

1

CAPÍTULO

DESENVOLVIMENTO DE CERVEJA ARTESANAL DE TRIGO ADICIONADA DE GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE*)

Amanda Kaori Matsubara

Ariane Rodrigues Plath

Paulo Vinicius de Carvalho Barbeta

Claudio Takeo Ueno

Isabel Craveiro Moreira

Lyssa Setsuko Sakanaka

1 INTRODUÇÃO

Santos e Dinham (2006) definem a cerveja como uma bebida alcoólica, produzida a partir de cevada, água, lúpulo e levedura. Os grãos de cevada passam

pelo processo de malteação, a fim de produzir as enzimas diastásicas, responsáveis pela conversão do amido (não fermentável) em açúcar (fermentável); nessas condições, o grão de cevada passa a ser chamado de malte.

O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais de cerveja, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos. No entanto, apesar de produzir cerca de treze bilhões de litros de cerveja anualmente, o consumo brasileiro *per capita* de cerveja é de 62 litros, enquanto na República Tcheca o consumo é de 144 litros por habitante (SEBRAE, 2014).

O aumento da renda dos brasileiros nos últimos anos tem alavancado o consumo interno de alimentos e bebidas de maior valor agregado, como carnes, derivados de leite, vinhos e cervejas. No Brasil, o mercado de cervejas artesanais tem apresentado um crescimento devido à grande procura por produtos diferenciados, característica de consumo das classes A, B e nova classe C, sendo que o padrão de consumo de cervejas artesanais não é por preço, mas por qualidade e por experiências gustativas (SEBRAE, 2014).

As cervejas especiais e artesanais, geralmente proveniente de microcerveja-rias, são definidas como cervejas com sabores e aromas diferentes, com posicionamento de mercado por alta qualidade e alto preço, atendendo às necessidades do consumidor por produtos diferenciados. Além do ambiente francamente favorável para produtos diferenciados, exclusivos e de acesso limitado a pequenos grupos de apreciadores, outros fatores têm sido muito importantes na fabricação e no consumo de cervejas artesanais e especiais, ressaltando-se a “diplomação em consumo” do consumidor brasileiro, cada vez mais exigente em tudo, e com um paladar mais apurado e sensibilizado (TSCHOPE, 2001).

Outro fator importante na fabricação e no consumo dessas bebidas é o apelo nutritivo e de saudabilidade, pois, segundo Silva (2005), a cerveja, quando consumida moderadamente, é compatível com uma dieta equilibrada, capaz de proporcionar uma autêntica fonte de nutrientes e fibras solúveis, pois contém importantes vitaminas do complexo B, polifenóis, fosfatos, ácidos orgânicos e ácidos nucleicos, presentes no malte e no lúpulo.

Em relação ao gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), trata-se de uma especiaria muito utilizada na culinária como condimento, além de apresentar propriedades terapêuticas, como a atividade antioxidante e antibacteriana, entre outras (BEAL, 2006).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver uma cerveja artesanal de trigo adicionada de gengibre, com o intuito de se obter uma formulação que apresente níveis aceitáveis de atividade antioxidante e boa aceitabilidade sensorial.

2 CERVEJA

A denominação *cerevisia* ou *cervisia*, a mais próxima da que se conhece atualmente, é o nome latino dado pelos gauleses à bebida feita de cevada e de cereais, em homenagem à Ceres, deusa da colheita e da fertilidade (MORADO, 2009). De acordo com Tschope (2001), a fabricação de cerveja não se constitui apenas de uma técnica e sim de uma tradição milenar.

Segundo Dragone e Silva (2010), a prática da cervejaria pode ter sido originada na região da Mesopotâmia, onde a cevada cresce em estado selvagem. Há evidências de que a cerveja maltada já era fabricada na Babilônia no ano 6000 a.C. No entanto, foram os sumérios a serem considerados a primeira cultura civilizada a fabricar cerveja. Sua produção era tão importante que cerca de 40% da produção de cereais destinavam-se às cervejarias da região, as quais costumavam ser mantidas por mulheres. Após a queda do império sumério, os babilônios aprimoraram a tecnologia de fabricação da cerveja. A bebida não era filtrada na época, por isso, costumava-se utilizar canudos feitos de palha a fim de evitar consumir o resto do fundo, que tinha um gosto muito amargo (MÜLLER, 2002).

A devoção pela bebida acabou se transformando em tópico dentro de um dos postulados mais antigos da humanidade. No Código de Hamurabi há uma lei que assegura ao povo babilônico uma ração diária de cerveja, a qual dependia da posição social de cada um. A Lei da Pureza das Cervejas, também descrita no Código, impõe punições severas para quem adulterar a bebida (MÜLLER, 2002).

No Egito, era conhecida como *Bouza* e considerada uma bebida nacional, desempenhando um papel fundamental na alimentação, além de ocupar uma posição importante nos ritos religiosos. Após isso, foi introduzida na cultura do povo europeu, onde sua produção sofreu uma série de avanços técnicos visando o aumento de sua produção e de seu consumo (DRAGONE; SILVA, 2010).

Segundo Morado (2009), na Idade Média a produção de cerveja era uma atividade caseira, de responsabilidade das mulheres e para o consumo da família. A preferência pela bebida se dava pelo baixo custo, principalmente em relação ao vinho, e servia de complemento à alimentação.

Muitas cervejas foram feitas em mosteiros, demonstrando uma forte ligação da bebida com a religião; os monges a consumiam durante os períodos de jejum religioso na crença de que a cerveja não quebrava o jejum, apenas o vinho, o qual era considerado sagrado e não podia ser consumido (SANTOS; DINHAM, 2006).

No Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, no início do século XIX, durante a permanência da família real portuguesa em território brasileiro, época em que a cerveja era importada da Europa. Em 1888 foi fundada, na cidade do Rio de Janeiro, a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia” e,

poucos anos depois, em 1891, na cidade de São Paulo, a “Companhia Antártica Paulista” (DRAGONE; SILVA, 2010).

Existem vários tipos de cerveja fabricados ao redor do mundo, as principais diferenças entre elas costumam ser a escolha do tipo de fermentação, do malte, lúpulo e água, além das técnicas de fermentação de cada cervejeiro (LANGE, 1999). De modo geral, as cervejas estão agrupadas em dois grandes estilos: *ale* e *lager*.

O tipo *ale*, considerado o processo mais antigo de produção de cerveja, passa por alta fermentação. Entre os estilos do tipo *ale*, se destacam a *porter*, *stout*, *pale*, *brown*, *mild* e *bitter*. Suas cervejas são geralmente claras, apresentam um sabor de lúpulo acentuado, e graduação alcoólica entre 4% e 8%. O tipo *lager* é caracterizado pelo sabor suave, coloração clara, e teor alcoólico entre 3% e 4%. As cervejas do tipo *lager* são mais comuns e mais consumidas no mundo, inclusive no Brasil, cujas características da bebida são mais adequadas ao nosso clima. As principais variedades do tipo *lager* são a *pilsen* e a *Bock* (OETTERER, 2006; SIQUEIRA, 2007).

No século XXI, a cultura cervejeira apresentou um grande crescimento e desenvolvimento tecnológico, o renascimento da produção caseira de cerveja (*homebrewing*) e a nova geração de microcervejarias por todo o mundo, trazendo inovações aos consumidores por meio da oferta de produtos de qualidade e diversificados (MORADO, 2009).

2.1 Matéria-prima

No período medieval ainda eram utilizados vários ingredientes na elaboração de cervejas e, por este motivo, no ano de 1516, o Duque Guilherme IV da Bavária (Alemanha) aprovou o que atualmente é conhecida como a lei mais antiga do mundo sobre a manipulação de alimentos, a lei *Reinheitsgebot*, ou “Lei da Pureza”, relacionada com a elaboração da cerveja que deveria ser produzida somente com cevada, lúpulo e água (DRAGONE; SILVA, 2010). Na época, ainda não se conhecia a existência da levedura como agente fermentador do processamento de cerveja (OETTERER et al., 2006).

Em quantidade, a água é o principal componente da cerveja e suas propriedades são um dos fatores mais significativos na qualidade final do produto, principalmente a salinidade. A atual disposição tecnológica favorece a possibilidade do uso de água com teor de pureza e sais minerais adequados à produção de cerveja (ANDRADE; MEGA; NEVES, 2011). Morado (2009) cita que, atualmente, a tecnologia permite “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 malte se origina da germinação do grão da cevada, uma planta da família das gramíneas cultivada em regiões de climas temperados e que apresenta alto teor de amido. Quando colocado sob condições ambientais controladas, o grão torna-se macio e fácil de quebrar. Assim, o amido torna-se mais acessível, dando origem a enzimas que provocam modificações nas substâncias contidas no grão (SAMPA BEER, 2013).

A utilização do malte para o processo de obtenção da bebida deve-se pelo seu alto poder diastásico, ou seja, sua alta atividade enzimática, mais precisamente a atividade da invertase do grão. As principais enzimas presentes no malte são α -amilase, β -amilase e protease. Essas enzimas, ativadas durante o processo de germinação do grão, são importantes para a transformação do amido, presente no próprio malte e originalmente na cevada, em açúcares, os quais serão consumidos pelas leveduras durante o processo de fermentação com consequente produção de álcool (OETTERER et al., 2006).

A chave do processo de malteação, o qual passa por maceração, germinação e secagem, é interromper a germinação da cevada quando as enzimas responsáveis pela produção do açúcar ainda estão presentes e a maior parte do amido não foi transformada em malte. Torna-se malte propriamente dito o produto após a sua secagem e torrefação, permitindo uma variedade de tipos em função da quantidade de calor aplicada durante o processo (SANTOS; DINHAM, 2006).

Existem diversos tipos de malte, e cada um é usado para produzir um tipo diferente de cerveja. O tipo *pilsen* (claro) é o mais utilizado no mundo. O tipo caramelo é levemente torrado. O tipo *münchen* tem médio grau de torrefação. O tipo escuro, preto, ou torrado tem intenso grau de torrefação. Em algumas cervejarias, há substituição de parte do malte de cevada por outros cereais, como o arroz, a aveia, o milho e o trigo, que podem ou não ser maltados, servindo como fonte complementar de açúcares para a fermentação (SOCIEDADE DA CERVEJA, 2012). No caso do milho, é utilizado para dar sabor mais doce e corpo à bebida, o arroz é utilizado para fazer uma cerveja seca, leve e fresca, e a utilização do trigo produz uma cerveja especial, conhecida como *weissbier* (SANTOS; DINHAM, 2006).

A *weissbier* é uma típica cerveja de trigo, utilizando, para sua preparação, de 50 a 60% de trigo maltado, sendo realizada uma alta fermentação que libera no mosto compostos fenólicos, como o aroma característico de cravo-da-índia, baunilha e, ainda, sabor frutado (CEREDA; FILHO, 2001).

Na Idade Média, quando se deu início a uma produção em maior escala, foi introduzido como matéria-prima na arte cervejeira pela lei alemã *Reinheitsgebot*, o lúpulo (*Humulus lupulus*), erva que tem sido utilizada ao longo da história para dar sabor e preservar a cerveja. O lúpulo é considerado na atualidade, em nível

mundial, como um ingrediente indispensável para a produção da cerveja (DRAGONE; SILVA, 2010).

O lúpulo é uma trepadeira perene originária de climas temperados. Na fabricação da cerveja são usadas apenas as flores fêmeas. Suas resinas e óleos essenciais conferem à bebida o sabor amargo e o aroma característico (SOCIEDADE DA CERVEJA, 2012).

De acordo com Sutherland e Varnam (1994), ao longo dos anos foram aparecendo diversas bebidas alcoólicas, todas sendo reunidas pelo denominador comum que seria a produção de etanol a partir da fermentação de carboidratos, e na maioria dos casos a espécie de levedura utilizada é a *Saccharomyces sp.* Essa levedura é capaz de fermentar um amplo número de açúcares, como a sacarose, a glicose, a frutose, a galactose, a manose, a maltose e a maltotriose. A produção de etanol é o principal produto da fermentação de *Saccharomyces sp.*, sintetizado a partir da descarboxilação do piruvato produzido em uma rota metabólica. Essa reação dá origem ao acetaldeído que finalmente se reduz a etanol.

2.2 Processamento de cerveja

O processamento da cerveja hoje em dia se dá pelas seguintes etapas: moagem do malte e dos adjuntos; mosturação; filtração; adição do lúpulo; fervura do mosto; resfriamento; fermentação; maturação; filtração; envase e pasteurização (SINDICERV, 2012).

O objetivo da moagem é quebrar o grão e expor o amido contido em seu interior. É importante que a moagem não seja muito severa para que a fase de filtração não seja prejudicada, porém, se a moagem for muito grosseira, não atingirá o seu objetivo, que é aumentar a superfície de contato do substrato amiláceo com as enzimas do malte, facilitando sua hidrólise (OETTERER et al., 2006).

A mostura consiste em adicionar água ao malte moído, submetendo-o a diferentes temperaturas por períodos de tempo determinados para que o amido venha a se solubilizar, e também ativar enzimas proteolíticas e de sacarificação, formando uma solução chamada de “mosto” (OETTERER et al., 2006; MORADO, 2009).

A mostura é submetida a um aquecimento gradativo com a finalidade de atingir as respectivas temperaturas ótimas de ativação das diversas enzimas do malte. A 40-50 °C são ativadas as glucanases, enzimas de decomposição das substâncias hemicelulósicas e gomas, transformando-as em substâncias de baixa massa molecular solúveis em água. As proteases, responsáveis pela quebra da cadeia proteica, produzindo peptídeos e aminoácidos, entram em ação sob temperaturas de 45-55 °C, e as proteínas não degradadas também são necessárias para proporcionar esta-

bilidade à espuma da cerveja. A sacarificação do amido ocorre nas temperaturas mais altas do cozimento, de 60-75 °C, ao ser quebrado pela α -amilase e β -amilase, e o amido sofre rompimento nas ligações α -1,4, dando origem às maltoses. As dextrinas com ligações α -1,6 não são fermentáveis; são responsáveis pelo corpo da cerveja e colaboram no sabor e aroma da bebida (OETTERER et al., 2006).

A filtração é realizada com a finalidade de separar o mosto líquido do bagaço de malte. Em cervejarias de porte menor, esta operação é feita em tinas de clarificação. Durante a filtração, o mosto flui por gravidade através de uma superfície filtrante constituída pelas próprias cascas do malte. Este processo é seguido por sucessivas lavagens do elemento filtrante com água a 75 °C, a fim de recuperar a maior parte do extrato líquido que fica retido no bagaço (OETTERER et al., 2006).

A adição de lúpulo ou lupulagem, normalmente ocorre em duas etapas, a primeira visando conferir amargor e a segunda prestando-se à adição de aromas florais, herbais e mesmo condimentados, acrescentados no mosto durante a cocção. A fervura do mosto deve ser intensa, pois é responsável pela esterilização do mosto e também exerce função importante na definição da cor e no sabor da cerveja, devido à ação da caramelização e reação de *Maillard* (SANTOS; DINHAM, 2006; MORADO, 2009).

Segundo Morado (2009), após a fervura do mosto dá-se a separação do *trub* – aglutinado proteico – por um processo denominado *whirlpool*, o qual utiliza a força centrípeta para fazer o *trub* se acumular no centro do tanque, e logo pode ser feito o resfriamento, necessário para que o mosto atinja a temperatura adequada para a fermentação. Por sua vez, a etapa seguinte consiste na transformação, pela levedura, de açúcares, como a maltose e glicose, em dióxido de carbono (CO₂) e etanol.

Antes da inoculação do fermento, o mosto é resfriado utilizando-se um trocador de calor. A fermentação alcoólica proporciona à bebida seu teor alcoólico, além de uma parte da carbonatação e espumação. Normalmente é feita à proporção de 1% (v/v) de fermento em relação ao mosto, e o tempo de fermentação pode variar de acordo com a cervejaria e o tipo de cerveja que se pretende (OETTERER et al., 2006; SANTOS; DINHAM, 2006).

Retiradas as leveduras ao final da fermentação, tem início a maturação, que geralmente ocorre em temperaturas mais baixas e é caracterizada pela importância das reações físico-químicas que transformam o aspecto visual e produzem alguns aromas e sabores. Em cervejas especiais, esta etapa também é aproveitada para fazer a adição de especiarias, frutas ou lascas de madeiras, que conferem características próprias de aroma e sabor à bebida (MORADO, 2009).

Para dar acabamento à bebida, Morado (2009) cita que mais uma vez é utilizada a filtração, com a função de dar brilho e estabilidade físico-química e micro-

biológica a ela. Neste processo são eliminadas quase que totalmente as leveduras que ainda restam no final da maturação.

Pode ser corrigido, então, o conteúdo de CO₂ injetando gás carbônico na cerveja; a adição de gás carbônico sob pressão faz a cerveja absorver o gás em substituição ao oxigênio e, deste modo, evita-se a ação microbiana e oxidações que possam alterar o sabor da cerveja (OETTERER et al., 2006).

Após a carbonatação, é realizado o envase, o qual a assepsia das instalações, dos barris e das garrafas é fundamental para assegurar a qualidade e a estabilidade da bebida. Por fim, a pasteurização visa diminuir a carga microbiana, porém críticos alegam que esta operação prejudica o paladar, conferindo adstringência adicional e até mesmo sabores de “queimado” à bebida (MORADO, 2009). No caso das cervejas acondicionadas em barris, estas normalmente não passam pelo processo de pasteurização, sendo, deste modo, chamadas de chope (SANTOS; DINHAM, 2006).

2.3 Aspectos nutricionais da cerveja

Ao contrário do que muitas pessoas pensam, a cerveja é compatível com uma dieta equilibrada, sendo uma autêntica fonte de nutrientes e fibras solúveis, pois contém importantes vitaminas do complexo B, polifenóis, fosfatos, ácidos orgânicos, ácidos nucleicos. Graças ao seu baixo teor de sódio, ela tem efeito diurético, o que estimula o funcionamento renal, de forma que a bebida ajuda também a controlar a hipertensão pela eliminação de resíduos da metabolização de alguns nutrientes. Devido aos antioxidantes naturais e ao álcool, os níveis de HDL (lipoproteínas de alta densidade) aumentam, deste modo, quando consumida com moderação, a cerveja ajuda no combate de doenças coronarianas (SILVA, 2005).

Os compostos fenólicos são substâncias presentes naturalmente nos vegetais que podem atuar como antioxidantes na cerveja, e desempenham um papel importante nas características sensoriais (cor, aroma e sabor) e nutricionais. Um estudo de Fett (2006) demonstrou que uma cerveja de trigo, em comparação com a bebida oriunda de outros tipos de malte, apresenta maior potencial de atividade antioxidante.

2.4 Legislação

Definida pela legislação brasileira, cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica de mosto oriundo de malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo. Parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos (cevada, arroz, trigo, centeio, milho, aveia e sorgo, todos integrais, em flocos ou a sua parte amilácea) e por carboidratos de origem vegetal, transformados ou não (BRASIL, 2009).

Quanto à proporção de malte na formulação, está estabelecido que as cervejas podem ser classificadas em: a) puro malte, aquela que possuir 100% de malte de cevada, em peso, na base do extrato primitivo, como fonte de açúcares; b) cerveja, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a 50%, em peso, na base do extrato primitivo, como fonte de açúcares; c) cerveja com o nome do vegetal predominante, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que 20% e menor que 50%, em peso, na base do extrato primitivo, como fonte de açúcares (BRASIL, 2009).

2.5 Gengibre

O gengibre é uma das especiarias mais importantes e valorizadas ao redor do mundo. É cultivado em áreas tropicais e subtropicais, sendo a Índia responsável por 50% da produção mundial. No Brasil, este vegetal é cultivado na faixa litorânea de Santa Catarina e do Paraná, no sul do estado de São Paulo e também no Espírito Santo, que é responsável por metade da produção nacional, ou seja, 8 mil toneladas anuais (JUNQUEIRA et al., 1999).

Componente da família *Zingiberaceae*, o gengibre (*Zingiber officinalis* Roscoe) (Figura 1.1) é originário da Ásia tropical. *Z. officinalis* é uma planta decídua, perene, com espesso rizoma ramificado, com um robusto talo vertical e folhas lanceoladas pontiagudas. A parte utilizada da planta é o rizoma, que apresenta como princípios ativos o gingerol e o zingibereno, dentre outros (ALBUQUERQUE, 1989).



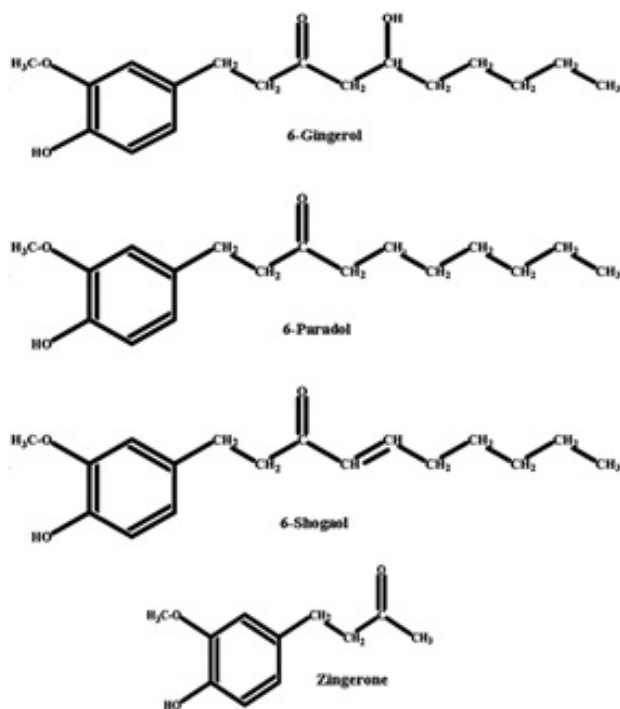
Fonte: Beal (2006).

Figura 1.1 Planta de gengibre (*Zingiber officinalis* Roscoe)

O rizoma do gengibre apresenta aroma característico e sabor fortemente pungente. Os óleos essenciais presentes em sua composição podem variar conforme a origem geográfica, secagem, época de colheita e tipo de adubação, no entanto, os principais constituintes responsáveis pelo aroma permanecem constantes. Esses compostos incluem: zingibereno, curcumeno, sesquifelandreno e bisabolenol, além de aldeídos monoterpênicos e álcoois (BEAL, 2006).

Segundo Justo (2008), o gengibre é uma especiaria amplamente usada há vários séculos na medicina tradicional para aliviar sintomas como inflamação, doenças reumáticas e desconfortos gastrointestinais. Seus extratos e seus principais compostos pungentes, os gingeróis, têm mostrado recentemente várias atividades biológicas, incluindo efeitos como agentes antineoplásicos, antiespasmódicos e antieméticos, inibidores de enzimas, anti-hemorrágicos, antifúngicos, inibitórios da síntese de óxido nítrico, protetores de células neurais, microbicidas, anti-inflamatórios e antioxidantes. O gengibre pode ser considerado um antioxidante com alto potencial para ser utilizado como substituto de antioxidantes sintéticos nas indústrias químicas, farmacêuticas e alimentícias.

As plantas da família *Zingiberaceae*, em geral, apresentam ingredientes pungentes. O gengibre apresenta compostos como 6-gingerol e 6-paradol, os quais possuem efeito antitumoral (Figura 1.2) (ZARATE; SUKRASNO; YEOMAN, 1992). Segundo Lee, Kim e Ashmore (1985), o gengibre demonstrou propriedade antioxidante, conferindo aumento de vida útil de produtos alimentícios. Cai et al. (2004) citaram o efeito antioxidativo de 112 ervas chinesas, dentre elas o gengibre, evidenciando o potencial de aplicação dessa especiaria como fonte de antioxidantes naturais.



Fonte: Baliga (2013).

Figura 1.2 Compostos presentes no gengibre

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O malte de trigo e cevada, o lúpulo e a levedura foram adquiridos em loja especializada da cidade de Londrina, Paraná. As raízes de gengibre *in natura* e o açúcar foram adquiridos no comércio local. A água utilizada foi proveniente da rede de abastecimento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *campus* Londrina. Os reagentes foram adquiridos em lojas especializadas.

3.1 Obtenção do extrato de gengibre

Para a obtenção do extrato de gengibre foram utilizadas duas metodologias distintas: uma de acordo com o manual Adolfo Lutz (2008) e outra que se refere à adaptação utilizada por Rufino et al. (2007a, 2007b). As extrações foram realizadas nos Laboratórios de Bebidas e Vegetais, e de Análise de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Londrina.

No primeiro procedimento, foi triturado 1 kg de gengibre, o qual foi homogeneizado em um litro de água destilada, e a mistura foi, então, centrifugada e filtrada para a obtenção do extrato, sendo as fibras descartadas. O extrato foi reservado sob refrigeração a 10 °C.

No segundo procedimento, foram triturados e pesados 20 g de gengibre, amostra diluída e homogeneizada em 40 ml de solução de metanol 50%, e, após sessenta minutos de descanso em temperatura ambiente, foi centrifugada a 13.000 rpm por quinze minutos, separando-se o sobrenadante em um balão volumétrico de 100 ml. O resíduo da primeira extração foi diluído em 40 ml de solução de acetona 70%, passando pelo mesmo procedimento de descanso seguido de centrifugação. O sobrenadante foi acrescentado no mesmo balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume foi completado para 100 ml com água destilada. O extrato foi reservado em frasco de vidro âmbar em temperatura ambiente e local escuro.

3.2 Processamento da cerveja artesanal

O processamento da cerveja foi baseado em receita própria adaptada de um mestre cervejeiro e foi realizado no Laboratório de Bebidas e Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Londrina. Foram feitas três formulações de cerveja utilizando uma microcervejeira da marca Dragon Bier (Figura 1.3).

A primeira formulação, chamada de controle, não teve adição de gengibre. Com o auxílio de um moinho, foram moídos 11,3 kg de malte imediatamente antes de serem levados para a tina de mosturação contendo 40 litros de água previamente aquecida a 45 °C e com pH corrigido a 5,73 por meio da adição de

ácido láctico. Durante o processo de mosturação ou brassagem, foram realizadas cinco rampas de temperaturas: 45 °C, 53 °C, 63 °C, 72 °C e 78 °C.



Figura 1.3 Fotografia da microcerveja Dragon Bier da UTFPR

Na primeira rampa, o mosto manteve-se sob agitação por dez minutos, enquanto era aquecido até 53 °C, para iniciar a atividade das enzimas, onde ficou sob agitação em temperatura constante durante trinta minutos. Novamente o mosto foi aquecido durante 12,5 minutos até a rampa de 63 °C e deixado em repouso por uma hora e quinze minutos, período durante o qual ocorreu a quebra das proteínas para formação e estabilidade da espuma na cerveja. Em seguida, foi aquecido até 72 °C por dez minutos e mantido em repouso por vinte minutos, etapa em que ocorreu a sacarificação do amido. Após esse período, foi realizado o teste de iodo, e uma vez constatado que boa parte do amido do malte tinha sido convertida em açúcares, o mosto foi aquecido novamente até 78 °C por um minuto, para inativação das enzimas, e transferido para tina de filtração, como demonstrado na Figura 1.4.

O mosto foi trasfegado para tina de filtração, previamente preenchida com água para evitar entupimento do filtro durante a circulação do mosto, na temperatura de 76-78 °C. Após a trasfega, o mosto foi mantido em repouso por cinco minutos e, posteriormente, recirculado para ser filtrado e clarificado. Após ter atingido dez minutos circulando, o mosto foi transferido para tina de fervura.

Realizou-se uma lavagem do bagaço, adicionando-se 30 litros de água a 78 °C, seguida pelo processo de circulação do mosto descrito anteriormente. Essa lavagem foi realizada para retirar o residual de açúcar ainda presente nas cascas.

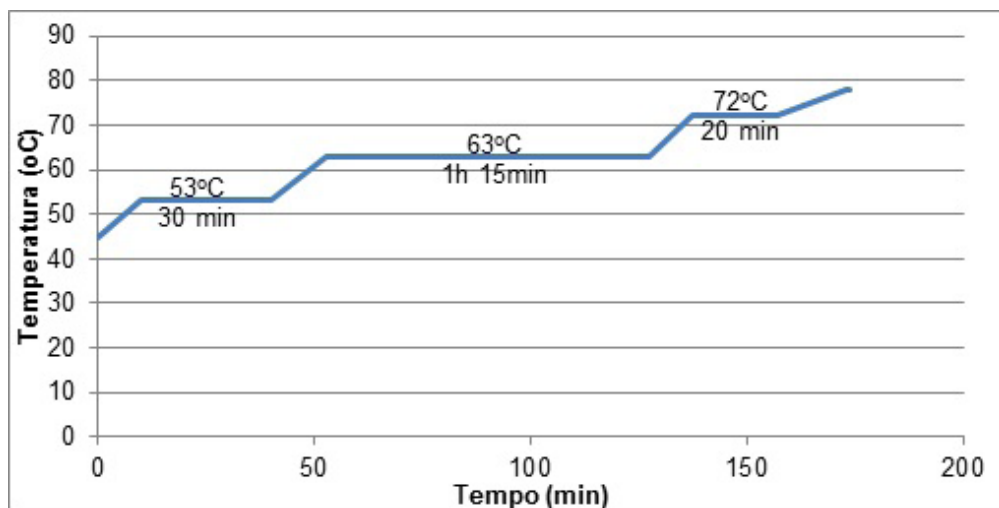


Figura 1.4 Rampa de temperatura/tempo de mosturação

No processo de fervura, o mosto foi submetido a um calor intenso até iniciar sua ebulição; após o início da ebulição, essa temperatura manteve-se de forma controlada com a finalidade de apresentar uma boa taxa de evaporação do mosto.

Uma hora antes de terminar a fervura, foi adicionado lúpulo Tradition, que serve para conferir o amargor da cerveja, coletando-se uma amostra para verificação do pH, que foi de 5,68. O controle do pH durante a fervura tem como finalidade facilitar a coagulação de certas proteínas durante o *whirlpool*. Faltando quinze minutos para terminar a fervura, foi adicionado lúpulo Tettnang, utilizado para conferir aroma à bebida. Após a fervura o mosto foi deixado em repouso por aproximadamente quinze minutos e, em seguida, submetido ao *whirlpool* para maior coagulação das proteínas, aumentando a massa de *trub* final. Para as outras formulações, o gengibre foi ralado e adicionado diretamente no mosto cinco minutos antes de terminada a fervura, sendo utilizadas duas concentrações distintas: de 0,75% e 1% (m/v) de gengibre.

O resfriamento do mosto ocorreu em um *chiller*. Após resfriado, o mosto foi levado para o tanque de fermentação com temperatura aproximada de 8 °C. A levedura da marca Ferments (cepa WB06) foi adicionada ao fermentador, aerando-se o mosto por agitação do tanque de forma intensa. Em seguida, o tanque de fermentação foi levado para a câmara frigorífica para que a fermentação fosse realizada a uma temperatura de 8 °C por sete dias, sendo que, nos últimos dias, a temperatura foi aumentada para 13 °C, acompanhando o valor do extrato do mosto a cada dois dias.

Após os sete dias de fermentação e constatada a estabilização do extrato, a temperatura da câmara fria foi abaixada gradativamente até que atingisse 0 °C,

dando início ao processo de maturação, que durou mais dez dias. Durante o período de maturação foi feita a retirada da levedura e sedimentos do fundo do fermentador, com a finalidade de evitar sabores residuais no produto final (Figura 1.5).



Figura 1.5 Fotografia do tanque de fermentação armazenado em refrigeração

Antes do envase, após a maturação, foi adicionado o *priming* (5 g açúcar/L de cerveja) com a finalidade de carbonatar a cerveja (2ª fermentação), e em seguida, realizado o envase da cerveja em garrafas (Figura 1.7) previamente esterilizadas por injeção de vapor (Figura 1.6). Essa segunda fermentação foi realizada por um período de dez dias em temperatura ambiente.



Figura 1.6 Fotografia do procedimento de esterilização das garrafas por injeção de vapor



Figura 1.7 Fotografia do envase manual da cerveja

3.3 Caracterização físico-química da cerveja

Foram analisadas amostras em triplicata dez dias depois do envase da cerveja, armazenada em temperatura ambiente (20 °C). As amostras foram desgaseificadas em um sonicador (Schuster – L-100).

3.4 Teor de álcool

A determinação do teor alcoólico foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Londrina, de acordo com o manual Técnico Dragon Macro Bier (2009). Utilizou-se, para isso, um densímetro e a tabela de conversão da densidade obtida para o mosto antes do início da fermentação, e a densidade obtida após completa fermentação do mosto. O resultado foi expresso em % alcoólica de acordo com a EQUAÇÃO 1.

$$\% \text{ ABV} = (\rho_o - \rho_f) * 131 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

ABV – álcool por volume.

ρ_o – densidade original do mosto antes da fermentação a 20°C.

ρ_f – densidade final da cerveja, após fermentação a 20°C.

3.5 pH

Em relação ao pH, foi feita a medição direta conforme metodologia do fabricante utilizando-se um potenciômetro MS Tecnopon Equipamentos Especiais

Ltda., do Laboratório de Bebidas e Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Londrina, nas amostras a 20 °C.

3.6 Determinação de acidez total titulável

A determinação do conteúdo total de ácidos das amostras foi realizada por meio de titulação com hidróxido de sódio segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). O método se caracteriza por pesar 10 g de amostra, transferir para um frasco de erlenmeyer de 125 ml com o auxílio de 50 ml de água destilada. Adicionou-se 3 gotas do indicador fenolftaleína, titulando com solução de hidróxido de sódio a 0,1 M até coloração rósea. O cálculo da acidez foi expresso em solução molar por cento v/m, conforme a EQUAÇÃO 2.

$$\text{Acidez} = (V * FC * 10)/P \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

V = ml gastos na titulação.

FC = fator de correção de NaOH 0,1N.

P = peso da amostra.

3.7 Análise de sólidos totais

Na análise de sólidos totais, as cápsulas utilizadas foram submetidas à estufa por três horas para completa secagem e, em seguida, colocadas em dessecador até ficarem em temperatura ambiente. Nessas cápsulas, devidamente pesadas, foram pesadas aproximadamente 6 g de amostra e colocadas na estufa a 105 °C até peso constante. Para fazer o cálculo da quantidade de sólidos totais, foi subtraído o peso das cápsulas do peso final das amostras, e o resultado foi expresso em porcentagem.

3.8 Análise de sólidos solúveis

Foi determinado o valor dos sólidos solúveis pelo índice de refração em refratômetro da marca 2 WAJ – 970139, calibrado, fazendo-se a análise da amostra a 20 °C, com resultado expresso em graus Brix (°Brix).

3.9 Análise de cor

A quantificação de cor foi realizada através de colorímetro Minolta CR-200, previamente calibrado em superfície branca de acordo com padrões pré-estabelecidos (BIBLE; SINGHA, 1997). A medição foi realizada diretamente na superfície

das amostras contidas em recipiente escuro. Foram avaliados três parâmetros de cor: L^* , a^* e b^* . O valor de a^* caracteriza coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), o valor b^* indica coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$) e o valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco ($L=100$) ao preto ($L=0$) (HARDER, 2005). O Croma é a relação entre os valores de a^* e b^* , onde se obtém a cor real do objeto analisado. Para cálculo do Croma foi utilizada a EQUAÇÃO 3.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (\text{Equação 3})$$

3.10 Determinação da atividade antioxidante

A avaliação da ação antioxidante foi feita por análise quantitativa pelo método de sequestro de radicais livres, sendo utilizadas duas metodologias distintas, uma baseada na captura do radical DPPH \cdot (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) por antioxidantes, adaptado por Baiano e Terracone (2013), e outra descrita por Rufino et al. (2007b), que utiliza o radical ABTS \cdot^+ (2,2'-azinobis(3-*etilbenzotiazolina*)6-ácido sulfônico) para mensurar o potencial antioxidante do extrato de gengibre e da bebida pronta.

3.11 Método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila)

Essa metodologia consiste na preparação da solução inicial de DPPH (60 μM), dissolvendo 2,4 mg de DPPH em álcool metílico 50% e completando o seu volume para 100 ml em um balão volumétrico. Depois de homogeneizada, a solução foi transferida para um frasco âmbar.

A determinação da curva-padrão do DPPH foi realizada em ambiente escuro, onde foram transferidas 30 μL de cada solução de Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-ácido carboxílico) de concentrações variadas (100 μM , 500 μM , 1.000 μM , 1.500 μM e 2.000 μM), previamente preparadas, em tubos de ensaio contendo 3 ml da solução do radical DPPH \cdot (Figura 1.8); depois de homogeneizados, os tubos foram mantidos em repouso por sessenta minutos em local escuro e temperatura ambiente, antes de serem realizadas as leituras das absorbâncias na faixa de 517 nm no espectrofotômetro da marca Femto 800XI.

Para a análise das amostras dos extratos de gengibre e cervejas, 60 μL de cada amostra foram adicionados a 3,94 ml de solução de DPPH \cdot (60 μM) em tubos de ensaio, e a leitura de absorbância a 517 nm foi realizada após a solução descansar por sessenta minutos ao abrigo de luz e em temperatura ambiente.

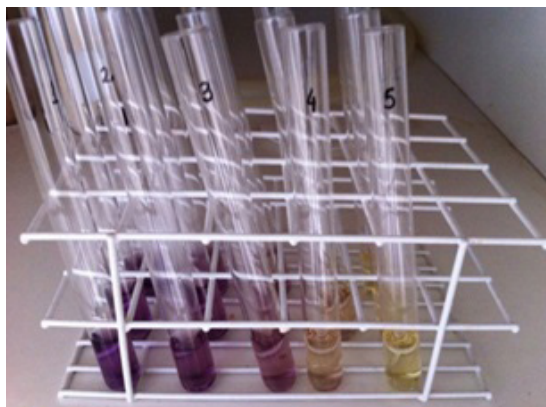
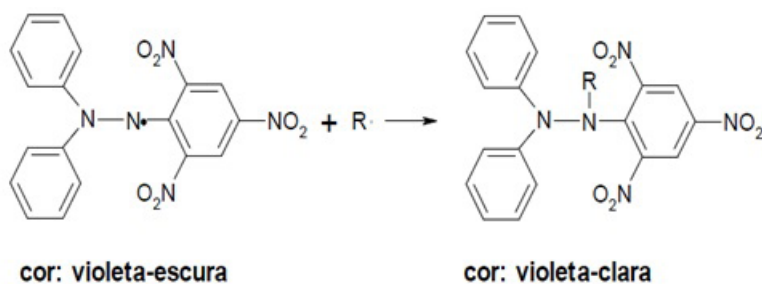


Figura 1.8 Fotografia dos tubos de amostra contendo solução de DPPH*

A atividade antioxidante foi mensurada a partir da capacidade dos extratos descolorirem soluções diluídas do radical DPPH* (Figura 1.9). Os resultados finais foram expressos em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox), em $\mu\text{M TEAC/L}$ de amostra.



Fonte: Rufino et al (2007a).

Figura 1.9 Estabilização do radical DPPH

3.12 Método ABTS (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina)6-ácido sulfônico)

O radical ABTS^{•+} foi preparado a partir da reação de 5 ml de solução estoque de ABTS (7 mM) com 88 μL de solução persulfato de sódio 140 mM; a mistura foi transferida para um frasco de vidro âmbar e mantida à temperatura ambiente por dezesseis horas. Após o repouso, foi diluído 1 ml da mistura em aproximadamente 69 ml álcool etílico até alcançar uma absorvância de $0,700 \pm 0,05$ nm na faixa de 734 nm. Esta última etapa foi feita apenas no dia da análise.

Para a determinação da curva-padrão do ABTS, foram preparadas previamente soluções de Trolox de concentrações variadas (100 μM , 500 μM , 1.000

μM , $1.500 \mu\text{M}$ e $2.000 \mu\text{M}$). Em ambiente escuro, foram transferidos $30 \mu\text{L}$ de cada solução em tubos de ensaio e, em seguida, adicionados 3 ml da solução do radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ (Figura 1.10); após homogeneização, os tubos foram mantidos em repouso por seis minutos antes de serem realizadas as leituras das absorvâncias no comprimento de onda de 734 nm , utilizando álcool etílico P.A. como branco para a calibração do espectrofotômetro.

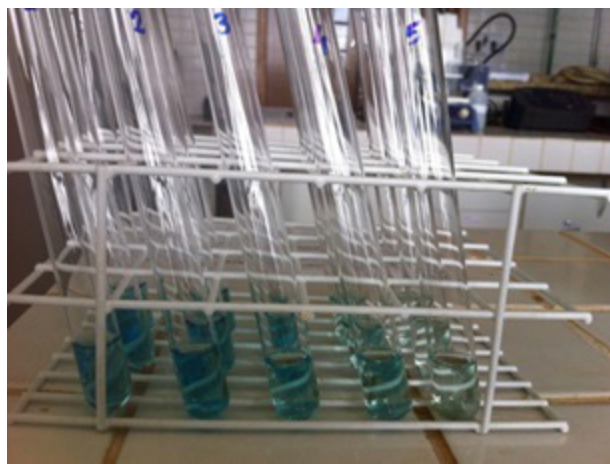
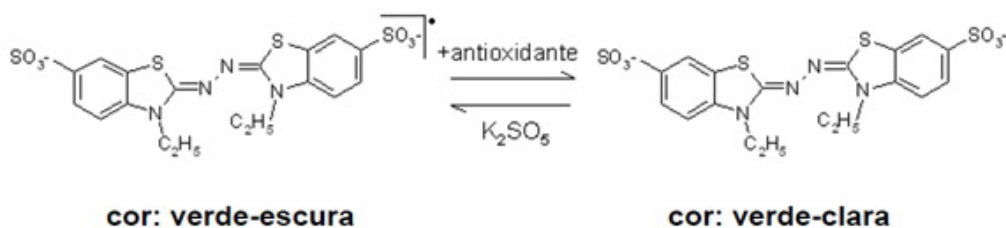


Figura 1.10 Fotografia dos tubos de amostras contendo solução de radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$

A atividade antioxidante é medida por meio da captura do radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ durante uma reação química (Figura 1.11).



Fonte: Rufino et al. (2007b).

Figura 1.11 Estabilização do radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ por um antioxidante, e sua formação pelo persulfato de potássio

3.13 Análise microbiológica

A análise microbiológica foi baseada na metodologia descrita por Franco e Landgraf (2005), e foi realizada no Laboratório de Microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Londrina. As análises realizadas foram de contagem total de bolores e leveduras a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, usando meio de batata

dextrose ágar e contagem total de bactérias mesófilas a 37 °C, usando ágar padrão como meio para contagem. Foram tomadas medidas assépticas durante todo o procedimento, o local onde foi feita a análise estava higienizado com álcool 70%, e os materiais a serem utilizados foram todos esterilizados em autoclave. A amostra foi preparada no dia da inoculação nos meios de cultura, utilizando-se o bico de Bunsen para manter a assepsia do local e evitar contaminação dos materiais. A contagem foi realizada nas diluições 10^{-3} e 10^{-4} , em duplicata.

3.14 Análise sensorial

Para análise sensorial da cerveja, foi aplicado o teste de aceitabilidade embasado no manual Adolfo Lutz (2008), com 100 provadores não treinados – alunos e servidores do *campus* de Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. No teste de aceitabilidade, foi empregada a escala hedônica de dez pontos com limites que variam de 1, para desgostei muitíssimo, a 10, para gostei muitíssimo. Para isso, foram enumerados os seguintes atributos: cor, turvação, amargor, espuma, sabor e nota global, conforme ANEXO A.

O índice de aceitabilidade (IA) foi feito tendo como base as médias das notas obtidas no teste. Para o cálculo, foi adotada a EQUAÇÃO 4.

$$IA = (A * 100) / B \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto.

B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto.

Na mesma ficha utilizada, foi realizada uma pesquisa de mercado com o provador, a fim de criar um perfil de consumidores em potencial do nosso produto.

3.15 Análise estatística

Os dados obtidos nas análises físico-químicas e sensoriais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e, com o auxílio do programa BioStat 5.8, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,01$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises físico-químicas da cerveja

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas estão apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 Resultados das análises físico-químicas em amostras de cervejas

Amostras	pH	SS (°Brix)	ST (%)	Luminosidade	Croma	Acidez (ml/g)	Álcool (%)
Controle	4,27 ^a	6,25	3,84 ^a	12,66 ^a	2,04 ^a	2,59 ^b	5,77
0,75% gengibre	4,13 ^a	6,50	3,74 ^a	13,30 ^a	2,10 ^a	3,01 ^a	5,67
1% gengibre	4,27 ^a	7,25	4,08 ^a	13,19 ^a	1,94 ^a	2,94 ^{a,b}	5,79

SS: sólidos solúveis; ST: sólidos totais. As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,01$.

Ferreira et al. (2013), ao produzirem uma cerveja artesanal com gengibre, obtiveram pH de 4,16, corroborando os resultados obtidos em nosso trabalho, que ficou na faixa de 4,13 a 4,27.

No mesmo estudo, o teor alcoólico obtido (5,89%) foi levemente superior às cervejas deste trabalho, que ficou entre 5,67 a 5,79%. De acordo com Siqueira (2007), cervejas do tipo *ale* apresentam graduação alcoólica na faixa de 4 a 8%, portanto, os resultados de ambos os estudos encontram-se dentro dos padrões, visto que cervejas comerciais e de trigo apresentam teor alcoólico em torno de 5,3 a 5,5%.

Ferreira et al. (2013) também avaliaram os sólidos totais e solúveis, obtendo um resultado médio de 3,41% de sólidos totais e 3 °Brix, valores inferiores aos encontrados neste trabalho, o que pode ser atribuído ao fato do uso de diferentes matérias-primas.

4.2 Determinação da atividade antioxidante

Os resultados das análises de atividade antioxidante variaram entre 1.157,08 a 1.432,08 μM TEAC/L pelo método DPPH, e entre 860,33 a 1930,33 μM TEAC/L pelo método ABTS (Tabela 1.2). Essas diferenças nos valores encontrados são explicadas pelo fato de as metodologias serem sensíveis a diferentes componentes presentes nas formulações, mas, de uma maneira geral, mostraram mesmo comportamento.

Tabela 1.2 Atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH de extratos de gengibre e cervejas de trigo adicionadas de gengibre

Amostras	DPPH-TEAC ($\mu\text{Mol/L}$)	ABTS-TEAC ($\mu\text{Mol/L}$)
Extrato de gengibre 1	1387,08 \pm 3,82 ^a	1930,33 \pm 40,07 ^a
Extrato de gengibre 2	1432,08 \pm 15,88 ^a	1395,33 \pm 51,85 ^b
Cerveja controle	1164,58 \pm 23,23 ^c	860,33 \pm 40,07 ^c
Cerveja com 0,75% de gengibre	1157,08 \pm 41,34 ^c	932,00 \pm 37,71 ^c
Cerveja com 1% de gengibre	1252,92 \pm 41,56 ^b	980,33 \pm 40,07 ^c

Fett et al. (2006), ao avaliarem a atividade antioxidante de diferentes cervejas, encontraram valores 3.294,91 $\mu\text{M TEAC/L}$ em cervejas de trigo claras pelo método DPPH, e 2.829,89 $\mu\text{M TEAC/L}$ pelo método ABTS. Esses valores foram superiores aos determinados em nosso estudo, mas devem-se levar em conta as diferenças nas formulações que podem alterar a quantidade de componentes antioxidantes, no caso a adição de extrato de gengibre, bem como o fato de terem sido aplicadas certas variações nos testes de determinação, o que pode resultar em diferenças nos valores.

Por outro lado, Pellegrini et al. (2003), em seu estudo sobre capacidade antioxidante total de plantas, bebidas e azeites de consumo na Itália, ao aplicarem a metodologia do ABTS, obtiveram valores de 1,040 $\mu\text{M TEAC/L}$ em cervejas do tipo *lager*, sendo estes resultados os mais próximos dos obtidos neste trabalho.

4.3 Análise microbiológica

Nos resultados microbiológicos descritos na Tabela 1.3 para bolores e leveduras, foram contadas em média 133 colônias por placas na diluição a 10^{-3} , e 31 colônias por placas na diluição a 10^{-4} , valores considerados dentro do padrão, uma vez que as cervejas não passaram pelo processo de pasteurização.

Nas contagens totais de bactérias mesófilas, não houve crescimento de colônias nas diluições testadas, demonstrando que o produto foi elaborado aplicando-se as boas práticas de fabricação, podendo ser consumido.

Tabela 1.3 Resultados da análise microbiológica

	BDA (10^{-3}) UFC/ml	BDA (10^{-4}) UFC/ml	PCA (10^{-3}) UFC/ml	PCA (10^{-4}) UFC/ml
Controle	5×10^4	$2,2 \times 10^4$	$< 10^3$	$< 10^3$
0,75%	$2,3 \times 10^5$	$4,5 \times 10^4$	$< 10^3$	$< 10^3$
1%	$1,1 \times 10^5$	3×10^4	$< 10^3$	$< 10^3$

4.4 Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial (Tabela 1.4) indicam que a formulação controle obteve notas superiores em relação às demais formulações nos atributos cor, turvação, amargor e sabor. A formulação com 1% de gengibre obteve notas idênticas à formulação controle no aspecto espuma. A formulação com 0,75% de gengibre obteve as menores notas em todos os aspectos.

A análise estatística mostra que os resultados obtidos nos aspectos cor, turvação, amargor e espuma não diferiram significativamente. No entanto, as formu-

lações controle e 0,75% de gengibre diferiram entre si nos atributos sabor e nota global. Apesar de diferirem em alguns quesitos, o índice de aceitabilidade das três formulações foi superior a 70%, o que demonstra uma boa aceitação das cervejas pelos provadores (Tabela 1.4).

Tabela 1.4 Resultados da análise sensorial

Amostras	C	T	A	E	S	NG	IA
Controle	8,6 ^a	8,0 ^a	7,7 ^a	7,6 ^a	7,8 ^a	8,0 ^a	80,0
0,75%	8,2 ^a	7,6 ^a	7,2 ^a	7,2 ^a	6,9 ^b	7,2 ^b	72,0
1%	8,3 ^a	7,7 ^a	7,6 ^a	7,6 ^a	7,4 ^{a,b}	7,7 ^{a,b}	77,0

C: cor; T: turvação; A: amargor; E: espuma; S: sabor; NG: nota global; IA: índice de aprovação. As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,01$.

Dos resultados obtidos pela pesquisa de perfil do provador, é possível observar que faixa etária dos provadores (Figura 1.12) encontra-se entre 18 e 29 anos, 89% do total, visto que a maioria é composta por alunos UTFPR. Sobre o gênero dos provadores, a maioria dos homens (60%) se interessou em participar dos testes.

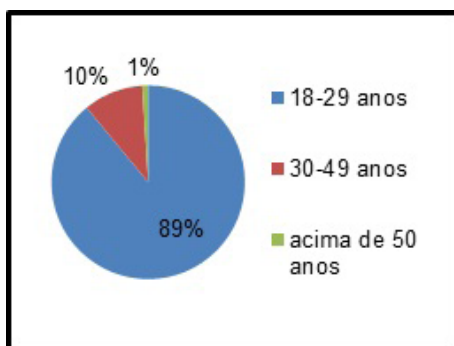


Figura 1.12 Faixa etária

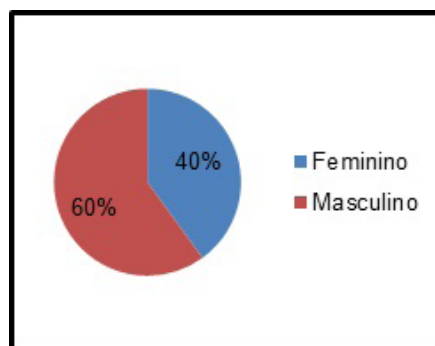


Figura 1.13 Sexo

O consumo de cervejas artesanais (Figura 1.14) é relativamente baixo, a somatória dos provadores as que não consomem, juntamente com os que as consomem rara e esporadicamente, totaliza 70%, e dos 30% que alegam consumir frequentemente cervejas artesanais, 17% são consumidores assíduos de cerveja de trigo (Figura 1.15).

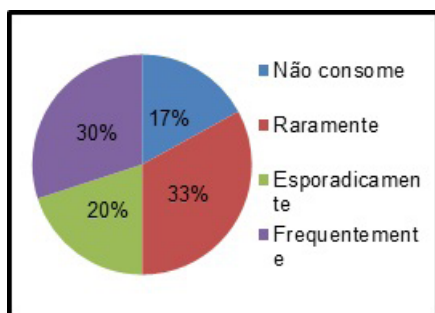


Figura 1.14 Consumo de cerveja artesanal

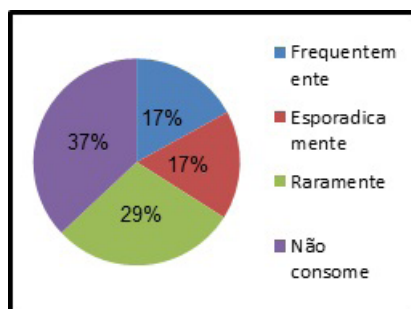


Figura 1.15 Consumo de cerveja de trigo

O gráfico descrito na Figura 1.16 destaca que 76% dos provadores têm uma renda inferior a cinco salários mínimos, 14% são de classe média (entre seis e dez salários mínimos) e apenas 10% apresenta uma renda superior a dez salários mínimos. Um dos motivos do baixo consumo de cervejas artesanais e de trigo é a renda familiar, pois, conforme o gráfico da Figura 1.17, a maioria dos provadores (38%) alegam que o preço alto influencia na escolha da cerveja.

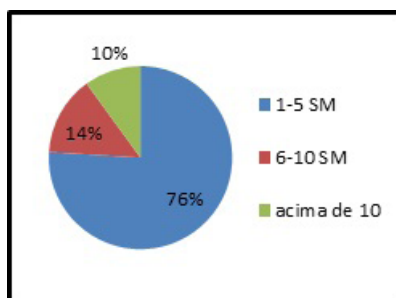


Figura 1.16 Renda familiar

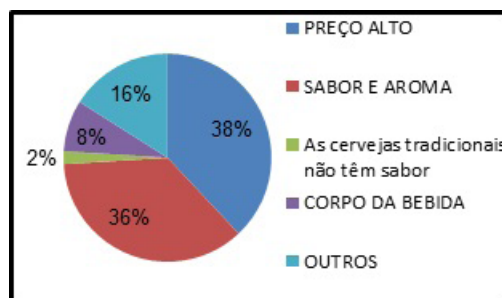


Figura 1.17 Fatores determinantes para o consumo de cerveja

Entre os provadores, 60% consomem raramente ou não consomem gengibre (Figura 1.18). Este fator pode ter influenciado nas notas da análise sensorial das formulações de cervejas que contêm gengibre, pois, dentre os provadores que afirmaram consumir gengibre, apenas 27% consomem bebidas contendo gengibre.

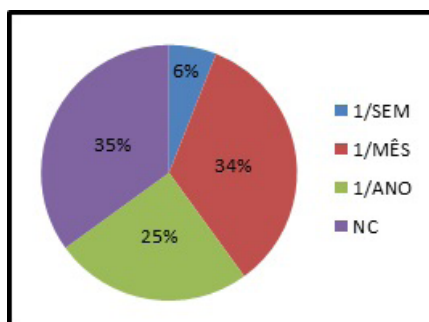


Figura 1.18 Consumo de gengibre

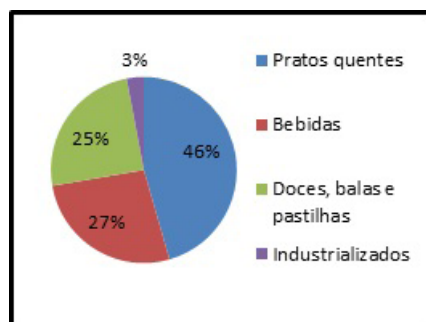


Figura 1.19 Alimentos consumidos contendo gengibre

5 CONCLUSÕES

Foi possível obter formulações de cerveja artesanal de trigo adicionada de gengibre com níveis aceitáveis de atividade antioxidante, sendo que, na metodologia de ABTS, os valores variaram gradativamente de acordo com a concentração de gengibre, e na metodologia DPPH, a formulação com 1% de gengibre apresentou atividade antioxidante superior à formulação controle. Apesar disso, grande parte da atividade antioxidante deve-se aos compostos da própria cerveja. Dessa forma, é evidenciado o potencial uso de gengibre em cervejas para fins de apelo sensorial.

As análises físico-químicas apontaram características próprias de uma cerveja artesanal, só havendo diferença significativa entre as formulações para os valores de acidez. Os dados obtidos nas análises microbiológicas evidenciaram a aplicação das boas práticas de fabricação, sendo a quantidade de leveduras presentes em suspensão considerada dentro da expectativa, levando-se em consideração o fato de as cervejas não serem pasteurizadas.

Os resultados da análise sensorial foram satisfatórios, pois o índice de aprovação foi superior a 70% para todas as formulações, mesmo com o perfil do participante dessa análise indicando que a maioria dos provadores raramente faz consumo de cervejas artesanais, não consome gengibre em nenhum alimento com gengibre e também não consome cerveja de trigo. O perfil dos participantes mostra-nos claramente que a produção de cervejas artesanais tem um potencial de produção relevante devido à falta de exploração desse nicho de mercado.

6 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. M. *Plantas medicinais de uso popular*. Brasília: ABEAS/MEC, 1989.
- ANDRADE, C. J.; MEGA, J. F.; NEVES, E. A Produção da cerveja no Brasil. *Revista HestiaCitino*. Joinville, v. 1, n. 1, p. 21-29, 2011.

- BAIANO, A.; TERRACONE, C. Physico-chemical indices, iso- α -acids, phenolic contents and antioxidant activity of commercial beers. **Journal of Food Research**. Toronto, v. 2, n. 4, p. 107-119, 2013.
- BALIGA, M. S. et al. Update on the chemopreventive effects of ginger and its phytochemicals. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Abingdon, v. 51, n. 6, p. 499-523, 2011.
- BIBLE, B. B., SINGHA S. Canopy position influences CIELab coordinates of peach color. **Hortscience**. v. 28, n. 10, p. 992-993, 1993.
- BEAL, B. H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*)**. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 14 de junho de 2009. Padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. **Diário Oficial da União**, Poder executivo, Brasília, DF, 2009.
- CAI, Y.; LUO, Q.; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. **Life Sciences**, v. 74, p. 2157-2184, 2004.
- CEREDA, M. P.; FILHO, W. G. V. Cerveja. In: AQUARONE, E. et al. **Biociologia Industrial – Biociologia na Produção de Alimentos**. ed.4. São Paulo: Blucher, 2001.
- DRAGONE, G.; SILVA, J. B. A.; SILVA, T. A. O. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. V. **Bebidas Alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. v. 1.
- FETT, R. et al. Avaliação da atividade antioxidante de diferentes cervejas aplicando os métodos ABTS e DPPH*. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, Araraquara, vol. 17, n. 3, p. 303-307, jul-set. 2006.
- FERREIRA, V. S. et al. Produção de cerveja artesanal. In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. 8, 2013, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Disponível em: <http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60122_vf1.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2014.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.
- HARDER, M.N.C. **Efeito do urucum (*Bixaorellana* L.) na alteração de característica de ovos de galinha poedeiras**. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Bebidas Alcoólicas. Bebidas Fermentadas**. In: _____. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. 1. ed. digital, São Paulo, 2008.
- JUNQUEIRA, G. D. A.; PIEDADE, R.; MALUF, W. R. Produção de gengibre. **Boletim Técnico de Hortaliças**. n. 25. Julho, 1999.
- JUSTO, O. R. et al. Avaliação do Potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**, São Paulo, vol. 31, n. 7, p. 1699-1705, 2008.

- LANGE, T. *Cerveja*. São Paulo: Nobel, 1999.
- LEE, Y. B.; KIM, Y. S.; ASHMORE, C. R. Antioxidant property in ginger rhizome and its application to meat products. *Journal of Food Science*, v. 51, n. 1, p. 20-23, 1986.
- DRAGON MACRO BIER. *Manual técnico Dragon Macro Bier*. Dragon Macro Bier, Pompeia: 2009.
- MORADO, R. *Larousse da Cerveja*. São Paulo: Editora Lafonte, 2009.
- MÜLLER, A. *Cerveja!*. Canoas: Ed. ULBRA, 2002.
- OETTERER, M. et al. *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. Barueri, SP: Manole, 2006.
- PELLEGRINI, N. et al. Total antioxidant capacity of plant food, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *The Journal of Nutrition*, v. 133, p. 2812-2819, 2003.
- RUFINO, M. S. M. et al. Comunicado técnico 127 *online*. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**. Embrapa, Fortaleza, 2007a.
- _____. Comunicado técnico 128 *online*. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS**. Embrapa, Fortaleza, 2007b.
- SAMPA BEER. **A História da Cerveja**. Disponível em: <<http://sampabeer.wordpress.com/historia-da-cerveja/>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- SANTOS, J. I. C.; DINHAM, R. P. **O essencial em cervejas e destilados**. São Paulo: Senac, 2006.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Potencial de consumo de cervejas no Brasil**. Resposta técnica. Disponível em: <http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Estudos%20e%20PesquisPe/2014_07_08_RT_Agroneg%C3%B3cio_Potencial_de_consumo_de_cervejas_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 11 out. 2014.
- SINDICERV – Sindicato Nacional Da Indústria Da Cerveja. **Cerveja**. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/producao.php>>. Acesso em: 10 mai. 2012.
- SILVA, J. B. A. *Cerveja*. In: FILHO, W. G. V. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima; processamento; BPF; APPCC; legislação e mercado**. São Paulo: Blucher, 2005.
- SIQUEIRA, P. B. **Estudo da cinética bioquímica e sensorial de diferentes tipos de cervejas brasileira**. 2007. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- SOCIEDADE DA CERVEJA. **Matérias-primas**. Disponível em: <<http://www.sociedadedacerveja.com.br>>. Acesso em: 7 mai. 2012.
- SUTHERLAND, J. P; VARNAM, A. H. **Bebidas – Tecnologia, Química y Microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1994.
- TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden Editora, 2001.
- ZARATE, R.; SUKRASNO; YEOMAN, M. M. Application of two rapid techniques of column chromatography to separate the pungent principles of ginger, *Zingiber officinale* Roscoe. *Journal of Chromatography*. v. 609, n. 1-2, p. 407-413, 1992.

