes de ser utilizada como insumo para a elaboração de cerveja; necessita passar por um processo de conversão do amido presente no seu endosperma em açúcares fermentescíveis; necessários para a produção da bebida. Essa transformação enzimática é chamada de malteação, sendo dividido em três etapas básicas: a maceração ou embebição, a germinação e a secagem ou clivagem. Em maltarias os grãos do cereal germinam sobre condições ambientais controladas e dirigidas a fim de se produzir enzimas utilizadas na conversão das matérias primas em mosto cervejeiro (BELETI et al, 2012).

Venturini Filho (2000) cita que o principal cereal utilizado na maltagem é a cevada, gramínea da espécie *Hondeum vulgare*. L. Alguns países usam o sorgo, milho e trigo entre outros para produzirem maltes desses cereais (HOUGH et al, 1971). Qualquer tipo de cereal pode ser utilizado para malteação, mas a nomenclatura por cereais deverá conter “malte de”. Exemplo: Malte de milho, malte de trigo, malte de sorgo, entre outros. Apenas a cevada maltada recebe o nome de malte propriamente dito (ARTEBREW, 2013).

Na Figura 1, apresenta-se o aspecto visual do malte em grão sem moer.

Figura 1 - Malte em Grãos



Fonte: Spiess (2015)

O malte é o ingrediente da fonte de carbono da bebida. Confere o sabor, a cor e atua na formação de espuma do produto. Também disponibiliza enzimas necessárias a quebra das grandes cadeias de polímeros, sendo os amidos e as proteínas presentes no próprio ingrediente (LEWIS e YOUNG, 2002), dando origem aos açúcares fermentescíveis e dextrinas que resultarão no “corpo” e dulçor da cerveja.

O malte apresenta variadas formas, em relação ao seu tamanho e coloração, com influência direta na coloração, odor e sabor da bebida produzida. Hasdwick (1995) indica que o malte utilizado no preparo da cerveja do estilo Pilsen deve apresentar peso de grãos em torno de 35,1 g, em base seca. Para Reinold (1995) o malte deve apresentar umidade de 4 a 5 %, extrato de no mínimo 80 %, poder diastático de no mínimo 350 WK (Windiseh-Kolbach), pH entre 5,5 e 6,0 cor após a fervura 6,0 a 7,5 EBC (European Brewery Convention), proteína total de no máximo 11,5 % e nitrogênio solúvel de 610 a 800 mg 100g⁻¹. O malte deve ainda fornecer cascas, utilizadas como auxiliar de filtração na clarificação do mosto cervejeiro. (VENTURINI FILHO, 1993).

Na Figura 2, mostra-se um moinho manual de disco, muito utilizado por cervejeiros artesanais, equipamento usado na moagem do malte para a manufatura da cerveja deste trabalho, denominada Pós Beer.

Figura 2 - Moinho de cereais manual



Fonte: Guzzo Utilidades Domésticas (2017)

2.3.3 Lúpulo

Este ingrediente confere o aroma e o sabor amargo na cerveja. Por fornecer amargor à mistura, equaliza a acidez e o leve dulçor do produto, conferindo aromas

e sabores característicos. Segundo Almaguer et al (2014) aproximadamente 97% da produção do lúpulo mundial é destinada para fins cervejeiros. A figura 3, demonstra a forma mais comum deste insumo usado na indústria, ou seja; na forma de pellets.

Figura 3 - Lúpulo em pellets



Fonte: WE consultoria (2017)

É o terceiro constituinte da formulação da cerveja, além da água e do malte. Seu uso é reduzido, sendo necessários entre 40 a 300 gramas para o preparo de 100L de cerveja. Algumas variedades de lúpulo são utilizadas com o intuito de conferir aroma, e outras variedades são responsáveis por realçar o amargor, podendo ainda ser empregado com as duas finalidades. Cabe ao cervejeiro saber dosar e combinar esse ingrediente na formulação de seu produto (MORADO, 2009).

Lúpulo são cones de *Humulus lupulus*, uma planta trepadeira perene de origem de climas temperados, de forma natural ou industrializada. No processo cervejeiro são utilizadas apenas flores fêmeas. O extrato de lúpulo é o resultante da extração, por solvente adequado, dos princípios aromáticos e amargos do lúpulo, isomerizados ou não, reduzidos ou não, devendo o produto final estar isento de solvente (REBELLO, 2009; SOCIEDADE DA CERVEJA, 2016).

O lúpulo pode ser comercializado na forma de flores secas, em *pellets* e como extrato, sendo os dois últimos mais concentrados e facilmente armazenados e manipulados. Apresenta ação antisséptica, em função dos ácidos iso- α formados durante a fervura do mosto, bacteriostáticos (VENTURINI FILHO, 2000). É utilizado como agente de paladar e aroma, além de um conservante para a cerveja (SLEMER, 1995). Cada cerveja pode usar mais de uma variedade de lúpulo, podendo ser utilizadas até dez variedades para se conseguir o sabor desejado (GEANESINI, 2010). Além das características citadas, dadas a cerveja pelo lúpulo,

esta planta ainda possui outras funções como evitar “espumamento” durante a fervura (BRIGIDO, 2006, NETTO, 2006).

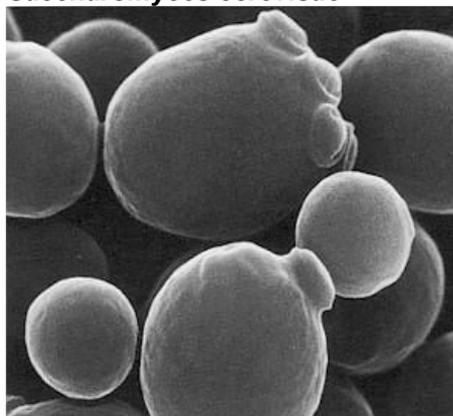
Conforme Hutkins (2006), o teor de amargor contribuído pelo lúpulo é expresso em termos de Unidade Internacional de Amargor (IBU). Um IBU equivale aproximadamente 1mg de ácidos iso- α por litro de cerveja.

2.3.4 Fermento

A levedura, ou fermento; é um microrganismo eucarionte, unicelular, desprovido de clorofila e pertencente ao Reino Fungi, que se reproduz geralmente por gemulação ou brotamento (SHWAN, CASTRO, 2001).

A transformação da matéria-prima em álcool é efetuada por microrganismos, usualmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, por meio da fermentação alcoólica. Para que a fermentação tenha sucesso, dentro de especificações técnicas, é muito importante que se misture ao mosto uma quantidade de leveduras capaz de converter os açúcares em álcool e gás carbônico, dentro de determinadas condições metabolizando os açúcares fermentescíveis a fim de se produzir álcool, gás carbônico, energia na forma de ATP e calor (YOKOYA, 1995; BOZA; HORII, 2000). Na Figura 4, demonstra-se uma micrografia desse microrganismo.

Figura 4 - Levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*



Fonte: Martinez (2017)

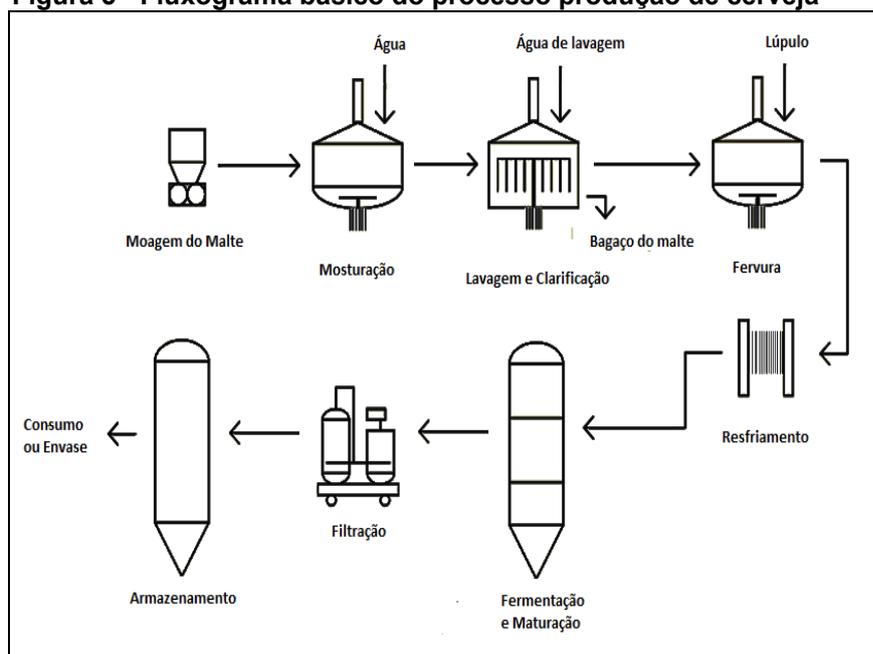
Quando ocorre o processo de fermentação, estão sendo consumidos os açúcares fermentescíveis, como a maltose, a glicose, a frutose, a galactose, a

manose e a maltotriose, sendo o etanol o principal produto formado da degradação desses açúcares (MORADO, 2009). Conforme Eblinger e Naziber (2012), durante a fermentação o pH decresce pelo menos em uma unidade devido aos ácidos orgânicos produzidos. O pH da cerveja deve variar entre 4,3 a 4,6.

2.4 ETAPAS DA PRODUÇÃO DE CERVEJA

O processamento industrial de cerveja pode ser dividido em operações essenciais: moagem do malte; mosturação ou tratamento enzimático do mosto; filtração; fervura; tratamento do mosto (remoção do precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; maturação e clarificação (ALMEIDA; SILVA, 2005). Essa sequência de etapas envolve muito conhecimento teórico e prático, pois estão envolvidas diversas reações químicas e bioquímicas, necessitando de um cuidadoso acompanhamento (MORADO, 2009); podendo ser divididas em dois grandes grupos ditos de parte quente e parte fria do processo de manufatura. Cada planta fabril possui suas características particulares, independe do volume de produção. Venturini Filho (2000) cita, ainda, como parte do processo a filtração, pasteurização e o envasamento das bebidas.

A Figura 5 ilustra o fluxograma geral do processo como um todo, desconsiderando as particularidades da unidade produtora planta fabril.

Figura 5 - Fluxograma básico do processo produção de cerveja

Fonte: autoria própria (2017)

A moagem tem por objetivo quebrar o grão do cereal e expor o seu amido interno, aumentando a superfície de contato com as enzimas do malte, favorecendo a hidrólise. Essa etapa tem relação direta com a rapidez das transformações físico-químicas, rendimento, clarificação e qualidade final da cerveja (DRAGONE; ALMEIDA; SILVA, 2010). Pode ser executada em equipamentos que permitam a exposição do conteúdo interno do cereal, do tipo moinhos de rolos, discos ou martelos. (VENTURINI FILHO, 2000).

A mosturação, ou tratamento enzimático do mosto; é a mistura do malte moído com a água cervejeira na tina de mostura, ou cozinhador de malte ou ainda na primeira panela se for processado em escala reduzida. Nesta etapa emprega-se um controle rigoroso de tempos e temperaturas de processo, com o objetivo de favorecer as reações bioquímicas necessárias ao processo (BUSCH, 2015). A filtração do mosto tem por objetivo a separação da parte sólida, chamada de bagaço de malte; e a parte líquida, o mosto cervejeiro; de real interesse para o processo de manufatura (BLEIER; CALLAHAN, et al, 2013).

Na etapa de fervura do mosto ocorre desnaturação proteica, a concentração do mosto, a eliminação de compostos sulfurosos, a esterilização e escurecimento do mosto, através da reação de Maillard. Nessa etapa ocorre a adição do lúpulo, normalmente feita em duas etapas: no início da fervura, para conferir o amargor e mais ao final da fervura, responsável por conferir o aroma característico de cerveja.

O processo leva normalmente de 80 minutos de fervura efetiva e mais trinta minutos para o aquecimento do líquido (PAPAZIAN, 2015). Logo após o final da fervura, o mosto é bombeado para outro tanque. O objetivo dessa operação unitária é promover a decantação de todo o excesso de proteína desnaturada na fervura, por meio de um tempo de repouso em torno de meia hora (MORADO, 2009).

O processo de fermentação é iniciado após a inoculação da levedura, com o mosto já devidamente resfriado e aerado. Nessa etapa, ocorre a liberação de CO₂ e calor nessa fase do processo (SANTOS, 2008). Após a retirada do fermento, acontece o abaixamento de temperatura no tanque iniciando assim a fase da maturação, de no mínimo 72 horas. Ocorrem importantes reações físico-químicas de transformação do aspecto visual da bebida além da produção de aromas e sabores característicos. Essa etapa é considerada por muitos cervejeiros como a fase de “afinamento” de “acabamento” da cerveja (MORADO, 2009). Tão logo a cerveja esteja pronta; acontece o envase e rotulagem do produto. A indústria ainda faz a filtração do líquido antes de enviar para a linha de envase.

2.5 GENGIBRE COMO MATÉRIA-PRIMA ADICIONAL DA CERVEJA

Raiz de gengibre, mangaratá, mangaratáia ou simplesmente gengibre são os nomes pelos quais é conhecido o rizoma da *Zingiber officinale* Roscoe, uma planta herbácea e perene da família das Zingiberáceas, que pode atingir de trinta centímetros até um pouco mais de um metro de altura. Seus ramos e folhas de coloração verde-escura partem de um caule grosso, duro, tuberoso, articulado e vivaz, denominado rizoma. Embora os rizomas cresçam subterrâneos, não são consideradas como raízes e sim hastes inchadas. As flores acham-se dispostas em espigas presas a hastes especiais que saem diretamente dos rizomas, sendo tubulares, roxas e amarelo-claras. Nem sempre presentes, os frutos têm coloração vermelha e diversas sementes pretas e pequenas (RAVINDRAN; BABU, 2005).

O gengibre foi trazido pelos holandeses ao Brasil, em meados do século XVI, onde se adaptou melhor na faixa litorânea em função do clima e do solo proporcionarem melhor adaptação da cultura (MENDES, 2007). O país não representa expressividade no ranking de produtividade mundial, com tímida escala de produção, norteadas para a exportação (MAGALHÃES et al, 1997).

O gengibre é globalmente vendido, devido sua aplicação industrial e na alimentação humana, principalmente como matéria prima, pois o seu sabor pungente e odor levemente cítrico são suas características marcantes (SALVADOR; SHINOHARA, 2013). No setor alimentício, o gengibre é utilizado como matéria-prima para fabricação de bebidas alcoólicas, refrigerantes, refrescos e produtos de panificação, na produção de condimentos, conservas e picles, e como ingrediente em preparados alimentícios in natura, sopas e molhos (RAVINDRAN; BABU, 2005). É um tubérculo conhecido e consumido mundialmente e de uso em alimentos, bebidas; na indústria confeitaria, em produtos como geleia, picles, chutney, cerveja, vinho e licores (ZHAO et al, 2009) Para evidenciar a grande versatilidade de produtos feitos à base de gengibre, podem ser citados o “Quentão” brasileiro; o refrigerante “Ginger-ale” (Estados Unidos, Canadá e Inglaterra); o licor “Khaung” (China) e o condimento “Curry” (Índia) (LORENZETTI, 2008).

Kemper (1999) evidenciou em seus estudos que a planta não possui na sua formulação compostos potencialmente tóxicos, carcinogênicos ou mutagênicos. Os compostos 6-gingerol, 8-gingerol e 10-gingerol, são os mais representativos e responsáveis por várias ações biológicas como exemplo: ser anti-inflamatório (LANTZ et al, 2007; YOUNG et al, 2005).

A cerveja de gengibre teve sua origem na cidade de Yorkshire na Inglaterra no ano de 1700. A exportação pelo mundo foi possível devido ao uso de garrafas de cerâmica seladas, sendo popular na Grã-Bretanha, Estados Unidos e Canadá no começo do século 20 (FERREIRA et al, 2013). Em Trindade e Tobago, essa bebida é bastante popular e produzida artesanalmente para consumo na época do Natal. O método tradicional de produção resulta em uma bebida variável, devido à qualidade das matérias-primas, a microflora natural para fermentação e processamento não padronizado. Entretanto, a produção concentra-se essencialmente em escala artesanal (DOOKERAN et al, 2004).

Embora a adição de gengibre à cerveja esteja quase que restrita às microcervejarias no território brasileiro, por meio de busca em sítios eletrônicos no mês de março de 2016, foram encontrados algumas indústrias em outros países com produção dessa bebida em escala industrial (Quadro 1).

Quadro 1 - Marcas e respectivos fabricantes de cerveja adicionada de gengibre em escala mundial

Nome fantasia	Sítio eletrônico	País
AJStephans	http://www.bevmo.com/aj-stephans-ginger-beer--12-oz-.html	USA
Belvoir	https://www.belvoirfruitfarms.co.uk/shop/ginger-beer	USA
Bickford's Ginger Beer	http://bickfordssoda.com.au/ginger-beer.html	Austrália
Bruce cost Ginger Ale	http://www.brucecostgingerale.com/Index.html	USA
Bundaberg Gingar Beer	https://www.bundaberg.com/brew/ginger-beer/	Austrália
Cock Bull Original	http://cocknbull.us/cockn-bull-products/	USA
Crabbie's Original	http://www.crabbiesgingerbeer.co.uk/drinks/original/	USA
Fetimans Ginger Beer Tradicional	http://www.fentimans.com/drinks/soft-drinks	Reino Unido
Francis Hartdrigés Celebrated	http://www.celebratedrange.co.uk/ginger-beer.html	USA
Genger Beer Fever-tree	http://www.fever-tree.com/ginger-beer	Portugal
Golings	http://www.goslingsrum.com/our-products/stormy-ginger-beer/	USA
Goya Jamaican Style	https://www.sodapopstop.com/products/detail.cfm?link=266	USA
Hakanova	http://hakanoa-handmade.co.nz/shop/ginger-lemon-pure-manuka-honey/	Neva Zelândia
Half and Half Ginger Beer	http://www.polarbev.com/PRODUCTS/Mixers/GoldenGingerAleExtraBold/tabid/214/Default.aspx	USA
Hollows e Fentimans	http://www.drinkhollows.com/#product_link	England
Melvill's Miscellanea	http://www.melvillesfruitbeer.com/#page-grab-a-melvilles	Canadá
Not yor father's Ginger Ale	http://smalltownbrewery.com/our-beers/ginger-ale/	USA
Old Jamaica	http://www.oldjamaicagingerbeer.com/products	Reino Unido
Parker's Ginger Beer	https://www.parkersorganic.com.au/products/ginger-beer	N.S.W
Rachel's Ginger Beer	http://rachelsgingerbeer.com/	USA
Reed's Ginger Brew Original	http://reedsinc.com/product/reeds-original-ginger-brew/	USA
Regatta Ginger	http://www.regattagingerbeer.com/	USA
Rocky's Ginger Beer	http://rockysgingerbeer.com/	USA
Saranac	http://www.saranac.com/soft-drinks/	USA
Squam Scot	http://www.squamscotbeverages.com/Flavors.asp	USA
Thomas Henry	http://www.thomas-henry.de/produkte/ginger-ale/	Alemanha

Fonte: Autoria própria (2016)

Deve-se ressaltar que nem todas as marcas industriais de cerveja adicionada de gengibre foram contempladas nesse Quadro, visto que nem todas as

empresas contam com divulgação de seus produtos na web. Adicionalmente, a busca foi realizada na língua inglesa, restringindo a abrangência dessa busca. Os Estados Unidos foi o país com maior quantidade de diferentes marcas industrializadas de cerveja adicionada de gengibre. O teor alcoólico dessas cervejas variou entre 1 a 5,9% (v/v), mas nem todas apresentavam a indicação desse teor em seus rótulos.

No Brasil, houve uma breve experiência no ano de 1980, quando a Ginger Ale foi lançada pelo grupo Antarctica durante um período curto (FERREIRA et al, 2013). Em Minas Gerais, a cerveja artesanal de gengibre chamada Rugbeer O'Driscoll foi popular por volta de 2008 (BELTRAMELLI, 2009). Atualmente, é produzida em Porto Alegre/RS, em escala industrial a cerveja de trigo tipo Weiss com gengibre, denominada Thay e disponibilizada para venda nas grandes redes de supermercado desse Estado (BARCO BREWERS, 2016).

O produto elaborado para o presente estudo recebeu o nome de Pós Beer, contando com a adição de gengibre na etapa de maturação; com o objetivo de realçar o aroma deste tubérculo na bebida. Essa inovação pode ser considerada incremental, pois se adicionou gengibre em um estilo de cerveja previamente definido.

2.6 CONTROLE DE QUALIDADE EM CERVEJA

Existem legislações que regulamentam os padrões higiênico-sanitários que devem ser seguidos pelos estabelecimentos que trabalham com alimentos, seja manipulando, transportando, fracionando ou distribuindo. No segmento de bebidas é o Ministério da Agricultura e Pecuária, M.A.P.A.; o órgão responsável pela fiscalização pertinente dos estabelecimentos produtores de cerveja (FERNANDES, 2012).

Convencionou-se padronizar o amargor da cerveja, utilizando a medida dos seus iso- α -ácidos totais através de técnica de espectrofotometria, após a sua extração por solvente, o iso- α -octano, indicando sua concentração em "Bitterness Units" (BU) ou unidades de amargor. Esse método é reconhecido oficialmente pela comunidade europeia e norte-americana. Acredita-se que esse resultado analítico

possibilita elevada correlação às percepções humanas de amargor na bebida do tipo Lager e Ale (SILVA, 2008).

A classificação de cervejas, de acordo com diferentes tipos, marcas e fábricas tem despertado o interesse contínuo, com base na determinação de compostos característicos de cervejas por vários instrumentos analíticos (ALCÁZAR et al, 2012; CAJKA et al, 2010; SILVA; AUGUSTO; e POPPI, 2008; LI et al, 2007; e conjuntos de sensores (ZHANG; BAILEY; SUSLICK; 2006). Recentemente, houve um crescimento notável por vários métodos de técnicas de espectroscopia incluindo infravermelho próximo (NIR) (BIANCOLILLO et al, 2014; DI EGIDIO et al, 2011; LI et al, 2009), no infravermelho médio (MIR) (BIANCOLILLA et al, 2014; CHRISTENSEN, LADEFOGED, NORGAARD, 2005; VERA et al, 2011), e UV-visível em caracterização de cervejas.

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma ferramenta moderna de análise de dados, utilizada nos mais diversos campos da ciência. Mostra-se um método simples, não paramétrico para se extrair informações relevantes a partir de conjuntos de dados confusos. Fornece um mapa para saber como reduzir um complexo conjunto de dados a uma dimensão inferior a fim de revelar informações que muitas vezes estão simplificadas, mas subjacentes (SHLENS, 2014). Para o tratamento e extração de informações relevantes de um grande número de variáveis em uma única amostra, novas ferramentas foram desenvolvidas para análise de dados químicos de natureza multivariada, dando origem à quimiometria. A análise de componentes principais (PCA, do inglês, *principal component analysis*) permite reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados com muitas variáveis correspondentes mantendo a variação presente nesse conjunto, tanto quanto possível, por meio da transformação em um novo grupo de variáveis, as componentes principais, não correlatas, ordenadas de tal forma que a primeira retenha a maioria da variação presente em todas as variáveis originais e a natureza multivariada dos dados permita sua visualização em poucas dimensões.

A aplicação da calibração e da validação por análise multivariada em cervejas indicou ser possível uma comparação de cervejas de diferentes composições de acordo com seu conteúdo de monofenóis (STERCKX; SAISON; DELVAUX, 2010), bem como análises preliminares para identificação de padrões iniciais para separação de diferentes amostras de cerveja (CETÓ et al, 2013).

Segundo o IFT (*Institute of Food Science and Technology*) a análise sensorial é uma disciplina usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, como elas são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição. A indústria de alimentos sempre se preocupou com a qualidade sensorial de seus produtos, entretanto, os métodos utilizados para medi-la variaram em função do estágio de evolução tecnológica da indústria (MORADO, 2009). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), análise sensorial é definida 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". Os métodos afetivos, indicados quando há o desenvolvimento de novos produtos ou para comparar produtos concorrentes, são utilizados para avaliarem a aceitação ou preferência pelo produto, sendo que os avaliadores não precisam de treinamento. (BEHRENS, 2011). A escala hedônica é o método afetivo mais utilizado em função de seu caráter informativo e os dados obtidos por meio da escala hedônica mista numérica podem ser resumidos na forma de médias e comparados estatisticamente por análise de variância e testes de comparação entre médias (BEHRENS, 2011). A avaliação sensorial de cerveja também pode ser realizada através de julgadores humanos ou recursos tecnológicos, dentre os quais pode ser citada a língua eletrônica. Este equipamento é um sistema baseado em sensores potenciométricos de maneira a criar uma ferramenta capaz de distinguir entre diferentes amostras (CETÓ et al, 2013).

2.7 CLASSIFICAÇÃO E TIPOS DE CERVEJA

A classificação da bebida é efetuada a partir de parâmetros físico-químicos observando a legislação vigente através do decreto nº 6.871 de 04 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura e Pecuária. O produto pode ser classificado quanto ao teor alcoólico, pelo seu extrato primitivo, quanto a proporção do malte de cevada e também através da sua cor.

Até o século XV, somente a cerveja de alta fermentação era conhecida. Com a necessidade de se produzir cerveja no inverno e armazená-la até o verão, surgiu então a produção de cerveja de baixa fermentação ou fermentação à frio, conhecida

como Lager, a qual tem a característica de sabor acentuado, aparência leve e clara, e atualmente corresponde a um expressivo índice de volume de produção mundial da bebida, ultrapassando a soma dos 90% (FERREIRA et al, 2011).

As cervejas de alta fermentação, conhecidas como ALE, utilizam leveduras *Sccharomyces cerevisae*, que são ativadas na temperatura média de 22 °C e flutam após a sua fermentação, formando uma espécie de nata em cima do líquido. Produz uma bebida de sabor forte, ligeiramente ácida e com teor alcoólico variando entre 4 a 8%. Nas cervejas do tipo LAGER, as cepas de levedura são da variedade *S. calsbergensis*, que é ativada entre 9 a 14 °C e se deposita no fundo do fermentador após 7 a 10 dias de fermentação (MORADO, 2009).

Os principais estilos de cerveja ALE são: Pale Ale, Belgian Ale, Weissbier, Stout, Porter. Dentre os principais estilos de LAGER estão: Pilsen, Munich, Bock e Malzbier (BORTOLI et al, 2013). Na tabela 1 podem ser observados alguns dos principais estilos de cerveja, sua origem e algumas classificações.

Tabela 1 - Principais estilos de cerveja

TIPOS DE CERVEJA				
CERVEJA	ORIGEM	COLORAÇÃO	TEOR ALCOÓLICO	FERMENTAÇÃO
Pilsen	República Tcheca	Clara	Médio	Baixa
Dortmunder	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Stout	Inglaterra	Escura	Alto	Geralmente Baixa
Porter	Inglaterra	Escura	Alto	Alta ou Baixa
Weissbier	Alemanha	Clara	Médio	Alta
München	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
Bock	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Malzbier	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Ale	Inglaterra	Clara e Avermelhada	Médio ou Alto	Alta
Ice	Canadá	Clara	Alto	–

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Para a produção da cerveja artesanal tipo pilsen, denominada neste trabalho de Pós Beer, o gengibre fresco (*Zingiber officinale Roscoe*) foi adquirido em mercado local da cidade de Ponta Grossa/PR. A levedura utilizada Saflager W-34/70 (Fermentis, S. I. Lesaffre, França), de 1ª geração, apresentava concentração de 109 células mL⁻¹. Segundo Venturini (2010), a levedura de primeira geração é aquela que será propagada pela primeira vez, ou seja; que não chegou a fermentar mosto e pode ser utilizada para tal por até seis vezes seguidas. Dois tipos de lúpulos peletizados foram utilizados: o Perle e o Nugget (Hallertau, Alemanha). O lúpulo Perle possui propriedades aromáticas, do tipo alemão, e combinado com um potencial moderado de amargura pode ser substituído por outro lúpulo do tipo Northern Brewer. É dosado durante a etapa final da fervura do mosto com o objetivo de conferir aroma a cerveja. O lúpulo Nugget também é uma variedade originária da Alemanha, divulgada no ano de 1983. Possui alto teor de ácidos alfa, variando entre 11,5 a 14,5%; por isso é destinado ao amargor do produto final; e bom perfil aromático frutado doce; sendo dosado na primeira metade da etapa da fervura do mosto (WE consultoria). O malte Pilsen (Weyermann®) e o açúcar (sacarose) do tipo Cristal (Certano®) foram adquiridos em uma revenda de insumos para cervejeiros artesanais na cidade de Ponta Grossa/PR.

As amostras de cerveja analisadas para efeitos comparativos (lote de 28 amostras) adquiridas em rede de supermercados na região do Município de Ponta Grossa/PR, no primeiro semestre do ano de 2016, estão indicadas no Quadro 2, em listagem ordenada em ordem alfabética. Entretanto, as amostras foram codificadas com dígitos aleatórios durante as análises e na seção resultados, para impedir sua identificação.

Quadro 2 - Identificação das Cervejas Analisadas com a Classificação Indicada na Rotulagem

Amostra	Classificação
1500	"Puro Malte"
Antártica	Pilsen
Antártica Sub Zero	Pilsen
Bavária	Pilsen
Bierland	Pilsen
Brahma Chopp	Pilsen
Budweiser	Lager Beer
Colorado Cauim	Pilsen Clara
Dama Bier	Pilsen
Devassa	"Puro Malte" Lager
Eisenbahn	"Puro Malte" Pilsen
Gauden Bier	"Puro Malte" Extra Clara
Germania 55	Pilsen
Heineken	Premium Lager Beer
Itaipava Premium	Pilsen Premium
Kaiser	Pilsen
Kaiser Radler Limão	Leve Pilsen Limão
Kirin Ichiban	Pilsen Extra Clara
Klein	Pilsen
Konigsbacher	Pilsen
Opa	Pilsen
Proibida	Pilsen
Saint	Pilsen
Schin	Pilsen
Serra Malte	"Puro Malte" Extra
Shornstein	Pilsen
Skol	Pilsen
Stella Artois	Premium Lager Beer

Fonte: Autoria própria (2017)

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Classificação da Pesquisa - Delineamento do Trabalho

A presente pesquisa tem como objetivo gerar conhecimentos aplicáveis, dirigidos principalmente na solução de problemas, portanto trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada (SILVA; MENEZES, 2005). A pesquisa trará dados em números em informações, que serão analisados de forma indutiva, podendo ser classificada como pesquisa quantitativa e qualitativa (GIL, 2008). Para classificação da pesquisa utilizou-se Gil (2008); o estudo visa identificar fatores que influenciam a ocorrência de fenômenos, classificando-os quanto aos procedimentos técnicos a pesquisa trata-se de uma pesquisa experimental e laboratorial, pois será a partir de um objeto de estudo, selecionando as variáveis que a influenciará podendo escolher as formas de controle.

No Quadro 3 apresenta-se, de forma geral, as classificações da pesquisa, e as características adotadas nesta pesquisa.

Quadro 3 - Classificação da pesquisa adotada neste trabalho

Classificação da pesquisa	Características adotadas nesta pesquisa
Objeto	De Laboratório
Natureza	Aplicada
Abordagem do problema	Quantitativa e Qualitativa
Procedimentos Técnicos	Experimental e Laboratorial

Fonte: Autoria própria (2017)

3.2.2 Preparação da Cerveja Artesanal Adicionada de Gengibre

O processo para elaboração da cerveja foi realizado de acordo com o método tradicional de fabricação de cerveja artesanal tipo pilsen (TSCHOPE, 2001). Foram utilizadas as instalações do laboratório de vegetais da UTFPR, Câmpus Ponta Grossa – D002. Um volume de quinze litros de água com pH 6,3, proveniente de poço artesiano da UTFPR - Câmpus Ponta Grossa/PR foi aquecido a 50 °C. O malte (5000 g) foi moído em moinho manual de disco (Guzzo) e misturado à água pré-aquecida, com pH final da empastagem próximo a 5,6. Essa mistura permaneceu a 50 °C por 30 minutos e em seguida, foi feito o aquecimento lento (1 °C min⁻¹) até se atingir 62 °C, com repouso por mais 30 minutos. Em seguida, foi realizado novo processo de aquecimento lento, até 75 °C, com repouso da suspensão por 10 minutos. O teste do lugol (HARISHA, 2006) foi realizado para confirmar o processo de sacarificação do amido, resultando em negativo. Essa suspensão passou a ser denominada de mosto.

Posteriormente, foi realizada a clarificação do mosto por recirculação em tina de filtração, de fundo falso; a temperatura de 75 °C, seguida da lavagem do bagaço (sparging). Esse mosto (45 L) foi submetido a aquecimento até atingir a ebulição e, transcorridos dez minutos iniciais, foram adicionados 15 g de lúpulo tipo Nugget. Esse lúpulo tem a característica de conferir o amargor ao produto. Depois de cinquenta minutos de fervura vigorosa, foram adicionados 40 g de lúpulo tipo Perle com o objetivo de realçar o aroma da bebida. Ao final de 80 minutos de fervura, o mosto foi agitado vigorosamente no sentido anti-horário com a pá cervejeira,

fazendo o movimento de vortex e dosados duas pastilhas de Whirlflock. O mosto permaneceu em repouso por 20 minutos para formação do trub. Em seguida, foi realizado o resfriamento do mosto com o uso da serpentina de cobre. A trasfega do mosto resfriado foi efetuada para o tanque de fermentação, tomando-se o cuidado de não arrastar o trub com o mosto. O trub é definido como uma massa mucilaginosa resultante do repouso do mosto após a fervura, sendo rico em proteínas desnaturadas, polifenóis, taninos e lúpulo, isomerizado nesse processo (VENTURINI, 2010).

Simultaneamente, a levedura (46 g) foi reidratada em aproximadamente 100 mL de água já fervida e resfriada a temperatura de 20 °C, por uma hora. Para o processo de fermentação, a levedura reidratada foi adicionada ao mosto, no qual foi promovida a aeração vigorosa por pelo menos 8 minutos antes da dosagem do fermento, com o intuito de chegar a faixa de 8 a 10 ppm (parte por milhão) de oxigênio dissolvido no mosto. A válvula airlock foi adaptada na saída superior do tanque de fermentação; com temperatura constante de 10 °C por 240 horas.

Para a retirada do fermento, foi realizada uma nova trasfega para outro fermentador e o mosto resfriado até 4 °C, dando início ao processo de maturação. Nesta etapa, foram adicionados 80 g de gengibre em lascas. Esse material foi adequadamente imerso em solução de hipoclorito 2% (1 mL L⁻¹ v/v) e lavado com água corrente e cortado manualmente em lascas cúbicas de 1 cm², técnica similar ao *dry hopping*, usada para a lupulagem da cerveja artesanal. Essa quantidade já havia sido pré-definida anteriormente como a mais ideal, conforme estudos apresentados por FERREIRA et al (2013) publicado no 8° encontro de Engenharias e Tecnologias dos Campos Gerais.

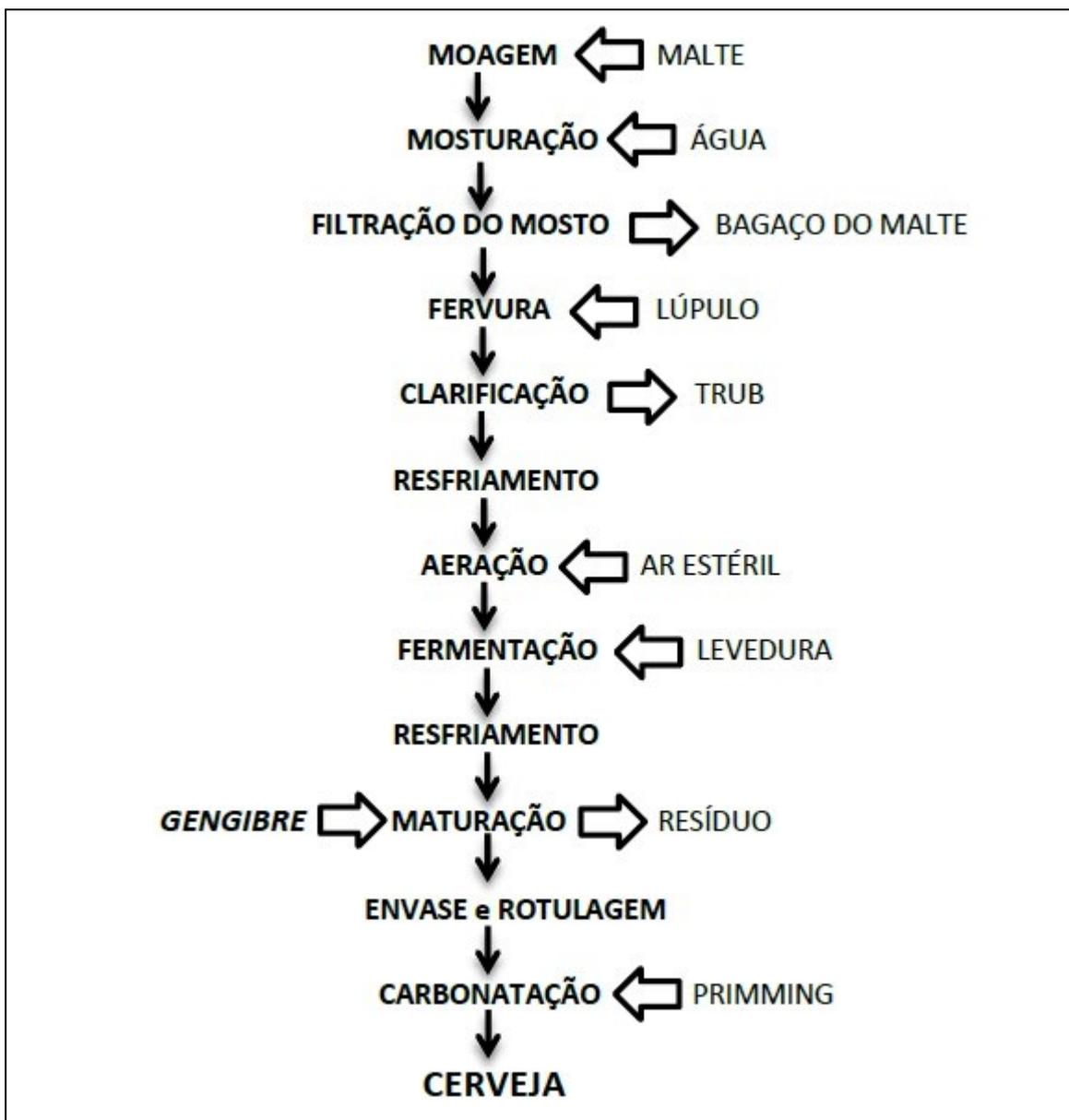
Para o engarrafamento, foi dosada uma solução de 7 g de açúcar por litro de cerveja crua, seguido da homogeneização e do arrolhamento. Para que ocorra a carbonatação secundária, a cerveja permaneceu por sete dias em temperatura ambiente em local escuro (média de 20 °C). A cerveja não foi pasteurizada e também não foi filtrada para o seu envase, como ocorre usualmente com os produtos artesanais. Foi desenvolvido um rótulo para a cerveja com as informações básicas sobre o produto: lote de fabricação, data de validade, teor alcoólico, ingredientes, identificação do produtor e frases de advertência (Apêndice A).

O acompanhamento do processo de fabricação foi realizado por meio de análises de pH em pHmetro de bancada (Hanna – modelo pH 21), densidade e teor

alcoólico por densímetro Gay-Lussac e sólidos totais por meio de refratômetro de bancada (DIGIT – Refratômetro ABBE com Escala de Refração 2WAJ).

A figura 6 indica o processo de fabricação de cerveja artesanal de gengibre, sinalizando o momento da adição do gengibre em lascas durante o processo, o qual é o grande diferencial deste produto.

Figura 6 - Fluxograma Básico do Processo



Fonte: Autoria própria (2017)

3.2.3 Análises Físico-Químicas

3.2.3.1 Determinações Realizadas com o Equipamento Beer Analyser

Todas as determinações foram realizadas com as amostras descarbonatadas em triplicata, no equipamento Beer Analyser ME (Figura 7); de propriedade de uma indústria cervejeira do município de Ponta Grossa/PR, onde foi oportunizada ao pesquisador deste trabalho a realização das análises *in loco* com esse equipamento.

Figura 7 - Beer Analyser



Fonte: Gemini BV (2017)

As análises realizadas foram: determinação de álcool (v/v), extrato primitivo (°Plato); extrato aparente (%m/m), extrato real (%m/m), densidade específica (SG 20/20), Grau real de fermentação (RDF%), Grau aparente de fermentação (ADF m/m), Calorias (KJ/100 mL) e álcool (%m/m) em cerveja baseada na técnica de medição NIR (infravermelho próximo), marca Anton Paar.

3.2.3.2 Determinação do Amargor

O método para mensurar o amargor de cervejas utiliza a medida espectrofotométrica das substâncias responsáveis pelo amargor do lúpulo, os alfa e beta ácidos. O resultado é expresso em Unidades de Amargor (B.U.). As unidades

de amargor foram determinadas por meio da extração de substâncias amargas da cerveja com iso-octano (2,2,4-trimetilpentano). Um volume de 20 mL de cada amostra foi previamente acidificada pela adição de 0,5 mL de HCl 6,0 mol L⁻¹ misturadas com 20,0 mL de iso-octano. Em seguida procedeu-se medição espectrofotométrica no comprimento de onda de 275 nm em cubeta de quartzo de 10 mm, conforme metodologia descrita por Philpott, Taylor e Williams (1997). No equipamento espectrofotômetro DR 5000, onde o resultado do amargor é calculado pela seguinte equação:

$$\text{Equação 1 - Determinação do Amargor} \\ \text{Abs 275 nm} * 50 = \text{Amargor (B.U.)}$$

3.2.3.3 Determinação da Cor

Para a verificação da intensidade da cor, utilizou-se o método 8.5 espectrofotométrico Analytica – EBC (European Brewery Convention, 2005). As amostras foram filtradas em papel filtro de membrana 0,45 µm e em seguida foi realizada a leitura da absorbância a 430 nm, com o uso de uma cubeta de vidro de 10 mm. O resultado da cor é expresso usando a seguinte equação, onde A é a absorbância a 430 nm em cubeta de vidro de 10 mm.

$$\text{Equação 2 - Determinação da Cor} \\ A * 25 = \text{COR (EBC)}$$

3.2.3.4 Determinação do pH

Os valores de pH das amostras foram determinadas em aparelho digital da marca comercial Quimis (modelo Q400BD), conforme metodologia descrita pelo método 017/IV baseado em Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos (MFAA), disponível em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.5 Análises de Minerais

As medidas foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica com atomização em chama FAAS, AAnalyst 700 (PERKIN ELMER-SCIEX, Canadá)

equipado com amostrador automático S10. Para as leituras foram utilizadas lâmpadas de cátodo de cobre, ferro, zinco e magnésio, com comprimentos de onda de 324,8 nm, 248,3 nm, 248,3 nm e 213,9 nm respectivamente, monitorados em fenda espectral de 0,7 nm. Para determinação de cobre, chama composta por ar - acetileno (2:14 L min⁻¹) foi utilizada; para ferro e magnésio, ar - acetileno (2,2:8 L min⁻¹) e para zinco ar - acetileno (2:14 L min⁻¹). Os tempos de leitura foram de 4 segundos para o cobre e zinco, e de 3 segundos para o ferro e magnésio. Para os minerais sódio e potássio, foi utilizada a técnica de fotometria em chama (FC), no fotômetro analyser 910MS, calibrado com solução padrão para fotômetro de chama Na e K 100 ppm. Para a leitura, as amostras foram diluídas em 10 vezes.

As digestões das amostras foram realizadas em bloco digestor (SL 25/40, Solab, Brasil) e a extração assistida por ultrassom foi realizada em banho ultrassônico (USC-1400A Unike, Brasil - 40 kHz, 135 Watts). A centrifugação das amostras foi realizada em centrífuga (EXCELSA BABY II 206-R, Fanem, Brasil). Todos os reagentes utilizados eram de grau analítico. Água ultra-pura com resistividade 18,1 MΩ cm (GEHAKA Master All 2000 system, Brasil) foi utilizada para o preparo das amostras e soluções. ácido nítrico (HNO₃) (Merck – Alemanha) e peróxido de hidrogênio a 35% (H₂O₂) (VETEC, Brasil). Soluções estoque (1000 mg L⁻¹) de cobre, ferro, zinco e magnésio (SPECSOL, Brasil) foram utilizadas para o preparo dos padrões de calibração. Para a digestão ácida, uma alíquota de 20 mL das amostras foi inserida em tubos de digestão. Posteriormente, foram adicionados 3 mL de HNO₃ e 2 mL de H₂O₂, levados a bloco digestor a temperatura de 80 °C por 30 minutos. Na sequência, a temperatura foi aumentada para 120 °C e as amostras mantidas a esta temperatura por mais 1 hora e 20 minutos. As amostras foram avolumadas para 50 mL em frascos de balão volumétrico, e a concentração dos analitos determinada por FAAS.

3.2.3.6 Análise Sensorial da Cerveja de Gengibre Pós Beer

O teste foi conduzido no laboratório de Análise Sensorial do Câmpus Ponta Grossa, da UTFPR, com intervenção direta do pesquisador, que explicou o teste executado, mediante aprovação do Comitê de Ética de Pesquisas com seres

humanos (CAAE número do registro 57125716.5.0000.5547), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por meio do Portal Plataforma Brasil.

Dentre a população total de discentes dos Cursos de Engenharia Química e de Superior de Tecnologia em Alimentos (n=553), foram recrutados 85 voluntários para compor a equipe sensorial, entre discentes dos Cursos de Engenharia Química e Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Ponta Grossa. O recrutamento foi realizado por meio de questionário de triagem (Apêndice B) relativo a dados demográficos dos participantes, disponibilidade de tempo e frequência de consumo do produto. Informações sobre os objetivos do estudo e garantia da confidencialidade dos dados foram fornecidas àqueles que concordaram em participar. Os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C), conforme determinado na Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996.

Os testes foram realizados em quatro sessões, em dois diferentes turnos de aula. As amostras foram codificadas em três grupos de três dígitos em cada sessão para evitar que os julgadores trocassem informações entre as sessões, apesar de ser oferecida para degustação a mesma cerveja. Os julgadores degustaram cerca de 50 mL da bebida, servida em taças de cristal, em cabines individuais, de forma aleatória, em temperatura de refrigeração (± 5 °C), sob luz branca. Cada julgador recebeu uma ficha para a amostra, na qual deveria indicar na escala hedônica de 9 pontos (Apêndice D), o julgamento em relação à aceitação do produto, atribuindo nota 9 para "gostei extremamente" e 1 para "desgostei extremamente". Os itens cor, sabor, aroma, aparência, amargor, aceitação global e intenção de compra foram avaliados em um lote de cerveja adicionada de gengibre produzida em bancada.

Os critérios para inclusão de julgadores foram: Discentes regularmente matriculados no Curso Superior de Tecnologia de Alimentos ou Engenharia Química; ambos os sexos; idade acima de 18 anos completos; selecionado por meio de triagem prévia na qual indica o consumo regular de cerveja Pilsen (pelo menos uma vez por semana) e sem aversão ao gengibre; com vontade de cooperar e com tempo disponível para realização do teste. Os critérios para exclusão de julgadores foram: Gestantes; lactantes; diabéticos; portadores de patologias que impeçam a ingestão de bebida alcoólica; pacientes aos quais sejam administrados medicamentos cuja ingestão seja incompatível com o consumo de álcool; alérgicos a qualquer um dos componentes da formulação e portadores de doença celíaca.

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto, foi adotada a Equação 3:

$$\text{Equação 3 - Índice de Aceitabilidade do Produto} \\ IA (\%) = A \times 100 / B$$

Onde A representa o valor da nota média obtida para o produto e B a nota máxima dada ao produto. Um Índice de Aceitabilidade com boa repercussão é considerado $\geq 70\%$ (DUTCOSKY, 1996).

3.2.3.7 Análise Multivariada

Devido ao grande número de amostras dos parâmetros analisados, tornou-se necessário o uso de ferramenta estatística para possibilitar redução da dimensionalidade da matriz de resultados, o que ajuda na análise dos resultados sem perda das informações relevantes. Assim ressalta-se o uso da Análise de Componentes Principais (PCA) (MARTENS; NAES, 1991).

O estudo das diferenças entre as amostras de cerveja através da uma aplicação quimiométrica composta de análise de componentes principais (PCA) e análise de agrupamento hierárquico (HCA) foi realizado no software Pirouette 4.5 (Infometrix, EUA). Os dados foram previamente auto escalados antes de serem submetidos às análises para equalizar a importância estatística de todas as variáveis (GRANATO et al, 2014). A partir dos resultados foram construídos os gráficos dos escores, com as componentes principais (PC) e dos pesos (*loadings*). Para a obtenção do dendrograma do HCA, foram utilizadas a distância euclidiana e o método de conexão incremental.

Uma matriz de amostras ($n = 29$) e de variáveis ($n = 08$) foi construída, no qual as amostras foram adotadas como linhas e as variáveis em colunas, totalizando 232 pontos de dados. As amostras foram classificadas de acordo com a matéria-prima de fabricação em “Puro Malte” ($n=15$, dentre as quais está incluída a amostra de cerveja artesanal adicionada de gengibre - Pós-Ber) e Cerveja ($n=14$). Os parâmetros utilizados para análise e respectivas unidades estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos de avaliação das amostras de cerveja para análise quimiométrica

Codificação	Variáveis	Unidade
ALC	Teor alcoólico	v/v
EXT	Extrato Aparente	% m/m
GRF	Grau Real de Fermentação	%
GAF	Grau Aparente de Fermentação	m/m
CAL	Calorias	kJ 100 mL ⁻¹
Mg	Magnésio	mg L ⁻¹
Na	Sódio	mg L ⁻¹
K	Potássio	mg L ⁻¹

Fonte: Autoria própria (2017)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA PÓS BEER

Para a definição da formulação da cerveja artesanal elaborada com gengibre deste trabalho foi utilizado como apoio o software BeerSmith®, sendo fabricada a bebida conforme o protocolo definido.

Na produção da cerveja adicionada de gengibre produzida em bancada, o mosto inicial apresentou 6 °Brix, densidade de 1,025 e pH de 6,0. O extrato final após a fervura apresentou 8,45 °Brix, densidade de 1,031 e pH de 5,90. O teor alcoólico final do produto foi 3,40 % v/v. A carbonatação foi satisfatória, com a presença de microbolhas de gás carbônico; realçando a pungência do gengibre com o equilíbrio dos lúpulos utilizados no processo. O lúpulo do tipo Perle foi responsável pelo aroma do produto e o tipo Nugget, pelo amargor.

O trub gerado, após o final da fervura, apresentava um aspecto de massa mucilaginosa, com impacto negativo sobre o processo de fermentação e que, por este motivo, deve ser removido. Usualmente, no processo de produção de cerveja, o termo trub é utilizado também para a camada de sedimento depositada no fundo do fermentador, após concluída a maior parte da fermentação. Esse material é composto principalmente por lipídeos, proteínas e leveduras inativas (BAMFORTH, 2003). A agitação em sentido anti-horário do mosto é justificada pela localização geográfica do local de produção da cerveja (Hemisfério Sul), no qual é esse o sentido de fluxo do escoamento turbulento da água.

Outro processo descrito de produção de cerveja com gengibre em bancada utilizou o extrato de gengibre já no início do processo de fermentação, resultando para fermentação controlada em uma cerveja com 7,1 g Kg⁻¹ de etanol, 0,2 g Kg⁻¹ de metanol, absorvância a 430 nm de 0,182 (DOOKERAN et al, 2004).

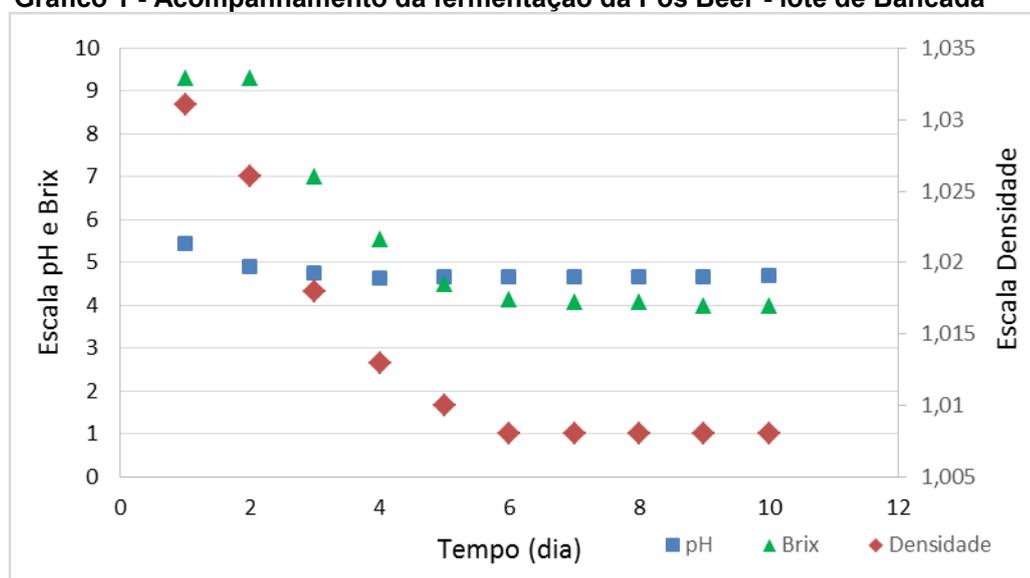
No Gráfico 1 está apresentado o acompanhamento das análises de pH, densidade e atenuação de extrato durante os dez dias de fase de fermentação. O pH inicial, com o valor de 5,42 está de acordo com o recomendado na literatura para este estilo de cerveja (MORADO, 2009). Sua redução até o valor de 4,70 se deve as reações bioquímicas decorrentes do processo de fermentação. Segundo Borzani et al (1983), a redução do valor de pH está correlacionada a formação de ácidos

orgânicos, como o ácido acético, ácido succínico e lático. Esse valor está atendendo o parâmetro para a bebida (ANVISA, 1994).

O valor de 9,30 °Brix indica a concentração de açúcares disponíveis na solução do mosto para o fermento realizar as devidas conversões em álcool, calor e dióxido de carbono até consumir todo o substrato dito fermentescível. Conforme avança o tempo de fermentação é natural que ocorra a queda no valor de extrato (MORADO, 2009).

A densidade inicial é um importante parâmetro para se estimar o valor de álcool que será atingido no produto final, conforme cálculo específico (SILVA, 2016).

Gráfico 1 - Acompanhamento da fermentação da Pós Beer - lote de Bancada



Fonte: Autoria própria (2016)

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Segundo a Legislação Brasileira (BRASIL, 2009), a amostra de cerveja adicionada de gengibre produzida em escala laboratorial pode ser classificada como: leve, quanto ao extrato primitivo; clara, quanto à cor; com teor alcoólico de 3,4%; “Puro Malte”, quanto à proporção de malte de cevada. De acordo com o seu tipo (ou estilo) pode ser considerada cerveja *Standart American Larger*, comumente designada de Pilsen em nosso país. Segundo essa mesma legislação (BRASIL, 2009) as vinte e nove amostras de cerveja analisadas neste trabalho puderam ser classificadas como: [1] Quanto ao extrato primitivo: 06 amostras de cerveja leve, 20

amostras de cerveja comum, 03 amostras de cerveja extra e nenhuma se classificou como cerveja forte; [2] Quanto à cor: apenas uma amostra pode ser classificada como cerveja escura, com mais de vinte unidades EBC (European Brewery Convention); as demais amostras são cerveja clara; [3] Quanto ao teor alcoólico, duas amostras com teor alcoólico abaixo de 4% v/v, seis amostras acima de 5% v/v e as demais vinte e uma amostras entre 4 e 5 %v/v e [4] Quanto à proporção de malte de cevada: quinze amostras podem ser classificadas como “Puro Malte” e as demais são classificadas como “Cerveja”, que podem apresentar até 45% de adjunto cervejeiro com o uso de outros vegetais. De acordo com o tipo e observadas as características do produto original, todo o lote das cervejas pode ser enquadrado como Pilsen.

Não existe um padrão bem estabelecido entre diferentes amostras de cerveja artesanais ou industriais, em função de que há variações nas etapas do processo de fabricação e entre os ingredientes e aditivos utilizados como matéria-prima. Na análise de 34 amostras de cerveja Lager, na República Tcheca (OLSOVSKÁ et al, 2015), foi encontrado teor alcoólico médio de 3,8 % v v⁻¹, próximo ao da cerveja Pós-Beer e valor calórico de 181 kJ/ 100g, acima do valor de 155 kJ/100g da cerveja Pós-Beer. Em 27 de amostras de cerveja chinesa em lata, o teor alcoólico médio permaneceu entre 2,5-4,3 °GL e extrato entre 8-12 °Plato (TAN; Li; JIANG, 2015). Para amostras de cerveja de acerola e abacaxi (PINTO et al, 2015) foram encontrados valores de teor alcóolico entre 3,60-4,06 °GL, pH entre 4,10 e 4,24 e extrato entre 3,60-4,06 °Plato. Os valores médios encontrados para amostras de cerveja com mel para teor alcoólico entre 4,82-5,62 °GL, pH entre 4,54-5,10, extrato entre 3,40-4,95 °Plato, cor EBC entre 6,64-10,36 e amargor entre 9,76-12,21 B.U.

Na Tabela 2 estão indicados os resultados de análises físico-químicas usuais das amostras de cerveja analisadas, sendo que a primeira amostra representa os dados analíticos da Pós Beer, cerveja artesanal de baixo teor alcoólico, leve, “Puro Malte” e adicionada de gengibre; produzida no laboratório de vegetais na UTFPR, Campus Ponta Grossa/PR.

Tabela 2 - Análises físico-químicas em amostras de cerveja adquiridas no comércio local da cidade de Ponta Grossa/PR no primeiro semestre de 2016 e Pós Beer (n=29)

Código	AV (v/v)	EX (°Plato)	GRF (%)	GAF (m/m)	CAL (KJ/ 100mL)	AMG (B.U.)	pH	COR (EBC)
Pós Beer	3,40	7,81	68,71	84,15	115,44	21,55	4,46	7,13
2	4,56	10,84	65,61	79,64	162,70	24,25	4,69	11,78
3	4,65	11,45	63,19	76,52	172,59	14,90	4,65	7,05
4	5,20	12,63	63,75	77,01	191,38	11,75	4,65	11,85
5	4,97	11,39	67,96	82,50	171,20	15,00	4,69	7,38
6	5,11	11,24	70,86	86,16	168,53	7,00	4,68	12,05
7	4,39	10,89	62,84	76,18	163,80	15,00	4,93	8,88
8	5,16	12,02	66,65	80,74	181,34	13,90	4,98	10,30
9	4,83	11,14	67,61	82,10	167,35	9,00	4,57	7,20
10	4,65	10,56	68,87	83,79	158,00	6,50	4,50	6,05
11	5,26	11,24	72,91	88,75	168,34	15,75	4,34	9,28
12	5,18	11,45	70,32	85,46	171,94	19,25	4,69	7,30
13	4,89	11,68	65,09	78,84	176,10	11,75	4,48	16,65
14	5,37	12,47	66,74	80,78	188,46	24,50	4,37	20,40
15	4,50	10,21	69,04	84,06	152,49	14,60	4,44	14,65
16	1,95	9,44	32,51	39,06	143,81	5,10	3,47	17,44
17	4,40	10,43	65,97	80,17	156,28	6,75	4,24	6,13
18	4,22	10,91	60,34	73,05	164,41	14,85	4,69	12,13
19	4,72	10,85	67,89	82,50	162,72	15,00	4,37	5,00
20	4,85	11,48	65,78	79,75	172,75	14,25	4,11	6,53
21	4,59	10,55	67,93	82,61	157,97	9,00	4,28	6,65
22	4,86	11,24	67,41	81,83	168,85	13,50	4,25	7,35
23	4,51	10,74	65,51	79,53	161,19	13,50	4,08	5,68
24	4,78	11,20	66,48	80,67	168,37	7,25	4,47	5,83
25	4,57	10,70	66,75	81,10	160,42	11,40	4,35	5,45
26	4,75	11,08	66,84	81,15	166,35	11,25	4,33	5,40
27	4,47	10,44	66,99	81,44	156,31	7,75	4,30	4,75
27	4,51	10,49	67,00	83,51	159,31	11,50	4,04	4,95
29	4,59	10,73	66,80	81,16	160,89	11,00	4,21	5,00

Abreviaturas: AV- teor alcoólico expresso em volume; EX- extrato; GRF- grau real de fermentação; GAF- grau aparente de fermentação; AMG- amargor; pH- potencial hidrogeniônico.

Fonte: Autoria própria (2017)

Para o MAPA (BRASIL, 2009), “o extrato primitivo é a quantidade de substâncias (extrato) do mosto que deu origem à cerveja, expressa em porcentagem em peso”, sendo uma das formas usuais de classificação de cerveja na legislação brasileira em leve 5 a 10,5%; cerveja 10,5 a 12,0% , extra 12,0 a 14,0% e forte >

14%. Outra definição de extrato, comentado por Dinslaken (2015), indica que se trata de uma substância adocicada, viscosa, produzida a partir do mosto final através da remoção de parte da água.

O extrato real corresponde a todos os sólidos que fazem parte da composição da cerveja, relacionados como o corpo da cerveja. Indica a quantidade de açúcares, dextrinas, e proteínas restantes na cerveja após a fermentação. O extrato aparente considera o álcool após a fermentação. O grau real de fermentação (GRF) é obtido com base nos resultados de extrato primitivo e real (BOTELHO, 2009).

Equação 4 - Cálculo do Grau Real de Fermentação

$$\text{GRF} = [100 \times (\text{EO} - \text{ER})] / \text{EO} \times (1 - 0,005161v \times \text{ER})$$

Onde: GRF = Grau Real de Fermentação; EO = Extrato Original ou Primitivo; ER = Extrato Real

A atenuação de extrato, ou grau de fermentação, é a medida da transformação do açúcar contido no mosto cervejeiro em álcool e CO₂. A atenuação aparente expressa a porcentagem do extrato que foi fermentado, mas inclui a presença de álcool, que interfere na medição. Já, a atenuação real desconsidera a presença do álcool, indicando assim o valor real da conversão (KUNZE, 1996).

Na tabela 2, observa-se que o menor grau de atenuação aparente foi de 32,5 %, e o maior valor encontrado foi de 72,9 % para esse lote de amostra de cerveja analisado. Segundo SENAI (1997), os valores de atenuação aparente devem estar compreendidos entre 68 a 72% ao final da fermentação. Os valores menores da faixa referenciada encontrados nesse trabalho devem estar atrelados à baixa fermentabilidade dos seus mostos. Na etapa de mosturação, a sacarificação do amido aconteceu muito próxima da temperatura de 70 °C, resultando na inativação de enzima β-amilase. Assim, as concentrações dos açúcares fermentescíveis no mosto cervejeiro ficam reduzidas. Hendges (2014) atingiu a casa dos 60% de atenuação aparente para uma cerveja Lager com 10% de quinoa malteada, usando temperatura próxima de 70 °C na sua mosturação. Muller (1991) observou o efeito significativo do uso de temperaturas maiores que 70 °C na disponibilidade dos açúcares fermentescíveis em seus experimentos. Em comparação aos valores observados no estudo de Curi e colaboradores (2009), de 70 a 75 % em cervejas de malte e malte de cevada, constatou-se semelhança nos resultados encontrados nos

dois estudos. Os resultados apontados por Botelho (2009) estão variando entre 34,47 a 69,02% nas vinte e cinco marcas de cervejas comercializadas em Belo Horizonte e Minas Gerais.

4.3 ANÁLISE DE MINERAIS

Com relação à análise de minerais, a Tabela 3 revela os valores encontrados nas referências de parâmetro de mérito, obtidos por meio de curvas de calibração, a partir das equações resultantes para cada mineral.

Tabela 3 - Parâmetro de mérito para a determinação de minerais

Elemento	LOD	LOQ	R ²
Cobre	0,01	0,03	0,9997
Ferro	0,06	0,2	0,9972
Magnésio	0,001	0,003	0,9968
Potássio	2	*_*	*_*
Sódio	2	*_*	*_*
Zinco	0,003	0,01	0,999

A calibração do Fotômetro de chama é realizada de forma direta, com solução padrão para os elementos Sódio e Potássio.

*_ * ND: Não Determinado

Fonte: **Autoria própria (2017)**

Na Tabela 4 estão indicados os resultados de análises de minerais selecionados das amostras de cerveja analisadas, sendo que a primeira amostra representa os dados analíticos da Pós Beer. O lote de amostras corresponde a um montante de vinte e nove amostras (n=29).

Com relação aos teores de magnésio em amostras de cerveja Lager da Espanha (ALCAZAR et al, 2002), constatou que a faixa encontrada permaneceu entre 83,4 - 109,7 mg L⁻¹, valores acima dos descritos para a Pós-Beer que foi de 58,43 mg L⁻¹, sendo que o maior valor para esse mineral no lote analisado foi de 95,66 mg L⁻¹.

Quanto aos teores de sódio foram encontrados valores entre 12,4 - 103,0 mg L⁻¹ e a faixa de potássio foi de 304,9 - 495,7 mg L⁻¹ em amostras de cerveja Lager da Espanha (ALCAZAR et al, 2002). Os valores de sódio e potássio para Pós-Beer estavam dentro dessas faixas, sendo encontrados os valores de 21,25 mg L⁻¹ para o

sódio e 412,50 mg L⁻¹ para o potássio; foi observado que o valor máximo para o sódio indicou 137,50 mg L⁻¹ e potássio 850,00 mg L⁻¹ para o lote de cerveja analisado. Os valores mínimos apresentados no mesmo lote para esses dois minerais foi de 11,50 mg L⁻¹ e 22,50 mg L⁻¹ respectivamente.

Tabela 4 - Análises de minerais selecionados em amostras de cerveja adquiridas no comércio local do Município de Ponta Grossa/PR no primeiro semestre de 2016 e Pós Beer

Amostra	Magnésio (mg L ⁻¹)	Sódio (mg L ⁻¹)	Potássio (mg L ⁻¹)	Cobre (mg L ⁻¹)	Ferro (mg L ⁻¹)	Zinco (mg L ⁻¹)
Pós Beer	58,43	21,25	412,50	0,23	<0,06	0,04
2	74,91	22,50	625,00	<0,01	<0,06	0,06
3	80,91	137,50	600,00	<0,01	1,94	0,03
4	72,12	37,50	850,00	<0,01	1,25	0,01
5	74,50	62,50	687,50	0,39	0,56	0,08
6	89,38	37,50	725,00	0,26	0,69	0,01
7	69,16	62,50	712,50	0,68	<0,06	0,02
8	79,01	37,50	675,00	0,21	0,35	<0,003
9	85,16	25,00	675,00	0,55	<0,06	<0,003
10	76,40	25,00	675,00	0,55	<0,06	0,01
11	79,11	25,00	625,00	0,50	<0,06	<0,003
12	78,51	50,00	637,50	0,26	0,56	0,04
13	92,52	75,00	700,00	<0,01	<0,06	0,02
14	95,66	37,50	687,50	<0,01	<0,06	<0,003
15	84,41	25,00	562,50	<0,01	<0,06	<0,003
16	48,22	11,25	412,50	<0,01	<0,06	0,05
17	58,56	21,25	387,50	<0,01	<0,06	0,03
18	65,16	125,00	600,00	<0,01	<0,06	0,08
19	65,65	12,50	475,00	0,07	<0,06	0,1
20	62,46	100,00	387,50	0,18	<0,06	0,07
21	64,50	87,50	375,00	<0,01	<0,06	0,29
22	85,20	62,50	600,00	<0,01	<0,06	<0,003
23	45,07	125,00	325,00	<0,01	<0,06	<0,003
24	67,74	125,00	400,00	<0,01	<0,06	0,02
25	53,54	87,50	325,00	<0,01	<0,06	0,01
26	59,83	62,50	462,50	<0,01	<0,06	<0,003
27	49,34	50,00	437,50	<0,01	<0,06	<0,003
28	49,18	25,00	375,00	<0,01	<0,06	<0,003
29	56,05	50,00	412,50	<0,01	<0,06	<0,003
Máximo	95,66	137,50	850,00	0,68	1,94	0,29
Mínimo	1,52	11,25	22,50	<0,01	<0,06	<0,03

Fonte: Autoria própria (2017)

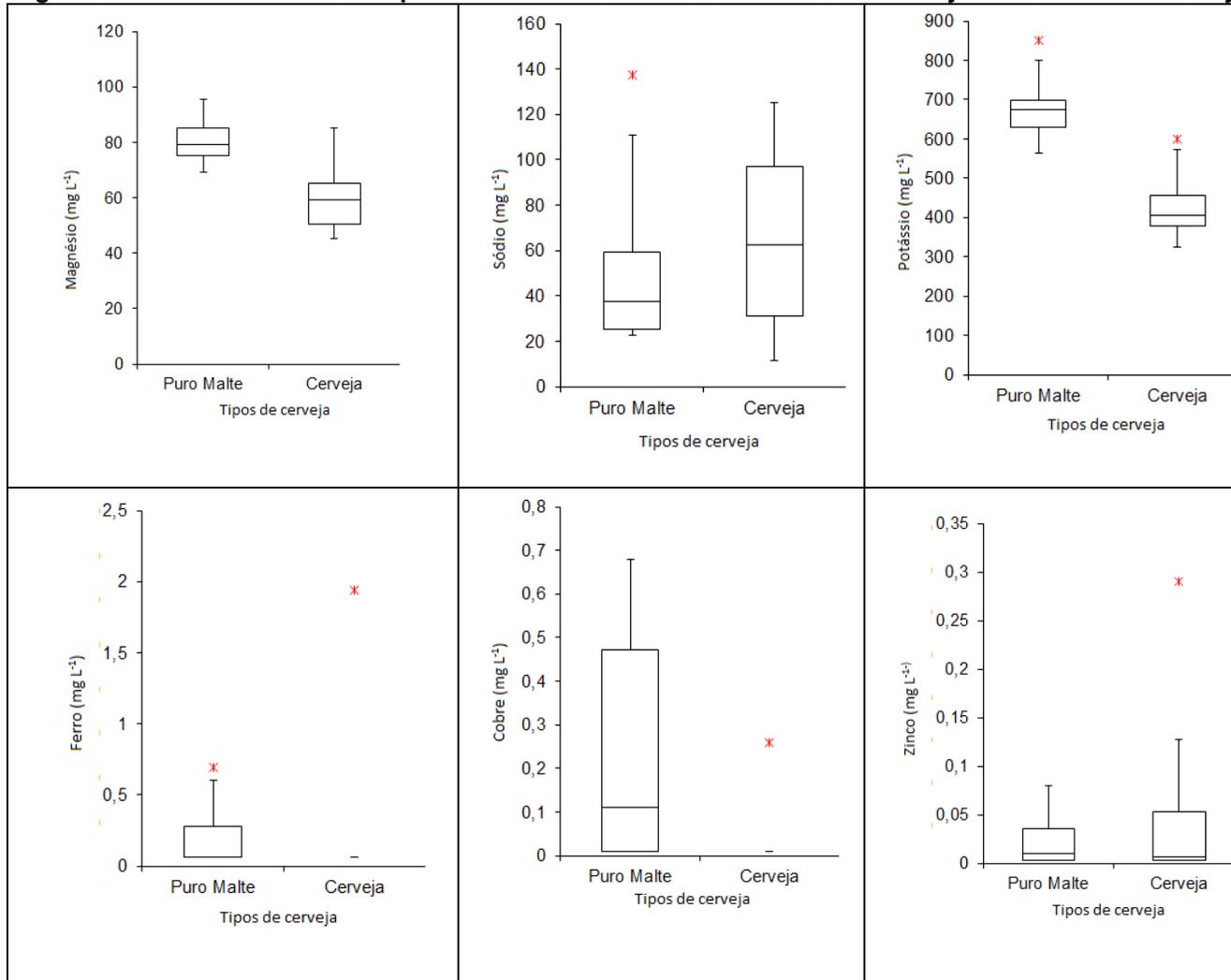
Em amostras de cerveja em lata analisadas na Nigéria (UBUOH et al 2013), os valores para ferro foram encontrados na faixa de 0,23 - 0,56 mg L⁻¹. A cerveja Pós-Beer apresentou valores inferiores aos encontrados nesse estudo para ferro, uma vez que o valor encontrado foi menor que o limite da faixa de detecção do aparelho (<0,06 mg L⁻¹); assim como a grande maioria das amostras analisadas, somando um total de 20 resultados iguais a este.

Para amostras de cervejas brasileiras (NASCENTES et al, 2005), foram encontrados valores entre 0,13 - 0,16 mg L⁻¹ para o cobre, acima dos valores das cervejas nigerianas de 0,04 - 0,08 mg L⁻¹ (UBUOH et al 2013) e abaixo dos valores encontrados para a Pós-Beer (0,23 mg L⁻¹).

Em amostras de cerveja em lata analisadas na Nigéria (UBUOH et al 2013), os valores para zinco permaneceram na faixa de 0,07-0,15 mg L⁻¹ e de 0,17-0,19 mg L⁻¹ para amostras de cervejas brasileiras (NASCENTES et al, 2005), bem superiores ao encontrado na Pós- Beer (0,04 mg L⁻¹). Os valores encontrados no lote de cerveja analisado apresentaram 0,29 mg L⁻¹ de quantificação máxima e de 0,03 mg L⁻¹ o valor mínimo.

Na Figura 8, estão sendo comparados os minerais individualmente entre o lote de amostras de “Cerveja” e “Puro Malte”.

Figura 8 - Gráficos Box-Plot comparativos de minerais entre amostras de cerveja “Puro Malte” e Cerveja



Fonte: Autoria própria (2017)

Foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as “Cervejas” e “Puro Malte”, considerando um nível de significância de 5%, com F_{tab} de 4,21 para magnésio ($F_{cal} = 29,32$), para potássio ($F_{cal} = 47,38$) e para o cobre ($F_{cal} = 7,24$). Para o sódio ($F_{cal} = 2,68$), ferro ($F_{cal} = 0,33$) e zinco ($F_{cal} = 0,74$) não houve diferenças significativas entre o lote analisado de “Cervejas” e “Puro Malte”.

4.4 ANÁLISE SENSORIAL

A Figura 9 ilustra a cerveja da maneira como foi apresentada para o teste sensorial aos julgadores, num volume aproximado de 50 mL em taça de cristal a temperatura de 5 °C nas dependências do laboratório de análise sensorial da UTFPR, Campus Ponta Grossa/Pr, em cabines individuais, sob luz branca.

Figura 9 - Cerveja Artesanal adicionada de Gengibre



Fonte: Autoria própria (2016)

A distribuição dos provadores por gênero e idade pode ser constatada no Gráfico 2, na qual se verifica a maior participação do sexo feminino, com 59% contra 41% do masculino. Já, com relação à discriminação por faixa etária, observa-se que a grande maioria dos participantes está compreendida entre 18 anos a 23 anos, justificada por se tratar de uma população de estudantes universitários.

Gráfico 2 - Caracterização dos provadores de cerveja artesanal adicionada de gengibre em relação ao gênero



Fonte: Autoria própria (2017).

Gráfico 3 - Caracterização dos provadores de cerveja artesanal adicionada de gengibre em relação à faixa etária



Fonte: Autoria própria (2017)

A divisão entre os dois cursos escolhidos para a triagem indicou um percentual de participação de 82% para a Engenharia Química e 18% para o curso Superior de Tecnologia de Alimentos.

Com relação à pergunta contida no formulário de triagem se o candidato se considera um conhecedor de cerveja, o índice da resposta positiva foi de 53%.

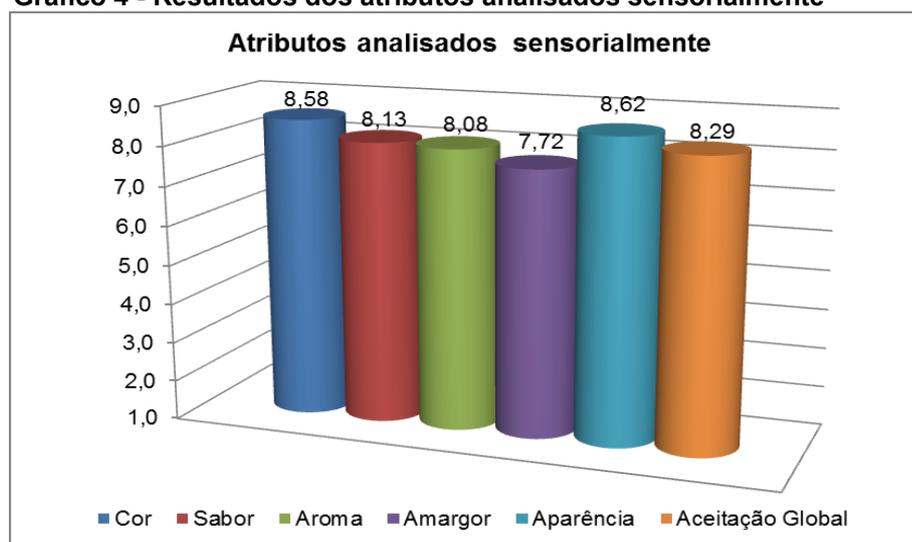
Em relação à prioridade para a escolha do produto a ser consumido, quanto à qualidade ou quantidade, a grande maioria dos participantes se declarou preocupado com a qualidade, apresentando o índice de 94%.

A pergunta que caracterizou o intervalo de tempo de consumo de cerveja do colaborador resultou em um índice de zero % nos dois extremos: o não consumo de cerveja e consumo diário do produto. O índice de 9% entre os participantes registrou

o consumo poucas vezes ao ano. A escala intermediária foi a que apresentou o maior acúmulo de indicações, sendo 22% para o consumo de poucas vezes ao mês e 52% para o consumo de ao menos uma vez por semana. O índice de 17% foi registrado para a frequência do consumo de mais de uma vez por semana.

As médias das notas obtidas na análise sensorial da cerveja adicionada de gengibre estão apresentadas no Gráfico 4. A nota média para aceitação global foi de 8,3; o que significa que a equipe classificou sensorialmente as cervejas entre “gostei muito” a “gostei muitíssimo”. As notas obtidas nesse trabalho foram superiores às encontradas por Costa (2016) para os mesmos atributos, exceto para o amargor (não avaliado) em amostras de cerveja leve com baixo teor alcoólico. Em outro trabalho de cerveja artesanal processada com abacaxi e acerola (PINTO et al, 2015); os valores médios dos atributos sensoriais também foram inferiores aos encontrados neste trabalho.

Gráfico 4 - Resultados dos atributos analisados sensorialmente



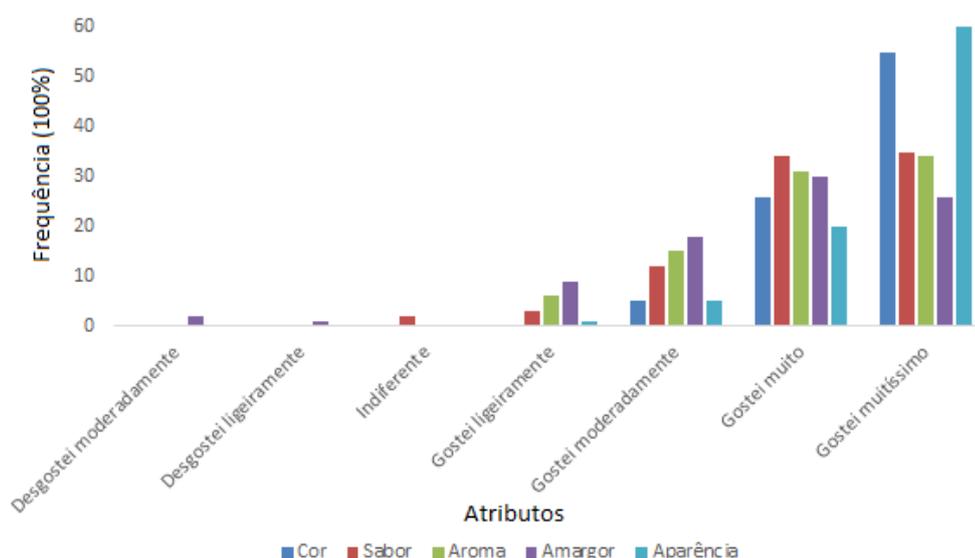
Fonte: Autoria própria (2017)

A hipótese proposta foi de que a cerveja adicionada de gengibre apresentaria um índice de aceitabilidade acima de 70%. Os resultados indicaram os valores de Índice de Aceitabilidade do produto (IA) para cor de 95%, sabor de 90%, aroma de 90%, amargor de 86%, aparência de 96% e aceitação global de 92%. Faz-se importante ressaltar que a equipe de degustadores foi composta por um comitê de pessoas não treinadas, apesar de que cerca de metade dessa população considerou-se conhecedora de cerveja. A cerveja adicionada de gengibre apresentou de um modo geral, boa aceitação sensorial de aspectos visuais como

cor e aparência, além do sabor e aroma. No entanto, a sensação de amargor resultou em um menor índice de aceitabilidade (86%) comparada aos outros atributos. A média dos valores para esse atributo, nesse experimento (Gráfico 4) foi de 7,72.

No Gráfico 5, pode ser observada a distribuição dos conceitos atribuídos na escala hedônica para cada atributo. A aparência e a cor apresentaram maior frequência para “Gostei muitíssimo”. Apenas o atributo amargor foi mencionado com notas na faixa negativa da escala hedônica.

Gráfico 5 - Histograma de frequência das notas atribuídas à aceitação dos atributos sensoriais da cerveja artesanal adicionada de gengibre



Fonte: Autoria própria (2017)

Por meio da análise físico-química, a cerveja produzida neste trabalho foi classificada como cerveja clara, uma característica relevante. A adição do gengibre parece ter sido o mais impactante no sabor e aroma, uma vez que esse é justamente o forte diferencial do produto elaborado. O aroma praticamente empatou em nota com o sabor e também sofre influência da raiz adicionada. Segundo Silva (2008), a adição de frutos ou outros ingredientes, garante aroma único e diferenciado ao produto artesanal.

O amargor recebeu a nota mais baixa dentre todos os atributos avaliados. A aparência é o primeiro contato que o degustador tem com o produto, logo quando olha para a taça, antes mesmo de levar o líquido até a boca. O motivo pelo qual os

provadores atribuíram notas 96% para o atributo aparência pode ser devido à similaridade da cerveja produzida ao padrão de referência que existe em suas mentes, ou seja, as cervejas industriais do tipo Pilsen.

O resultado analítico para o parâmetro amargor dessa amostra foi de 21,55 B.U., sendo o terceiro valor apresentado em ordem decrescente. O maior valor encontrado no lote analisado foi de 24,50 B.U e a média foi de 13,00 B.U. O menor valor encontrado no lote analisado para o amargor foi de 5,10 B.U. Curiosamente, acredita-se que, por se tratar de uma equipe não treinada, esse atributo recebeu extremos de observações no campo comentários da ficha de avaliação. Alguns dos comentários estão descritos a seguir: “Gostei extremamente, mas achei pouco amarga. Poderia ser mais carregado o amargor”; “Gostei extremamente, porém está muito amarga!”. Esses extremos de comentários demonstram claramente que a equipe avaliadora simula a percepção de um consumidor comum.

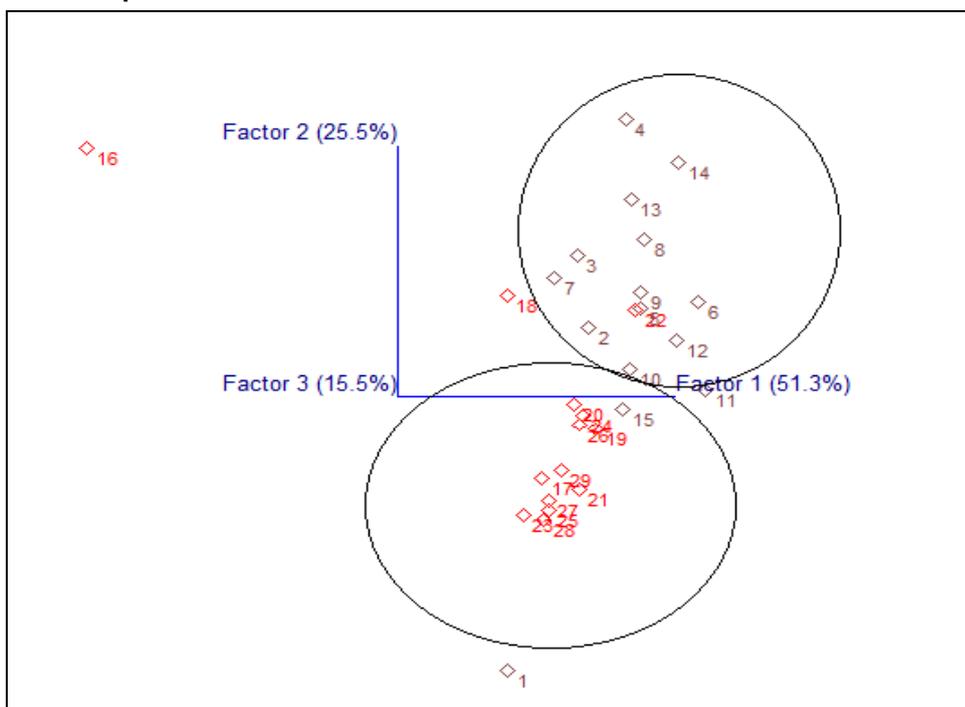
Quanto ao resultado da intenção de compra, a grande maioria dos provadores indicou que provavelmente compraria (44%) ou certamente compraria (37%). Quase todos os oitenta e cinco provadores envolvidos no certame expressaram a intenção em adquirir o produto e ninguém expressou que certamente não compraria o produto.

4.5 ANÁLISE MULTIVARIADA

A Análise de Componentes Principais (PCA) tem como objetivo agrupar os descritores químicos gerando um novo conjunto de variáveis denominadas Principais Componentes (PCs), que são combinações lineares das variáveis contínuas originais, completamente independentes. O resultado obtido a partir do auto escalamento com oito fatores indicou que, com seis componentes principais, a variância cumulativa foi de 99,96%. Os três primeiros componentes principais explicam 92,3% da variância total como se segue: PC1=51,3%, PC2=25,5%, PC3=15,5%. As parcelas das pontuações foram examinadas e a mais informativa é apresentada no Gráfico 6, que correspondendo a um total de 92,3%, na qual podem ser observados dois agrupamentos: um constituído pelas amostras de cerveja “Puro Malte”, concentradas no primeiro quadrante e das Cervejas, concentradas no terceiro quadrante.

Segundo os resultados obtidos a partir dos pesos (*loadings*), contribuíram mais para a separação na PC1, em ordem decrescente, os teores de álcool (0,4653), grau real de fermentação (0,4512), grau aparente de fermentação (0,4478) e extrato (-0,3986); para a PC2, os teores de potássio (0,5262), calorias (0,4694), magnésio (0,4128) e extrato (0,3975).

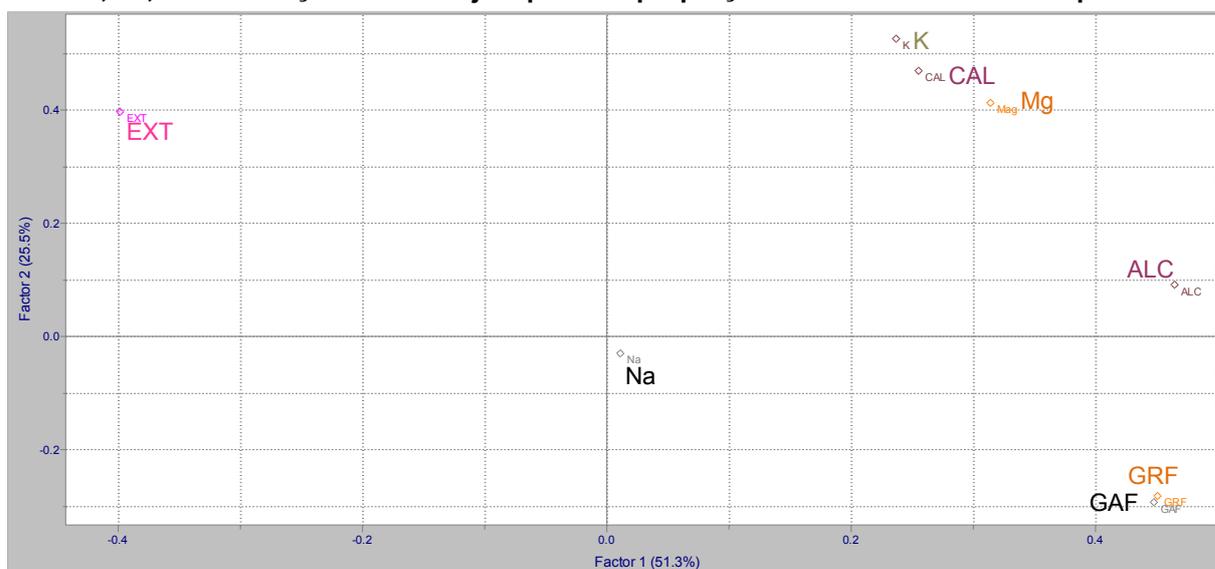
Gráfico 6 - Escores, tridimensional, auto escalamento, variância total 76,8%, discriminação das cervejas quanto à proporção de malte como matéria-prima



Fonte: Autoria própria (2017)

No gráfico dos *loadings* (Gráfico 7) está indicada a influência das variáveis sobre as amostras.

Gráfico 7- Influência das variáveis sobre as amostras PC2 X PC1, auto escalamento, variância total 76,8%, discriminação das cervejas quanto à proporção de malte como matéria-prima



Fonte: Autoria própria (2017)

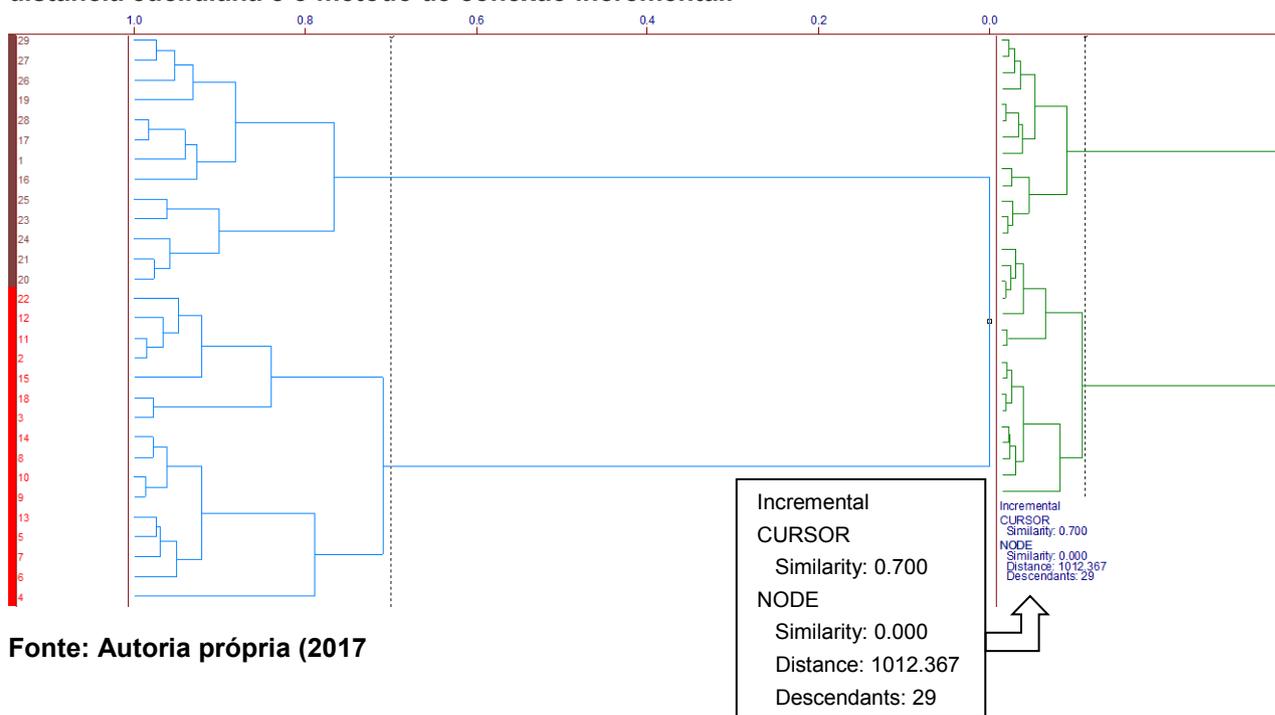
A amostra 1 (Pós-Beer), apesar de ser uma cerveja elaborada para apresentar característica de “Puro Malte”, foi formulada de modo que se classificasse como sendo uma cerveja leve, com redução do extrato no momento da sua manufatura. O grau real de fermentação e grau aparente de fermentação permanecem intimamente ligados aos extratos aparente, real e primitivo do produto. Além disso, essa amostra não foi submetida aos processos de pasteurização e nem filtração. Comparativamente às demais amostras “Puro Malte”, a amostra Pós-Beer apresentou baixo teor calórico e menor conteúdo de magnésio, o que justifica sua proximidade com as amostras de “Cerveja”, ao invés das amostras “Puro Malte”.

Por outro lado, duas amostras de “Cerveja” apresentaram-se inseridas no grupo “Puro Malte”, em função do teor de potássio. O teor de potássio no malte, de 518 mg L⁻¹ (INFOFARM, 2017) é bastante superior comparado aos valores encontrados nos adjuntos, principalmente o grãos de milho, com 80 mg L⁻¹ (KOCHREZEPTTE, 2017). No quadrante III, as “Cervejas” mais populares permaneceram separadas das demais “Cervejas” (quadrante IV), em função dos teores de sódio, o que caracteriza uniformidade em sua produção.

As tendências observadas através da análise de componentes principais (PCA) foram confirmadas através do dendrograma obtido pela HCA (Figura 10), ou seja, é possível observar a formação de dois grandes agrupamentos com 70 % de

similaridade. Novamente, a amostra Pós-Beer permaneceu agrupada com as amostras “Cerveja” (#16 a #29). Entretanto, as amostras 18 e 22, apesar de serem classificadas como “Cerveja”, agruparam-se com as amostras “Puro Malte”.

Figura 10 - Dendograma de amostras de cerveja “Puro Malte” e Cerveja, obtido por meio de distância euclidiana e o método de conexão incremental.



Fonte: Autoria própria (2017)

5 CONCLUSÃO

Foi estabelecido um protocolo de produção de cerveja artesanal adicionada de lascas de gengibre in natura com 2 g L^{-1} na etapa de maturação, com quantidade reduzida de insumo (malte), fermentação prolongada com menor temperatura que a usual, como o objetivo de se produzir uma cerveja leve quanto ao teor de extrato e reduzido teor alcoólico.

O produto final apresentou em $3,40 \text{ }^\circ\text{GL}$, $7,80 \text{ }^\circ\text{P}$, 69 % de GRF, $115 \text{ KJ } 100 \text{ mL}^{-1}$ de valor energético, 21,5 B.U. para o amargor, pH de 4,46 e cor de 7,13 E.B.C. Com relação aos minerais, apresentou (mg L^{-1}): 58,4 para magnésio, 21,2 para o sódio, 412,5 para potássio, 0,06 para ferro, 0,23 para cobre e 0,04 para zinco.

O índice de aceitabilidade global foi de 92%, estando todos os demais atributos avaliados (cor, sabor, aroma, aparência) com índice acima de 70%.

A análise quimiométrica indicou que a cerveja artesanal adicionada de gengibre apresentou características mais similares às amostras de “Cerveja” ao invés das amostras “Puro Malte”, em função dos teores de álcool, GRF, GAF, potássio, calorias e magnésio

REFERÊNCIAS

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

ALCARDE, A. R. **Cana de açúcar**: fermentação. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html>. Acesso em: 3 jul. 2016.

ALCÁZAR, A.; et al. Multivariate characterisation of beers according to their mineral content. **Talanta**, v. 57, n. 1, p. 45-52, 2002.

ALMAGER, C.; et al. Humulus lupulus: a story that begs to be told: a review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p.289–314, 2014.

ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. Cap. 15, p. 347-382.

_____. Inovações nos processos de obtenção de bebidas fermentadas e destiladas. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 7., 2008. **Anais...** Lorena (SP), 2008.

ANDRADE, C. J. MEGA, J. F.; NEVES, E. A produção da cerveja no Brasil. **Revista Hestia Citino**. Joinville, v.1, n.1, p. 21-29, 2011.

AQUARONE, E.; LIMA, U.A; BORZANI, W. **Biotecnologia**: alimentos e bebidas produzidos por fermentação. São Paulo: Edgard Blucher, 1983. v. 5, 240 p.

AQUILANI, B.; et al. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. **Food Quality and Preference**, v. 41, p. 214-244, 2015.

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**, v. 23, n. 2, p. 121-128, 2003.

BARCO BREWERS. **Cervejaria Barco - All Day Series**. Disponível em: <<http://www.barcobrewers.com/#!all-day-series/ruik1>>. Acesso em 12 mar. 2016.

BAMFORTH, C.W. Beer carbohydrates and diet. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 11, n. 3, p.259-264, 2012.

_____. RUSSELL, I.; STEWART, G. **Beer**: a quality perspective. 1. ed. California: Elsevier, v. I, 2009.

BEHRENS, J. Análise sensorial de bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Indústria de bebidas: inovação, gestão e produção**. São Paulo: Blucher, 2011. Cap. 9, p. 183-213.

BELETI, M. A.; DUARTE, F.; KRHEMER, J. E. A temperatura no desenvolvimento da atividade das enzimas (1-3, 1-4) – β -glucanases e degradação de β -glucanos durante a malteação. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 467-473, 2012.

BELTRAMELLI M. **Gengibre na cerveja: Rugbeer O´Driscoll**. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/blog/31-08-2009/gengibre-cerveja-rugbeer-o%C2%B4driscoll-3164/>> Acesso em: 20 mai. 2016.

BHASKARAN S. Incremental innovation and business performance: small and medium size food enterprises in a concentrated industry environment. **Journal of Small Business Management**, v. 44, n. 1, p. 64-80, 2006.

BIANCOLILLO, A.; et al. Data-fusion for multiplatform characterization of an Italian craft beer aimed at its authentication. **Analytica Chimica Acta**, v. 820, p. 23-31, 2014.

BLANCO, C. A.; et al. Innovations in the brewing industry: light beer. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 65, n. 6, p. 655-660, 2014.

BLEIER, B. et al. **Craft Beer Production**. University of Pennsylvania. Filadélfia: editor, 2013. 565 p.

BORTOLI, D. A. S.; et al. Leveduras e produção de cervejas: revisão. **Bioenergia em Revista - Diálogos**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 45-58, 2013.

BORZANI, W.; AQUARONI, E.; LIMA, U.A. **Engenharia bioquímica**. São Paulo: Edgard Bucher. 1983. v. 3.

BOTELHO, B. G. **Perfil e teores de amins bioativas e características físico químicas em cervejas**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

BOZA, Y.; HORII, J. Influência do grau alcoólico e da acidez do destilado sobre o teor de cobre na aguardente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 29-284, 2000.

BRASIL. **Decreto n. 2.314, de 04 de setembro de 1997**. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em:

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm>. Acesso em 22 jun. 2016.

BRESSANT, J.; TIDD, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 286 p.

BRIGIDO, R.; NETTO, M. **Produção de cerveja**. Florianópolis: Ed.UFSC, 2016.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 19-27, 2014.

BUSCH, J. **More Beer**. 2015. Disponível em: <<https://www.morebeer.com/articles/advancedmasching>>. Acesso em: 8 Dez. 2016.

CAJKA, T.; et al. Recognition of beer brand based on multivariate analysis of volatile fingerprint. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, n. 25, p. 4195-4203, 2010.

CERVBRASIL. **Anuário 2015**. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

CETÓ, X.; et al. Beer classification by means of a potentiometric electronic tongue. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3 p. 2533–2540, 2013.

CHRISTENSEN, J.; LADEFOGED, A.M.; NORGAARD, L. Rapid determination of bitterness in beer using fluorescence spectroscopy and chemometrics. **Journal of The Institute of Brewing**, Frederiksberg, v. 111, n. 1, p.3-10, 2005.

COSTA, R.H.K. **Produção de cerveja com baixo teor alcoólico**. 2016. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

CURI, R.; VENTURINI, W.; NOJIMOTO, T. Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte: análises físico-química e sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 02, p. 106-112, 2009.

DALLACORT, G. **Curso de formação operador cervejeiro - Brassagem**. 3. ed. Lages: AMBEV, 2013.

DIEGIDIO, P.; et al. Biomedical implant capsule formation: lessons learned and the road ahead. **Annals of Plastic Surgery**, v. 73, n. 4, p. 451-460, 2014.

DINSLAKEN, D. **Manual do cervejeiro caseiro: um guia completo para iniciantes**. 1 ed. São Paulo: Concerveja, 2015.

DOOKERAN M. M.; BACCUS-TAYLOR G. S. H.; AKINGBALA J. O. Laboratory manufacture and comparison of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) beer quality. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 2, p. 29-33, 2004.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. cap. 2, p. 15-50.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: DA Champagnat, 1996.

EL-ABHAR, H. S.; HAMMAD, L. N.; GAWAD, H. S. Modulating effect of ginger extract on rats with ulcerative colitis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 118, n. 3, p. 367–37, 2008.

EBLINGER, H.; NARZIB, L. Beer. In: **Encyclopedia of industry chemistry**. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2012.

ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. K. B.; BUCKER, V. G. A produção de gengibre no município de Morretes, PR. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, p. 211-217, 2008.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. Analysis Committee. **Analytica – EBC**. London: Elsevier, 1963. Method 8.5. Revised Oct. 2005.

FAZIO, V. A.; INGE, K. E. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. **Medical Journal of Australia**, v. 185, n. 4, p. S1, 2006.

FERREIRA, R. H.; et al. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 16, n. 4, p. 171-191, 2011.

FERREIRA, V. S.; et al. Produção de cerveja artesanal com gengibre. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 8., 2013, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa. Disponível em: <http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60122_vf1.pdf> Acesso em: 21 mai. 2016.

GEANESINI, F. **Identificação dos compostos voláteis residuais de bebidas alcoólicas fermentadas em saliva humana por headspace CG-EM**. 2010. 50 f. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. Disponível em: <http://www.bc.furb.br/docs/MO/2010/347287_1_1.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2016.

GEMINI BV LABORATORY. **Anton Paar Beer Analyzer**. Disponível em <<http://www.geminibv.nl/labware/anton-paar-beer-analyzer-1>> Acesso em 7 mar. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRANATO, D.; et al. Feasibility of different chemometric techniques to differentiate commercial Brazilian sugarcane spirits based on chemical markers. **Food Research International**, v. 60, p. 212-217, 2013.

GUZZO UTILIDADES DOMÉSTICAS. **Moinho para cereais**. Disponível em <<http://www.guzzo.ind.br/produtos/moinho-para-cereais.htm>> Acesso em 27 fev. 2017.

HARDWICK, W. A. **Handbook of brewing**. New York: Marcel Dekker, 1995.

HENDGES, D. H. **Produção de cervejas com teor reduzido de etanol, contendo quinoa malteada como adjunto**. 2014. 95 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.

HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R. **Malting and brewing science**. London: Chapman & Hall, 1971.

HUTKINS, R. W. **Microbiology and technology of fermented foods**. IFT Press, Blackwell Publishing, 2006. Disponível em <<http://www.infofarm.de/nahrungsmittel/bier.htm>>. Acesso em 03 fev. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: 2008.

JUSTO, O. R.; MORAES, A. M. Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1699-1705, 2008.

KEMPER K. J. **Longwood Herbal Task Force**. 1999. Disponível em: <<http://www.mcp.edu/herbal/default.html>> Acesso em 10 mai. 2016.

KOCHREZEPTTE. **Grits (Mineralstoffe)**. Disponível em <<http://www.kochrezepte.de/zutat/grits.htm>>. Acesso em 03 fev. 2017.

KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. **Tecnología para cerveceros y malteros**. Berlin: VLB Berlin, 2006. Cap. 7, p. 826-885.

_____. **Technology brewing and malting**. Berlin: VLB Berlin, 1996. cap.3, p. 190-224.

LANTZ, R. C.; et al. The effect of extracts from ginger rhizome on inflammatory mediator production. **Phytomedicine**, v. 14, p. 123–128, 2007.

LEITE, P. B.; CARVALHO, G. B. M. de; DRUZIAN, J. I. Tendências tecnológicas para a produção de bebidas alcoólicas com baixo teor alcoólico. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 3, p. 213-220, 2013.

LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing**. 2. ed. Nova Iorque: Publishers, Kluwer Academic/ Plenum, v. 1, p.375, 2002.

LI, M.; et al. The antimicrobial peptide-sensing system *aps* of *Staphylococcus aureus*. **Molecular microbiology**, v. 66, n. 5, p. 1136-1147, 2007.

MAGALHÃES, M. T.; et al. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e óleo resina. Parte 2 - secagem, óleo essencial e óleo resina **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 132-136, 1997.

MARTENS, H.; NAES, T. **Multivariate Calibration**, John Wiley & Sons; Chichester, 1991.

MARTINEZ, M. Levedura. **Info Escola**. Disponível em:
<<http://www.infoescola.com/reino-fungi/levedura/>> Acesso em 10 mar. 2017.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. A produção de cerveja no Brasil. **Revista Hestia Ciência, Tecnologia, Inovação e Oportunidade**, v. 1, n. 1, p. 21-29, dezembro, 2011.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. p. 357.

MORI, C.; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 28 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 139). 128p. Disponível em:<http://.cntp.embrapa.br/biblio/do/p_do139.htm>. Acesso em 15 out. 2016.

MULLER, R. The effects of mashing temperature and mash thickness on wort carbohydrate composition. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 97, n. 2, p. 85-92, 1991.

NASCENTES, C. C.; et al. Direct determination of Cu, Mn, Pb, and Zn in beer by thermospray flame furnace atomic absorption spectrometry. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**, v. 60, n. 5, p. 749-753, 2005.

NELSON, D. L.; COX M.; M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. São Paulo: Artmed, 2014. p. 1336.

OLIVEIRA, N. A. M. de. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 45 f. Monografia (Pós-graduação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://microbiologia.icb.ufmg.br/monografias/195.PDF>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

OLŠOVSKÁ, J.; et al. Determination of the energy value of beer. **Journal American Society Brew Chemical**, v. 73, n. 2, p. 165-169, 2015.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Disponível em < <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>> Acesso em: 26 jan. 2016.

PAPAZIAN, C. **The Homebrewer's Companion**. New York: Harper Collins Publishers Inc, 2014. 2 ed.

PHILPOTT, J.; TAYLOR, D. M.; WILLIAMS, D. R. Critical assessment of factors affecting the accuracy of the IoB Bitterness Method. **Journal of American Society of Brewing Chemists**. v. 55, n. 3, p. 103-106, 1997.

PINTO, L. I. F.; et al. Desenvolvimento de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC) e abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 67-71, 2015.

QUIFER-RADA, P.; et al. Comprehensive characterisation of beer polyphenols by high resolution mass spectrometry (LC–ESI-LTQ-Orbitrap-MS). **Food Chemistry**, v.16, p. 336–343, 2015.

RAO, H. **Os revolucionários nos negócios**: aprenda com os movimentos sociais a promover inovação em sua empresa. São Paulo: Gente, 2010. p. 192.

RAVINDRAN, P. N.; BABU, K. N.; **Ginger**: the genus Zingiber. Sri Lanka: CRC Press, 2005. 576 p.

REBELLO, F. F. P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, Inconfidentes, n. 3, p.145-155, dez. 2009.

REINOLD, M. **Manual prático de cervejaria**. 1. ed. São Paulo: Aden, 1997. p.213.

SALVADOR, J. W. S.; SHINOHARA, N. C. S. **Otimização do processo de desidratação osmótica do gengibre (Zingiber officinale Roscoe)**. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267697834_OTIMIZACAO_DO_PROCESO_DE_DESIDRATAcao_OSMOTICA_DO_GENGIBRE_Zingiber_officinale_Roscoe> Acesso em: 10 mai. 2016.

SANTOS, A. M. **Estudo das influências da complementação de nutrientes no mosto sobre o processo de fermentação alcoólica em batelada**. 2008. 77 f. Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Disponível em <http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/408/1/Dissertacao_AlessandraMarquesdosSantos_2008.pdf> Acesso em: 11 mai. 2016.

SEBRAE (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS). **Potencial de consumo de cervejas no Brasil**: 2014. Disponível em: http://www.sebraemercados.com.br/wpcontent/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agrn_Cerveja_pdf.pdf. Acesso em 07 mar. 2017.

SENAI (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL). **Conheça a cerveja**. Rio de Janeiro: Setor de Documentação Bibliográfica do CENATEC de Produtos Alimentares de SENAI – DR/RJ, Vassouras, 1997.

SHLENS, J. **A tutorial on principal component analysis**. Center for neural Science, New York Universit. Version 3.01. April, 2009.

SHWAN, R.F., CASTRO, H. A. Fermentação. In: CARDOSO, M.G. **Produção de aguardente de cana de açúcar**. Lavras: Ed. UFLA, 2001. cap 3, p. 133-128.

SILVA, C. M. Descritivo como calcular o álcool na cerveja. **Alquimia da Cerveja**. Disponível em: <https://www.alquimiadacerveja.com.br/apostilas/Descritivo_Como_Calcular_o_alcool_na_Cerveja.pdf>. Acesso em 18 mai. 2016.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SINDCERV. **Tipos de cerveja**. 2014. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php>>. Acesso em: 18 maio 2016.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M.; MACEDO, G. A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 491-498, 2008.

SLEMER, O. A. **Os prazeres da cerveja**. São Paulo: Makron Books, 1995.

SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n.205, p. 14-22, 2011. Disponível em:
<http://www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edicao_205.pdf> Acesso em: 16 nov. 2016.

SOCIEDADE DA CERVEJA. **Matérias-primas**. Disponível em:
<<http://www.sociedadedacerveja.com.br>> Acesso em: 02 dez. 2016.

SOHRABVANDI, S.; MORTAZAVIAN, A. M.; REZAEI, K. Health-related aspects of beer: a review. **International Journal of Food Properties**, v. 15, n. 2, p. 350-373, 2012.

SPIESS, S. O que é Malte? **O Caneco**. 17 set. 2015. Disponível em
<<http://www.ocaneco.com.br/afinal-o-que-e-malte/>>. Acesso em mar. 2017.

STERCKX, F. L.; SAISON, D.; DELVAUX, F. R. Determination of volatile monophenols in beer using acetylation and headspace solid-phase microextraction in combination with gas chromatography and mass spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, v. 676, p. 53-59, ago. 2010.

TAPSELL, L. C.; et al. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden, 2001.

UBUOH, E. A. Analysis of metal concentrations in selected canned beers consumed in Owerri Urban, Imo State, Nigeria. **International Journal of Chemistry and Material Science**, v. 1, p. 90-95, 2013.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2010.

_____. **Tecnologia de cerveja**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

VIEIRA, A. W. **Apostila de produção de cervejas artesanais**. São Paulo: Acerva Paulista, 2009. 30 p.

WE CONSULTORIA. **Lúpulo Hallertau Nugget em Pellet**. Disponível em
<<http://loja.weconsultoria.com.br/lupulo-hallertau-nugget-em-pellet-p50140/>>. Acesso 7 fev. 2017.

_____. **Lúpulo Hallertau Perle em Pellet**. Disponível em
<<http://loja.weconsultoria.com.br/lupulo-hallertau-perle-em-pellet-p50139/>>. Acesso 7 fev. 2017.

YOKOYA, F. **Fabricação de aguardente de cana**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, 1995. 87 p. (Série Fermentações Industriais)

ZHANG, C.; BAILEY, D. P.; SUSLICK, K. S. Colorimetric sensor arrays for the analysis of beers: a feasibility study. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 14, p. 4925-4931, 2006.

APÊNDICE A - Rótulo sugerido para o produto, desenvolvido durante o Programa de Pós-Graduação Engenharia de Produção e rotulagem

Teor Alcoólico 2%

CERVEJA ARTESANAL TIPO PILSEN ADICIONADA DE GENGIBRE

Pós Beer

600 mL

Indústria Brasileira
 Pós Beer Indústria de Cervejas Artesanais LTDA
 Parque Industrial
 CEP: 00000-000
 Ponta Grossa - Paraná
 CNPJ nº 00.000.000/0000-00
 Inscrição Estadual nº 000.000.00
 Registro no Ministério da Agricultura nº 0000/000

PRODUZIDO E ENVASADO POR:
 FLAVIA HENRIQUE
 GUILHERME FERNANDO RIBEIRO
 JESSYCA MORAES
 LUCIANO MORA TOZETTO
 SIMONE BEMLICH

INGREDIENTES:
 Água, malto, lupulo, gengibre e adjuntos.
CONTÉM GLÚTEN

Conservar em local seco, sem exposição a luz solar.

**APRECIAR COM MODERAÇÃO
 SE BEBER, NÃO DIRIJA**

Data de fabricação: Maio de 2015
 Validade: 6 meses
 Lote: 1234 XY



APÊNDICE B - Pesquisa para triagem de julgadores de cerveja artesanal adicionada de gengibre produzida em bancada.

QUESTIONÁRIO DE TRIAGEM

Questão 1- Assinale seu gênero

Masculino

Feminino

Questão 2- Qual o seu Curso?

Engenharia Química

Superior de Tecnologia em Alimentos

Questão 3- Qual sua faixa etária?

18 a 23 anos

24 a 29 anos

30 a 35 anos

36 a 41 anos

mais de 41 anos

Questão 4- Você se considera um (a) conhecedor (a) de cerveja?

Sim

Não

Questão 5- Suponhamos que você tenha R\$30,00 no bolso e pretende comprar cerveja com este dinheiro. Você prioriza a quantidade de produto a ser consumida ou a qualidade deste?

Qualidade

Quantidade

Questão 6- Como caracteriza seu consumo de cerveja?

Nunca consumo

Poucas vezes ao ano

Poucas vezes ao mês

Ao menos uma vez por semana

Mais de uma vez por semana

Diariamente

Agradecemos sua participação!

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: **Análise sensorial de cerveja artesanal adicionada de gengibre**

Pesquisadores, com endereço e telefone:

Pesquisador responsável: Prof. Dr^a Maria Helene Giovanetti Canteri

Endereço: Rua Pau Brasil, 391, CEP 84145-000 Ponta Grossa/Pr. email: canteri@utfpr.edu.br

Telefones para contato: (42) 3224.4800 e (42) 9910-3301

Pesquisador participante: Luciano Moro Tozetto

Endereço: Rua Ramiz Galvão, 432, CEP: 84040-240 – Ponta Grossa/Pr. Email: ltozetto@utfpr.edu.br

Telefones para contato: (42) 3225.3534 – (42) 91152746.

Engenheiro, ou médico, ou orientador, ou outro profissional responsável: Orientadora Prof. Dr^a Maria Helene Giovanetti Canteri

Local da realização da pesquisa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa. – Laboratório de Análise Sensorial.

Endereço, telefone do local: Av. Monteiro Lobato, Km 4, s/n, CEP 84016-210, Ponta Grossa/Pr. Telefone (42) 3220-4800.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Você, _____ (*nome do sujeito da pesquisa*), _____ anos (*idade*), está sendo convidado a participar de um estudo denominado **Análise sensorial de cerveja artesanal adicionada de gengibre**.

Sua participação da pesquisa, em caráter voluntário, será no sentido de preencher, após orientação prévia, um formulário com perguntas sobre idade, gênero, curso e perfil do consumo de cerveja, num tempo médio de 5 minutos. Posteriormente, numa segunda etapa, fará a leitura dirigida e preenchimento deste Termo, seguida da degustação da cerveja, informando o quanto gostou ou desgostou do produto, utilizando uma ficha apropriada, num total estimado de 15 minutos. Não é necessária a ingestão do produto.

Você está sendo esclarecido sobre seguintes pontos:

1. O trabalho tem por **finalidade** “Quantificar o percentual de aceitabilidade da cerveja artesanal adicionada de gengibre, produzida em bancada na UTFPR, quanto à cor, ao sabor, ao aroma, ao amargor, à aparência, ao aspecto global e à intenção de compra do produto”. A cerveja a ser avaliada é do tipo artesanal adicionada de gengibre (2g L⁻¹ de lascas ao final da produção), maturada por pelo menos 2 semanas a 4 °C;
2. Ao participar desse trabalho você está **contribuindo cientificamente** para avaliação sensorial do novo produto, além de ter a **satisfação** em degustar um produto inovador;
3. Precisar **comparecer** ao laboratório de análise sensorial do Câmpus Ponta Grossa da

UTFPR para a realização do teste de aceitação do produto;

4. O teste sensorial será realizado em **sessão única**;

5. **Os riscos ou desconfortos** aos quais estará submetido ao participar dessa pesquisa **serão mínimos**; relacionados: ao tempo de realização de todo o teste sensorial; ao deslocamento até o Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR-PG; à pungência residual do gengibre na boca após a ingestão;

6. Como risco, pode ser citado algum processo alérgico associado a dos componentes da formulação, ainda desconhecido por parte do provador, visto que a triagem tem por objetivo selecionar julgadores que tem o hábito de consumo da bebida e não apresentam aversão ao gengibre. Caso a bebida **provoque alguma reação alérgica ou desconforto você deverá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis, identificados neste documento**;

7. Você será **incluído** na pesquisa apenas se cumprir os requisitos a seguir: Voluntário; idade acima de 18 anos completos; regularmente matriculado no Curso Superior de Tecnologia de Alimentos ou Engenharia Química; ambos os sexos; selecionado por meio de triagem prévia na qual indica o consumo regular de cerveja Pilsen (pelo menos uma vez por semana) e sem aversão ao gengibre; com vontade de cooperar e com tempo disponível para realização do teste.

8. Deverá comunicar os pesquisadores e será **excluído** da pesquisa se for: gestante; lactante; diabético; portador de patologia que impeça a ingestão de bebida alcoólica; usuário ao qual seja administrado medicamentos cuja ingestão seja incompatível com o consumo de álcool; alérgico a qualquer um dos componentes da formulação e portador de doença celíaca.

9. Você não terá **nenhuma despesa** ao participar desse estudo;

10. Seu nome será mantido em **sigilo**, assegurando assim sua privacidade e se desejar, será informado sobre os resultados dessa pesquisa;

11. Sua participação é **voluntária**. Assim sendo, **poderá desistir** de participar na pesquisa a qualquer momento, com liberdade de recusar ou retirar o consentimento, sem penalização.

12. **Poderá manter contato com os responsáveis pela pesquisa**, indicados no início deste documento, pelos telefones e/ou endereço de e-mail, quando quiser e for necessário.

13. Estão assegurados o **ressarcimento e indenização** provenientes de custos ou danos gerados ao participar dessa pesquisa, conforme previsto na Resolução do CNS n. 466 de 12/12/2012.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que estão trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja do seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

B) CONSENTIMENTO (do participante da pesquisa)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas nesse documento e ter recebido respostas claras às minhas questões, a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e os benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: __/__/____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: __/__/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador:

Data:

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Maria Helene Giovanetti Canteri-Telefone : (42) 3224.4800; email: canteri@utfpr.edu.br OU Luciano Moro Tozetto-Telefones para contato: (42) 3225.3534 – (42) 91152746. lmtozetto@utfpr.edu.br

OBS: este documento contém duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa

APÊNDICE D - Teste de aceitabilidade e intenção de compra de cerveja artesanal
adicionada de gengibre

Teste de aceitabilidade e intenção de compra de cerveja artesanal adicionada de gengibre

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra de cerveja artesanal adicionada de gengibre. Por favor, avalie a amostra codificada e indique, com base na escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo da amostra.

- 9 - gostei muitíssimo (adorei)
- 8 - gostei muito
- 7 - gostei moderadamente
- 6 - gostei ligeiramente
- 5 - nem gostei / nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 - desgostei moderadamente
- 2 - desgostei muito
- 1 - desgostei extrema

Indique aqui o código da amostra

Atributo	Nota (de 1 a 9, de acordo com a escala acima)
Cor	
Sabor	
Aroma	
Amargor	
Aparência	
Aceitação Global	

Após ter avaliado a amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza com o qual você estaria disposto a comprar este produto, se estivesse à venda:

- () 1. certamente não compraria
- () 2. provavelmente não compraria
- () 3. talvez comprasse, talvez não comprasse
- () 4. provavelmente compraria
- () 5. certamente compraria

Justifique sua avaliação e intenção de compra indicando:

O que mais gostou na cerveja adicionada de gengibre?

E o que menos gostou?

Agradecemos sua participação!