

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

EDEGAR HEITOR ARAMBURÚ SILVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO EM
CERVEJAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NO RIO GRANDE DO SUL**

**Itaqui-RS
2016**

EDEGAR HEITOR ARAMBURÚ SILVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO EM
CERVEJAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Angelita Machado Leitão

Coorientador: Simone Noremberg Kunz

**Itaqui-RS
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

S22c Silveira, Edegar Heitor
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO EM CERVEJAS
ARTESANAIS PRODUZIDAS NO RIO GRANDE DO SUL
/ Edegar Heitor Silveira.

44 p.

Trabalho de Conclusão de
Curso (Graduação) -- Universidade Federal do
Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS,
2016.

"Orientação: Angelita Leitão".

1. Processo Artesanal. 2. Fluorimetria.
3. Cor EBC. 4. Pilsen. 5. CARACTERIZAÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA E QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO
EM CERVEJAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NO RIO
GRANDE DO SUL. I. Título.

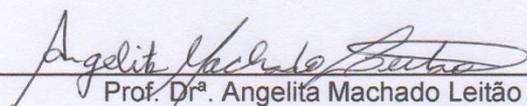
EDEGAR HEITOR ARAMBURÚ SILVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO EM
CERVEJAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NO RIO GRANDE DO SUL**

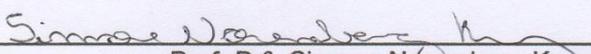
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 24 de Novembro de
2016.

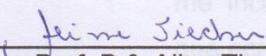
Banca examinadora:



Prof. Dr^a. Angelita Machado Leitão (Orientadora)
UNIPAMPA



Prof. Dr^a. Simone Nöremberg Kunz
UNIPAMPA



Prof. Dr^a. Aline Tiecher
UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos professores que me incentivaram, aos amigos e colegas que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Edegar e Dilma, pelo apoio incondicional que sempre me dispuseram, mesmo com dificuldades sempre souberam me conduzir da melhor forma, a eles meu sincero agradecimento, respeito e amor.

Aos meus irmãos e familiares, que sempre estão presentes como amigos apoiadores e companheiros e poderão contar com minha amizade e disponibilidade.

Aos meus tios e tias, primos e primas que permitem, no reencontro, acreditar e continuar fazendo com que a vida tenha sentido.

Aos amigos, de perto ou de longe, obrigado pelas palavras ou pelos momentos compartilhados, momentos únicos e bem vividos até hoje, espero que tenhamos muitos dias a partilhar de conversas, histórias e situações que só se tem com amigos.

Obrigado também a todos a professores, técnicos, administradores, coordenadores, servidores da Universidade Federal do Pampa-Campus Itaqui, pelos momentos que passamos juntos, pelos ensinamentos e incentivos.

Aos professores do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos disponibilizados durante minha passagem em suas disciplinas, no decorrer de minha formação.

Em especial a Prof. Dr^a. Angelita Machado Leitão que sempre acreditou em minha capacidade e me incentivando para continuar, mas que nunca deixou de fazer cobranças quando necessárias.

À Deus, que transformou os momentos difíceis de angustias e tristezas em incentivo para continuar.

“Não ande apenas pelo caminho traçado, pois ele conduz somente até onde os outros já foram.”

Alexander Graham Bell

RESUMO

A cerveja é uma bebida alcoólica, obtida da fermentação do mosto, de malte, lúpulo, água e leveduras que convertem os açúcares contidos no cereal em álcool e gás carbônico. A produção de cerveja em microescala já possui dados expressivos no Brasil, acompanhando a tendência de outros países, com produção de cervejas com aromas e sabores mais encorpados, atendendo a demanda de apreciadores diferenciados. As cervejas artesanais são produzidas na maioria das vezes sem controle de processo e com equipamentos de alumínio. Estudos mostram que a concentração de alumínio em alimentos e bebidas pode estar associada a doenças do sistema nervoso. O presente trabalho possui como objetivo verificar as características físico-químicas e quantificar o metal alumínio nas cervejas artesanais, produzidas em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul. As análises físico-químicas realizadas nas cervejas (11 amostras) foram densidade relativa, extrato seco, cinzas, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, teor alcoólico, grau sacarométrico, grau fermentativo, cor e quantificação de alumínio (21 amostras). Alguns dos parâmetros analisados (densidade, pH, grau sacarométrico e grau fermentativo) apresentaram valores médios fora dos padrões preconizados pela legislação e literatura, os demais estavam dentro dos padrões. As cervejas eram de cor clara identificadas como cervejas do tipo Pilsen, porém nem todas as amostras eram de baixa fermentação (Lager), pois apresentaram grau fermentativo para cervejas de alta fermentação. Diferenças encontradas nos parâmetros analisados podem ocorrer em virtude das diferentes matérias-primas e de diferentes formas de condução do processo de elaboração de cervejas. Quanto a quantificação de alumínio verificou-se que 33,33 % das amostras apresentaram valores médios superiores a $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ e que 85,7 % das amostras, fora do preconizado, eram das regiões Sul e Fronteira Oeste do Estado. A maior parte da ingestão do alumínio pode ser derivada da relação das matérias-primas e materiais de elaboração, mas os efeitos biológicos possíveis ainda são confusos, sendo necessários mais estudos sobre este assunto.

Palavras-Chave: Processo Artesanal; Fluorimetria; Cor EBC; Pilsen.

RESUMEN

La cerveza es una bebida alcohólica obtenida a partir de la fermentación del mosto, de malta, lúpulo, agua y levadura para convertir azúcares contenidos en el cereal en alcohol y CO₂. La producción de cerveza en microescala ya tienen datos significativos en Brasil, siguiendo la tendencia de otros países, con la producción de cerveza con aromas y sabores más cuerpo, satisfacer la demanda de diferentes amantes. Las cervezas artesanales se producen la mayoría de las veces sin control de procesos y equipos de aluminio. Los estudios muestran que la concentración de aluminio en alimentos y bebidas puede estar asociada con enfermedades del sistema nervioso. Este trabajo tiene como objetivo verificar las características fisicoquímicas y cuantificar el metal de aluminio en las cervezas artesanales, producidas en diferentes regiones del estado de Rio Grande do Sul. El análisis físico-químico sobre la cerveza (11 muestras) fueron densidad relativa, extracto seco, cenizas, sólidos solubles totales, acidez titulable, alcohol, de grado sacarométrico, grado de fermentación, color y cuantificación de aluminio (21 muestras). Algunos de los parámetros analizados (densidad, pH, grado sacarométrico y el grado de fermentación) tenían valores medios fuera de las normas recomendadas por la ley y la literatura, otros estaban dentro de los estándares. Las cervezas estaban claramente identificados como las cervezas de tipo de Pilsen, pero no todas las muestras fueron de baja fermentación (Lager), tal como se presenta el grado de fermentación para las cervezas de alta fermentación. Las diferencias encontradas en los parámetros analizados pueden ocurrir debido a las diferentes materias primas y diferentes formas de llevar a cabo el proceso de elaboración de cervezas. La cuantificación de aluminio se encontró que 33,33% de las muestras tenía valores promedio mayor que 0,2 mg.L⁻¹ y 85,7% de las muestras fuera de la recomendada, eran del sur y oeste de la Provincia. La mayor parte de la ingesta de aluminio se pueden derivar de las materias-primas y la preparación de materiales, pero los posibles efectos biológicos todavía están confundidos, se necesita más investigación sobre este tema.

Palabras clave: Proceso Artesanal; Fluorimetría; Color EBC; Pilsen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de produção de cerveja a nível artesanal.....	17
Figura 2 - Cor de cervejas em Santand Reference Methodo e European Brewing Convention.....	28
Figura 3 - Quantificação de alumínio em cervejas artesanais, produzidas no Rio Grande do Sul.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação da cerveja segundo o decreto nº 6.871.....	15
Tabela 2 -	Classificação da cerveja segundo o decreto nº 6.871 de junho de 2009, (Brasil, 2009).....	16
Tabela 3 -	Tipos de cerveja e Regiões do Estado do Rio Grande do Sul de onde foram adquiridas as amostras de cervejas artesanais, 2016.....	23
Tabela 4 -	Determinações físico-químicas de cervejas artesanais, tipo pilsen, produzidas no Rio Grande do Sul, 2016.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3.1	HISTÓRIA DA CERVEJA	13
3.2	LEGISLAÇÃO DE CERVEJA.....	14
3.3	TIPOS DE CERVEJA.....	15
3.4	PROCESSO ARTESANAL.....	16
3.4.1	PRINCIPAIS INGREDIENTES UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DE CERVEJA.....	18
3.4.1.1	ÁGUA.....	18
3.4.1.2	MALTE.....	19
3.4.1.3	LEVEDURA.....	19
3.4.1.4	LÚPULO.....	20
3.4.1.5	ADJUNTOS	20
3.5	ALUMÍNIO.....	21
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1	MATERIAL.....	23
4.2	MÉTODOS.....	24
4.2.1	DENSIDADE RELATIVA.....	24
4.2.2	DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL.....	25
4.2.3	EXTRATO SECO.....	25
4.2.4	CINZAS.....	26
4.2.5	SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	26
4.2.6	DETERMINAÇÃO DO pH.....	26
4.2.7	TEOR ALCOÓLICO.....	27
4.2.8	GRAU SACAROMÉTRICO.....	27
4.2.9	GRAU FERMENTAÇÃO.....	27
4.2.10	COR.....	28
4.2.11	QUANTIFICAÇÃO DO ALUMÍNIO.....	29
5	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	30

5.1	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	30
5.2	QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO.....	33
6	CONCLUSÃO.....	34
7	REFERÊNCIAS.....	35
8	APÊNDICES.....	39

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de cerveja é caracterizado pela presença de poucas marcas, que produzem essencialmente cerveja do tipo Pilsen de sabor suave e pH em torno de 4,3 (ARAÚJO et al, 2003). De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, o Brasil ocupa o quarto lugar no ranking mundial de produção da bebida, com mais de 10,34 bilhões de litros por ano, perdendo apenas, em volume, para a China (35 bilhões de litros/ano), Estados Unidos (23,6 bilhões de litros/ano) e Alemanha (10,7 bilhões de litros/ano), (SINDCERV, 2014).

Outro mercado que vêm crescendo no ramo das bebidas alcoólicas fermentadas é o das cervejas artesanais, produzidas por microcervejarias e por apreciadores desse produto (ERTHAL, 2006; SINDCERV, 2014; CERVESIA, 2016). Esse setor vem se consolidando, pois procura atingir um tipo de consumidor diferente, que valoriza as características sensoriais específicas da cerveja: cor, sabor, aromas, teor alcoólico, amargor, sabor residual, etc. (KALNIN, 1999 *apud* MATOS, 2011).

Cervejas artesanais são aquelas produzidas quase que de forma caseira, com produções limitadas, normalmente de 20 a 40 litros por vez, muitas vezes sem controle de processo em recipientes de alumínio e de polímeros, os quais são vendidos em casas especializadas de produtos para cervejeiros artesanais, ou seja, uma adaptação da produção industrial.

Diversos são os materiais utilizados pelo homem, tanto artesanal como industrialmente, na confecção dos utensílios e equipamentos para a produção de alimentos. Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito, positivo ou negativo que a composição dos utensílios e equipamentos possa exercer nos alimentos (QUINTAES, 2000).

Devido ao exposto verificou-se a necessidade de realizar uma caracterização físico-química, tendo em vista que o consumo de cerveja artesanal vem aumentando nos últimos anos e de haver poucos relatos na literatura sobre este tipo de produto. Bem como quantificar a presença de alumínio em cervejas artesanais, uma vez que estas são produzidas em equipamentos e com utensílios do metal, e este pode estar relacionado com doenças do sistema nervoso, como doença de Alzheimer (COULTATE, 2004).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar as características físico-químicas e quantificar a presença do metal alumínio em cervejas artesanais produzidas em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Verificar a composição físico-química das cervejas artesanais, do tipo Pilsen;
- b) Quantificar alumínio em cervejas artesanais dos tipos Lager (Pilsen, American, Belgian) e Ale (Weiss);
- c) Comparar os valores experimentais com as legislações vigentes e literatura.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 HISTÓRIA DA CERVEJA

A origem das primeiras cervejas é incerta, mas provavelmente tenha sido elaboradas de cevada, tâmaras, uvas ou mel. Há registros da presença da cerveja na alimentação humana desde 8.000 a.C. entre os sumerianos, assírios, babilônicos e outros povos do início da história das civilizações (VENTURINI FILHO, 2010; PAIVA, 2011).

Inicialmente a produção de cerveja era exercida por padeiros, devido à natureza da matéria-prima empregada, como grãos de cereais e leveduras. A cevada era deixada de molho até germinar e então moída e moldada em bolos, aos quais se adicionava a levedura. Os bolos, após parcialmente assados e desfeitos, eram colocados em jarras com água e deixados fermentar. Dessa forma a cerveja ainda é fabricada no Egito e recebe o nome de Bouza (VENTURINI FILHO, 2010).

No Brasil o hábito de tomar cerveja iniciou em 1808, quando esta foi trazida pela família real portuguesa de mudança para o então Brasil Colônia (VENTURINI FILHO, 2010). Talvez, por a cerveja estar tanto tempo ao lado do ser humano, haja grande aceitação dessa bebida entre as populações, se tornando uma questão cultural. Outros motivos de seu consumo são os benefícios à saúde, nutrição, ao fato de ser uma bebida saborosa, para a

maioria, e por ser uma bebida dinâmica, também ajuda a fazer dessa bebida uma das mais consumidas ao redor do mundo. No Brasil, segundo o Sindicato das Indústrias Cervejeiras (SINDICERV, 2014), as cervejas mais preferidas são as mais claras e leves, como a Pilsen.

3.2 LEGISLAÇÃO DE CERVEJA

Em 2001 foi publicada a Instrução Normativa nº 054 que estabelece padrões de identidade e qualidade dos produtos de cervejaria e aplica-se a comercialização no Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). Esta define cerveja como a bebida resultante da fermentação do mosto de malte de cevada ou seu extrato, submetido previamente a um processo de cocção, adicionado de lúpulo. A fermentação deve ocorrer mediante a presença de levedura cervejeira e uma parte do malte ou do seu extrato poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros. Esta normativa também salienta que os contaminantes microbiológicos, resíduos de pesticidas e demais contaminantes orgânicos e inorgânicos, não devem estar presentes em quantidades superiores aos limites estabelecidos nos regulamentos técnicos do MERCOSUL (BRASIL, 2001).

A cerveja - segundo o artigo 36 do decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994 - é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Segundo o mesmo decreto, parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego é limitado a uma quantidade máxima. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira e os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal. A cerveja é classificada em cinco formas diferentes como especificado na Tabela 1 (BRASIL, 2009).

Tabela 1. Classificação da cerveja segundo o decreto nº 6.871 de junho de 2009.

Fermentação	Alta fermentação Baixa fermentação
Extrato primitivo	Leve: > 5% e <10,5% Comum: > 10,5% e < 12% Extra: >12,0% e <14% Forte: > 14%
Quanto à cor	Clara: menos de 20 unidades European Brewery Convention (EBC) Escura: 20 ou mais unidades EBC
Teor alcoólico	Sem álcool: menos de 0,5% em volume de álcool Alcoólica: igual ou maior que 0,5% em volume de álcool
Teor de extrato final	Baixo: até 2% Médio: 2% a 7% Extra: >12,0% e <14% Alto: mais de 7%

Fonte: Brasil, 2009.

3.3 TIPOS DE CERVEJA

Estima-se existir mais de 20 mil tipos de cervejas, as quais se diferenciam pelo tipo de matéria prima utilizada, além das variações durante o processo como temperatura de cozimento, fermentação e maturação (SILVA, 2015).

As cervejas são definidas de acordo com o tipo de fermentação como Ale e Lager. Sendo que as cervejas do tipo Ale, são consideradas de alta fermentação e possuem diversas origens como as inglesas (Pale Ale, Porter), Irlandesas (Stout), Alemã (Weissbier) e a belga (Trappiste). E as do Tipo Lager são de baixa fermentação e são originárias da Alemanha (Munche, Bock,

Malzbier) e da Republica Tcheca (Pilsen) (VENTURINI FILHO, 2010; SILVA, 2015).

Segundo a legislação brasileira os tipos de cervejas são: Pilsen, Export, Lager, Dortmunder, München, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier, Alt, etc., respeitando as características do produto original (BRASIL, 2009). A Tabela 2 mostra as características de alguns tipos de cervejas.

Tabela 2. Características dos tipos de cervejas

CERVEJA	ORIGEM	COLORAÇÃO	TEOR ALCOÓLICO	FERMENTAÇÃO
Pilsen	República Checa	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: Modificado Sindicerv, 2014.

3.4 PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

A produção de cerveja difere entre o processo artesanal e o processo industrial, mas os princípios básicos para a elaboração são os mesmos. Sendo a produção artesanal um processo realizado com técnicas mais simples, bem como com equipamentos menos sofisticados, menos tecnologia e controle menos rígido dos processos, o contrario é observado a nível industrial (EDELBRAU, 2016).

O processo de elaboração de cerveja a nível artesanal é resumido no fluxograma (Figura 1), sendo que algumas etapas são diferentes da elaboração industrial (Apêndice 01).

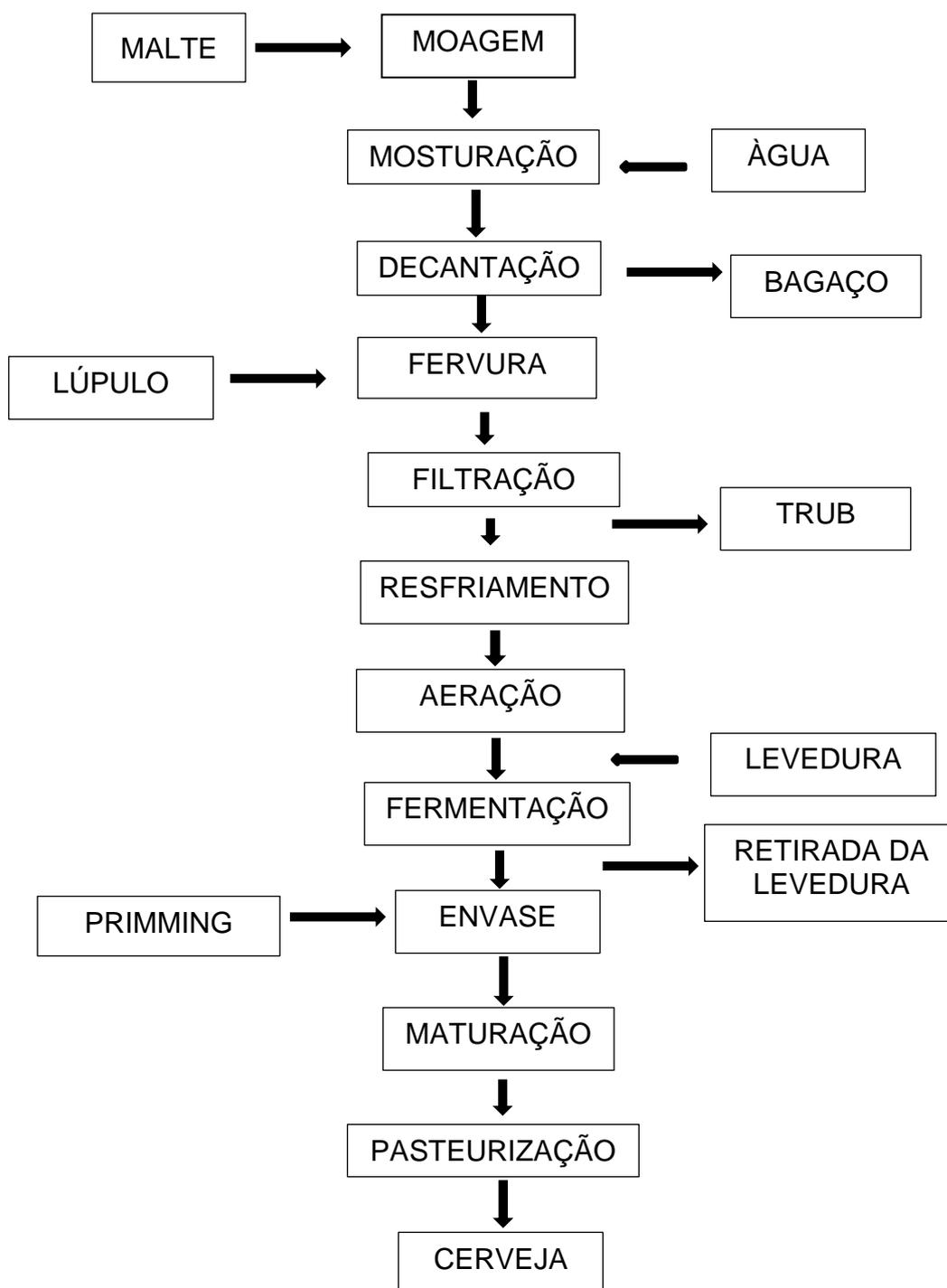


Figura 1: Fluxograma de produção de cerveja a nível artesanal.

Fonte: Modificado Ferreira et al., 2008.

3.4.1 PRINCIPAIS INGREDIENTES UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DE CERVEJA

Os ingredientes utilizados na elaboração de cerveja influenciam diretamente sobre a qualidade da mesma, ou seja, ingredientes de boa qualidade gerarão uma cerveja de boa qualidade. Isso se torna primordial para a produção de cervejas especiais, principalmente no âmbito das microcervejarias e cervejarias artesanais, que objetivam uma cerveja de altíssima qualidade (EDELBRAU, 2016).

Os principais ingredientes são: água, malte, leveduras, lúpulo e adjuntos.

3.4.1.1 ÁGUA

A água tem papel fundamental na qualidade final do produto, pois é o ingrediente em maior quantidade (92 a 95%), sendo que deve ser cristalina e de fonte natural, quando possível. Deve ser também insípida, inodora e ter pH entre 6,5 e 8 ideal para as enzimas do malte por ocasião da etapa de mosturação (mistura entre malte e água) (MATOS, 2011 *apud* SCHORK, 2015).

A dureza, a alcalinidade e o pH são os fatores importantes a serem observados na água para a cerveja (GOLDAMMER, 1999 *apud* REITENBACH, 2010). A água com alta alcalinidade faz com que o pH da mistura (água e malte) seja mais alto do que seria normalmente (PALMER, 1999).

O alumínio é um mineral importante e está presente naturalmente na água, mas pode receber uma adição na forma solúvel, como sulfato de alumínio, nos processos de tratamento de água. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece como concentração máxima de alumínio total na água potável, de $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo esta concentração proposta, principalmente por critérios de aspecto e gosto na água e não por critérios relacionados à saúde. Estima-se que a concentração de alumínio ingerida por um ser humano que consome de 1 a 2 litros de água por dia, na forma de água bebida e como material utilizado para a elaboração de alimentos chegue a 2 mg de alumínio na dieta (ABAL, 2016).

Quando a água estiver fora dos padrões de potabilidade, apresentar alcalinidade acima de 25 mg.L^{-1} e não possuir concentração de cálcio ao redor

de 50 mg.L⁻¹, deve-se realizar a correção desta, a fim de se obter uma cerveja de boa qualidade (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.1.2 MALTE

O malte é o grão de cevada que passou pelo processo de malteação, processo que ocorre normalmente em maltarias. O processo de malteação consiste em embeber a cevada em água, para que o processo de germinação dê início, com a ativação do metabolismo da semente. Após retira-se a cevada da água, germina-se a semente em condições controladas, e em seguida é realizada a secagem (VENTURINI FILHO, 2010).

Existem outros cereais que podem ser maltados (trigo, aveia, centeio), mas a cevada é a mais utilizada por ser rica em amido e possuir um alto teor de proteínas em quantidade suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura, além de substâncias nitrogenadas que desenvolvem um papel importante na formação da espuma (CARVALHO, 2007).

Quando se utiliza outro cereal germinado, para hidrólise do amido de grãos, destinados a produção de bebidas alcoólicas, costuma-se designá-los por malte, seguido da indicação do cereal (BRASIL, 2009).

3.4.1.3 LEVEDURAS

A levedura é o ingrediente utilizado para realizar o processo de fermentação microbiológica dos açúcares do mosto cervejeiro. A levedura cervejeira comumente utilizada para a produção de cervejas é a levedura *Saccharomyces*, com cepas de alta e baixa fermentação, Ale e Lager, respectivamente. São microrganismos anaeróbios facultativos, isto é, produzem energia a partir de compostos de carbono (carboidratos), tanto em condições aeróbias como em condições anaeróbias. Nas condições anaeróbias, especificamente, as células da levedura incorporam açúcares simples, como glicose e maltose, e produzem dióxido de carbono e álcool como produtos residuais, além de ésteres, álcoois superiores cetonas, vários fenóis e ácidos graxos (CARVALHO, 2007; VENTURINI FILHO, 2010).

As leveduras cervejeiras de alta fermentação trabalham em uma faixa de temperatura de 15 a 22°C, sendo que fermentam na parte alta do mosto.

Geralmente fermentam todo o açúcar em menos tempo que as de baixa fermentação, com períodos de tempo entre 3 a 5 dias. As leveduras de baixa fermentação, por sua vez, trabalham em uma faixa de temperatura de 7 a 15°C e fazem fermentação a partir do fundo do tanque fermentador, fermentando por volta de 10 dias (VENTURINI FILHO, 2010).

As substâncias produzidas pelas leveduras, além do álcool e CO₂, que tem mais influência nos sabores e aromas são os ésteres, álcoois superiores, cetonas, vários fenóis e ácidos graxos. Ésteres são os componentes responsáveis pelas notas frutadas na cerveja, enquanto que os fenóis dão notas de especiarias e, em combinação com cloro, notas medicinais. O diacetil é um componente cetônico que pode ser benéfico em quantidades pequenas, mas que é muito instável e pode formar um sabor ligeiramente rançoso devido à oxidação quando a cerveja envelhece (PALMER, 1999).

3.4.1.4 LÚPULO

O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma trepadeira perene originária de climas temperados, possui resinas e óleos de substâncias amargas, que dão o amargor típico e contribuem para o aroma característico da cerveja (LIMA, 2010; VENTURINI FILHO, 2010). Os principais compostos presentes nas resinas são os ácidos amargos, que podem ser divididos em α -ácidos (3–17%) e β -ácidos (2–7%). Os homólogos dos α -ácidos e β -ácidos são denominados humulonas e lupulonas, respectivamente (KROTTENTHALER, 2009 *apud* MARTÍNEZ, 2014). Outros compostos de interesse são os óleos essenciais contidos na flor e que, apesar de desejáveis são muito voláteis, entre 96 e 98% do seu conteúdo se perde durante a fervura, o restante, mesmo em baixa concentração, sofre oxidação e confere o caráter aromático do lúpulo à cerveja (TSCHOPE, 2001 *apud* PAIVA, 2011). Além do aroma e amargor, o lúpulo apresenta ação antisséptica, pois os iso- α -ácidos são bacteriostáticos, e contribuem para a estabilidade do sabor e espuma da cerveja (VENTURINI FILHO, 2010; CEREDA, 2001 *apud* PAIVA, 2011).

3.4.1.5 ADJUNTOS

Os adjuntos cervejeiros mais utilizados são o milho e o açúcar de cana, sendo que qualquer fonte de carboidratos pode ser utilizada como adjunto.

Entre os mais comuns, além do milho e açúcar de cana, estão o arroz, a aveia e o trigo. Segundo Reitenbach (2010), o uso de adjuntos cervejeiros pode resultar em um produto com alta estabilidade física, melhor resistência ao resfriamento e maior brilho. A estabilidade física é devido ao fato de os adjuntos comumente usados não contribuírem com material proteico, e sim, com carboidratos, o que é vantajoso para estabilidade coloidal (VENTURINI FILHO, 2010).

Os adjuntos, com exceção da cevada, tem pouca contribuição em compostos fenólicos. Consegue-se desta forma uma vantagem econômica, caso o cereal substituto seja mais barato que o malte e produz-se uma cerveja mais leve e suave que aquela obtida exclusivamente com malte de cevada. A quantidade máxima de adjuntos estabelecida pela legislação é 45%, e se passar dessa porcentagem, a cerveja deve se chamar “cerveja de [adjunto utilizado]” (BRASIL, 2001).

O adjunto ideal depende do objetivo em se adicioná-lo na formulação da bebida, de maneira geral, deve produzir açúcares fermentescíveis e dextrinas não fermentescíveis em proporções semelhantes às obtidas da cevada e com incremento mínimo de proteínas solúveis. O máximo possível, dentro dessas possibilidades é determinado ainda pela capacidade das enzimas do malte em hidrolisar todo o amido contido nas matérias primas e pela capacidade do malte de suprir a necessidade da levedura de nutrientes diversos, como o nitrogênio (VENTURINI FILHO, 2010).

Produtores de cervejas artesanais adicionam adjuntos no sentido de procurar características diferentes no produto final e não para baratear os custos. Por vezes, sequer adicionam adjuntos, fazendo cervejas de puro malte, que têm características sensoriais marcantes (CURI, et al, 2009). Entretanto, o uso abusivo destes poderia resultar em cerveja pouco encorpada e com má qualidade de espuma (VENTURINI FILHO, 2010).

3.5 ALUMÍNIO

A ingestão de alumínio provém da alimentação, através de diferentes formas: medicamentos, alimentos contaminados com alumínio, água, aditivos, utensílios, equipamentos de produção e embalagens (QUINTAES, 2000; DANTAS, 2007).

Aikoh & Nishio (1996) *apud* Quintaes (2000) documentaram um aumento expressivo na quantidade de alumínio presente em bebidas enlatadas e estocadas em recipientes de alumínio e vidro, como refrigerantes, cervejas e chás. E Dantas (2007) comprovou que os alimentos ácidos apresentam maior dissolução do alumínio presente na embalagem.

Segundo López (2000) *apud* Dantas (2007), a ingestão diária de alumínio é de aproximadamente 30 mg por dia. A concentração do elemento nos alimentos é tipicamente baixa, usualmente inferior a 5 mg.kg^{-1} e sua ingestão diária varia de 3 a 36 mg, onde o valor mais alto foi constatado nos primeiros estudos feitos sobre o assunto. Portanto, a indústria de alimentos, mediante a utilização de equipamentos e utensílios, bem como de determinados aditivos alimentares, pode aumentar claramente a quantidade do metal nos alimentos processados. Os resultados obtidos mostraram que estes utensílios, frequentemente utilizados pela população são prováveis fontes deste metal na dieta (LIUKKONEN, 1992; DANTAS, 2007; YOKEL, 2012).

Quintaes (2000) cita que há vários fatores que influenciam a migração do alumínio do utensílio a alimentação, tais como a qualidade da liga utilizada pela indústria, o tempo de uso do utensílio, o tempo da duração da cocção dos alimentos, o pH do alimento, a presença de sal ou açúcar, entre outros.

Estudos sobre migração de alumínio dos utensílios para os alimentos deixam claro que estes fornecem uma importante contribuição na quantidade do metal consumida pelo homem, mas a ligação entre esta fonte e os efeitos biológicos possíveis ainda é confusa, sendo necessários mais estudos sobre este assunto (DANTAS, 2007).

O alumínio é um elemento não essencial e sua importância esta relacionada com doenças ósseas e cerebrais podendo estar envolvido em uma serie de doenças neurológicas e algumas doenças hepáticas (GURA, 2010).

No homem, sua toxicidade está reconhecidamente associada a várias complicações clínicas, destacando-se as disfunções neurológicas como o mal de Alzheimer (DANTAS, 2007; GONZALEZ- MUNÓZ, 2007).

Em estudos com cervejas espanholas (28 claras, 6 escuras e 5 sem álcool) realizados por Blanco; Sancho e Caballero (2010) foi detectada a presença de alumínio em todas as amostras analisadas, com concentrações de alumínio variando de 2,6 a 14,69 ppb (partes por bilhão).

Segundo Quintaes (2000) deve-se evitar preparar, cozinhar e armazenar alimentos em recipientes de alumínio.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

As amostras foram adquiridas em diversas cidades do Rio Grande do Sul, conforme a tabela 3, no mês de abril de 2016, e as análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal do Pampa - Campus Itaqui e Campus Uruguaiana, nos meses subsequentes. As amostras foram codificadas, em números arábicos a medida que foram sendo adquiridas e divididas por tipos de cervejas tais como: Lager (Pilsen, American, Belgiun) e Ale (Weiss) (TABELA 3). Todas as amostras estavam dentro do prazo de validade e armazenadas em garrafas de vidro.

Tabela 3: Tipos de cerveja artesanais e regiões do Estado do Rio Grande do Sul de onde foram adquiridas as amostras

Amostras	Tipo	Cidade	Região
3	Lager - Pilsen	Itaqui	Fronteira Oeste
4	Lager - Pilsen	Itaqui	Fronteira Oeste
7	Lager - Pilsen	Porto Alegre	Metropolitana
8	Lager - Pilsen	Santa Maria	Centro
9	Lager - Pilsen	Itaqui	Fronteira Oeste
11	Lager - Pilsen	Estrela	Vale Taquari
13	Lager - Pilsen	Gramado	Serra
16	Lager - Pilsen	Pelotas	Sul
17	Lager - Pilsen	Estrela	Vale Taquari
19	Lager - Pilsen	Bento Gonçalves	Serra
21	Lager - Pilsen	Pelotas	Sul
2	Lager - American	Itaqui	Fronteira Oeste
14	Lager - American	Pelotas	Sul
15	Lager - American	Pelotas	Sul
18	Lager - American	Nova Petrópolis	Serra
5	Lager - Belgiun	Itaqui	Fronteira Oeste
10	Lager - Belgiun	Pelotas	Sul
20	Lager - Belgiun	Pelotas	Sul
1	Ale - Weiss	Santa Maria	Centro
6	Ale - Weiss	Porto Alegre	Metropolitana
12	Ale - Weiss	Santo Antônio do Palma	Serra

4.2 MÉTODOS

Todas as determinações foram realizadas em amostras descarbonatadas e em triplicata. A descarbonatação é a retirada do CO₂ das amostras foi sobre agitação e/ou banho-maria a 80°C por alguns segundos.

Foram realizadas análises físico-químicas em 11 amostras de cerveja (tipo Pilsen) e a determinação de alumínio em 21 amostras de cervejas (tipo Pilsen, Americam, Belgian e Weiss) artesanais produzidas em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul.

As metodologias utilizadas para as análises físico-químicas (densidade relativa, acidez total titulável, extrato seco total e cinzas) foram efetuadas de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008), pH por pHmetro digital, sólidos solúveis totais por refratometria em refratômetro de Abbé, teor alcoólico por ebulliometria, grau sacarométrico e grau de fermentação foram realizadas segundo Villavechia (1963 apud Sousa, 2009), cor realizada por espectrofotometria em 430 nm e quantificação de alumínio através do método analítico fluorimétrico (CASABONETT, 2015). Os resultados das determinações físico-químicas e da quantificação do alumínio foram comparados aos valores padrões estabelecidos pelo decreto nº 6.871 de junho de 2009, portaria nº 2914 de 2011 (BRASIL, 2009; BRASIL, 2011) e pela literatura.

4.2.1 DENSIDADE RELATIVA

Segundo Andrade et al. (2013), a densidade absoluta ou massa específica de qualquer substância de massa (m) e volume (v) é definida segundo a (equação 1).

$$P=m/v \quad (1)$$

Ou seja, é a razão entre a massa de um corpo pelo volume que o mesmo ocupa. Densidade relativa é definida pela razão entre as densidades absolutas de duas substâncias, segundo a (equação 2).

$$P_{1;2}= p_1/p_2 \quad (2)$$

Onde p₂ é geralmente escolhida como padrão. É comum considerar a água como tal padrão, pois além da conveniência de sua abundância, sua

densidade absoluta Água= $\sim 1,00 \text{ g/cm}^3$ para temperatura ambiente de (25°C). Da relação destes pesos e volumes resulta a densidade dos mesmos (IAL, 2008).

4.2.2 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

A acidez foi determinada pela titulação de 10 gramas (g) da amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N padronizada com biftalato de potássio, utilizando a fenolftaleína como indicador de coloração rósea, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008) e calculada segundo a (equação 3).

$$AT = \frac{F \times v \times N \times Eq \text{ (ác. Láctico)} \times 100}{m} \quad (3)$$

Onde: m

AT = Acidez total em %;

F = Fator de correção;

v = Volume gasto de (NaOH), em mL;

Eq = Equivalente gramo do ácido;

m = Massa da amostra em (g);

N = Normalidade da solução de (NaOH).

4.2.3 EXTRATO SECO

A determinação do extrato real por este método está baseada na pesagem do resíduo seco de um certo volume de amostra submetido à evaporação, em estufa a ($100 \pm 5^\circ\text{C}$), por 1 hora, resfriada em dessecador e pesada (IAL, 2008). Calculo para determinação de extrato seco (equação 4).

$$\frac{1000 \times N}{V} = \text{extrato real \% m/v} \quad (4)$$

Onde:

N = massa do resíduo, em g;

V = volume da amostra, em mL.

4.2.4 CINZAS

Resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a (550-570)°C. As cinzas devem ficar brancas ou ligeiramente acinzentadas. Em caso contrário, a amostra é esfriada e adicionada 0,5 mL de água, seca e incinerada novamente. Esta deve ser resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pese. As operações de aquecimento e resfriamento são repetidas até peso constante (IAL, 2008). Calculo para determinação do teor de cinzas (equação 5).

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ cinzas por cento m/m} \quad (5)$$

Onde:

N = g de cinzas;

P = g da amostra.

4.2.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

Foi determinado por refratometria em refratômetro Abbé, sendo o equipamento calibrado para a leitura de 0% de sacarose com água destilada a 20°C, de acordo com as instruções do fabricante.

4.2.6 DETERMINAÇÃO DO PH

A determinação do pH foi realizada diretamente em potenciômetro digital (modelo PG 1800) calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

4.2.7 TEOR ALCOÓLICO

O teor alcoólico consiste na determinação da porcentagem de álcool em uma mistura, solução, bem como do álcool anidro e hidratado. O teor alcoólico é determinado através da leitura direta em eluliômetro que mede em °GL (Graus Gay Lussac). Antes de efetuar a determinação por ebuliometria, faz-se necessária a fixação do ponto zero na escala do ebuliômetro, que no caso em consideração, vem separada do mesmo. Este ponto indica o ponto de ebulição da água à pressão atmosférica no momento das análises. Esta servirá para determinar as análises de teor alcoólico, se houver mudanças bruscas na pressão atmosférica deverá ser efetuado um novo zero na escala (COSTA, 2010).

4.2.8 GRAU SACAROMÉTRICO

O grau sacarométrico representa o teor de açúcares existente no mosto e é calculado utilizando a (equação 6), segundo Villavechia (1963 *apud* Sousa, 2009).

$$GS = \frac{100X(\text{Extrato} + 2,0665 \times \text{Teor Alcoólico})}{100 + 1,065 \times \text{Teor Alcoólico}} \quad (6)$$

Onde:

Extrato = Extrato seco em g.

4.2.9 GRAU DE FERMENTAÇÃO

Grau de fermentação indica como a cerveja foi produzida em relação ao tipo de levedura no processo produtivo. Segundo Villavechia (1963 *apud* Sousa, 2009) é calculado pela (equação 7).

$$GF = 100 \times \frac{(\text{Grau Sacarométrico} - \text{Extrato})}{\text{Grau Sacarométrico}} \quad (7)$$

Onde:

Extrato = Extrato seco em g.

4.2.10 COR

A cor das cervejas pode ser medida em sistemas diferentes, tais como SRM (Standard Reference Method) ou EBC (European Brewing Convention). A SRM foi adotada, em 1950, pela American Society of Brewing Chemists a qual compara a cor visual da amostra com discos de vidro coloridos. A escala SRM baseia-se na espectrofotometria, que mede a absorção de luz em certos comprimentos de onda, para definir as cores das cervejas. Os valores da escala SRM equivalem a 40% dos valores da EBC, portanto, 10 unidades EBC equivalem a 4 unidades SRM ou através das fórmulas (A, B). As medições são efetuadas a 430 nm numa célula de 1 cm, e calculadas segundo a (equação 8). A Figura 2 têm-se a comparação entre as medidas de cor do sistema SRM e EBC (Figura 2).

$$\text{SRM} = 12.7 \times D \times A_{430} \quad (8)$$

Onde:

D= Diluição

A= Absorvância

$$\text{EBC} = \text{SRM} \times 1.97 \quad (A)$$

$$\text{SRM} = \text{EBC} \times 0,508 \quad (B)$$

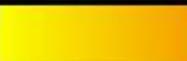
EBC	Lovibond CU	SRM	english	deutsch	Farbe	Biersorten
4 - 8	2	2	yellow straw, pale	hell		Norddt. Pilsner, Helles Lager
8 - 12	5	3 - 6	golden, pale orange	gold		Klassisches Pilsner
12 - 20	10	10	amber	bernstein		Märzen, Festbier, Pale Ale
20 - 35	16	16	light brown copper	kupfer		Klassisches Weizen, Dunkles Lager, Alt,
35 - 60	20 - 25	17	brown	braun		Dunkler Bock, dunkl. Weizen
> 60	> 30	> 35	dark brown black	schwarz		Stout, Schwarzbier, Porter

Figura 2: Cor de cervejas em Santand Reference Methodo e European Brewing Convention

Fonte: A arte da bebida, 2016.

4.2.11 QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO

Para a decomposição, foram adicionados 5 mL das amostras de cerveja em tubos falcon de 15 mL. Após acrescentou-se 1 mL de HNO₃, e foi deixado em repouso por 1h à 100 °C em banho-maria, para a digestão ácida da amostra. Em seguida foi efetuada a neutralização com hidróxido de sódio concentrado (7,5 M), até se obter pH nas faixas de 5 a 6 unidades de leitura em potenciômetro modelo PG 1800, calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0. Após acrescentou-se solução tampão trimetilaminometano de concentração 0,1 mol L⁻¹ e pH 12, até pH 5,5, sendo em seguida efetuada a aferição a volume a 10 mL com água ultrapura.

Para a análise foi separada uma alíquota de 2 mL dessa solução (amostra) e acrescentou-se 5 mL de solução tampão–triton (acetato de amônio-triton) e 300µL do complexante 8-Hidroxiquinolina 0,02 mol.L⁻¹ e o volume final foi completado a 10 mL com água ultrapura. Sendo em seguida realizada a leitura em espectrofluorímetro (Agilent Technologies modelo Cary Eclipse Fluorescence Spectrophotometer), equipado com lâmpada Xenon de 150 W e uma cubeta de quartzo de 1 cm, em comprimento de onda de excitação e emissão em 380 a 509 nm. Também foi feita uma amostra em branco pela substituição dos 5 mL de cerveja pelo mesmo volume de água ultrapura (CASABONETT, 2015).

As concentrações de alumínio (Al) foram calculadas a partir da equação da reta obtida na calibração da concentração Alumínio de acordo com seis pontos entre 2,5 a 50 µg L⁻¹, em função da intensidade de fluorescência (equação 9).

$$Y = 0,6865X + 7,9025 \quad (9)$$
$$r^2 = 0,9976$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

Na Tabela 4, encontram-se a faixa de resultados das determinações físico-químicas realizadas nas cervejas artesanais, tipo Pilsen, produzidas em diferentes regiões do Rio Grande do Sul, no ano de 2016. Todos os resultados estão descritos no apêndice 2 e 3.

Tabela 4 - Determinações físico-químicas de cervejas artesanais, tipo pilsen, produzidas no Rio Grande do Sul, 2016.

Determinações	Valores Experimentais*	Valores teóricos	Legislação / Literatura
Densidade Relativa g/mL	1,0023 – 1,0151	1,007-1,022	DECRETO 6871 (BRASIL, 2009)
Extrato seco (%)	3,35 – 4,73	2,0 – 7,0	DECRETO 6871 (BRASIL, 2009); SOUSA, 2010
Cinzas (g)	0,4613 – 1,9	-	-
SST (° Brix)	4,68 – 8,17	-	-
ATT (% ácido láctico)	0,119 – 0,206	0,1 – 0,3	DECRETO 6871 (BRASIL, 2009); SOUSA, 2010; ALVES, 2014
pH	3,86 – 4,75	4,0 – 6,0	ANDRADE et al., 2016
Teor alcoólico (°GL)	3,39 – 5,1	> 0,5	DECRETO 6871 (BRASIL, 2009)
Grau Sacarométrico	10,892 – 14,484	11,0-12,5	ALVES, 2014
Grau Fermentação	49,586 – 71,807	< 50-Baixa Fermentação > 60- Alta Fermentação	DECRETO 6871 (BRASIL, 2009); SOUSA, 2010; ALVES, 2014;
Cor EBC	9,315 – 14,869	Menos 20 unidades Mais 20 unidades	DECRETO 6871 (BRASIL, 2009)
Cor SRM	4,729 – 7,548	-	-

*Intervalos médios entre 11 cervejas tipo Pilsen, com médias de três repetições, SST: Sólidos Solúveis Totais; AAT: Acidez Total Titulável; EBC European Brewing Convention; SRM Standard Reference Method.

A densidade relativa representa a quantidade total de sólidos solúveis (açúcares) dissolvidos e álcool disponível na cerveja após fermentação (ANDRADE; LIMA; MEIRELLES, 2016). A densidade relativa da cerveja Pilsen deve apresentar um valor entre 1,007 – 1,022 segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2009; Tabela 4). Neste estudo verificou-se que 54,54 % das cervejas

analisadas ficaram fora dos padrões preconizados pela legislação e 45,46 % apresentaram concordância (Apêndice 2). Esta variação pode estar relacionada com a falta de controle no processo de elaboração de cervejas, pois na maioria das vezes os processos de elaboração de cervejas artesanais não possuem equipamentos para controle do processo, principalmente do fermentativo. Nas pesquisas realizadas por Sousa et al. (2009); Alves (2014) e Andrade; Lima e Meirelles (2016) em 6; 8 e 4 cervejas, respectivamente, do tipo pilsen, encontraram valores médios de densidade dentro da faixa preconizada pela legislação (Tabela 4).

O extrato seco corresponde a substâncias não voláteis que suportam as condições do processo sem sofrer grandes alterações (ALVES, 2014). A média do extrato seco apresentou-se entre 3,35 a 4,73 com 100 % das amostras dentro da faixa preconizada pela legislação que é de 2 a 7 % (Tabela 4) (Apêndice 1). Outros autores também encontraram, em cervejas tipo Pilsen, valores médios de extrato seco dentro dos padrões condizentes com a legislação (BRASIL, 2009; ALVES, 2014; ANDRADE; LIMA E MEIRELLES, 2016).

A determinação de cinzas indica a concentração de minerais que permanecem na amostra após a queima da matéria orgânica e não é preconizada pela legislação (IAL, 2008). A determinação de cinzas apresentou valores médios de 0,4613 a 1,9, com exceção das amostras 4 e 9, sendo que as demais apresentaram valores semelhantes (Tabela 4) (Apêndice 2).

Observou-se que a concentração de sólidos solúveis nas amostras apresentou-se na faixa de 4,68 a 8,17, não sendo preconizada pela legislação, mas indica a quantidade de sólidos solúveis na amostra (açúcares e outros) (IAL, 2008) (Tabela 4) (Apêndice 2).

Os valores médios encontrados para a acidez total titulável de cervejas artesanais variaram de 0,119 a 0,206 % de ácido láctico, sendo que todas as amostras se encontraram dentro dos padrões da legislação (BRASIL, 2009) (Tabela 4) (Apêndice 2). Segundo Alves (2014), a acidez ocorre pela formação de ácidos (ácido fórmico, pirúvico, D-lactato e L-lactato) durante a fermentação, no produto final. Esta análise é importante, pois é uma forma de reconhecimento de fraudes e controle de alterações indesejáveis por micro-organismos.

A determinação de pH variou de 3,86 a 4,75, ficando 2 amostras (18,18%) fora da faixa citada por Andrade, Lima e Meirelles (2016) que é de 4 a 6, caracterizando-se como uma cerveja do tipo pilsen (Tabela 4) (Apêndice 2). Segundo Sousa et al, (2009) a acidez influencia fortemente no paladar e aroma da bebida, conferindo-lhe sabor agradável, valores elevados de pH podem ocasionar um cheiro aguçado e paladar inferior. O pH da cerveja dependerá do pH do mosto, do poder tampão e da formação de ácidos durante a fermentação e quanto mais baixo ele for, menor é a percepção sensorial do gosto amargo da cerveja (ANDRADE; LIMA e MEIRELLES, 2016).

Segundo Silva *apud* Andrade, Lima e Meirelles (2016) as cervejas são caracterizadas como de baixo conteúdo alcoólico (0,5 e 1,2% em volume), podendo chegar a um máximo de 2%, de médio teor (2% a 4,5%) e de alto teor alcoólico (4,6% a 7%). As cervejas analisadas obtiveram um teor alcoólico na faixa de 3,39 a 5,1, estando todas dentro dos limites estabelecidos pela legislação, teor alcoólico máximo de 5%, e classificadas como cervejas de médio e alto teor alcoólico (BRASIL, 2009; ANDRADE; LIMA e MEIRELLES, 2016) (APÊNDICE 3).

Os graus sacarométricos das amostras apresentaram-se na faixa de 10,892 a 14,484, sendo que 72,72% ficaram fora e 27,28% ficaram dentro dos dados da literatura que é de 11 a 12,5 (ALVES, 2014) (Tabela 4) (Apêndice 3). Outros autores também encontraram em seus estudos, entretanto com cervejas industriais, concentrações do grau sacarométrico fora dos padrões (SOUSA, 2009; ALVES, 2014). Mas o consumo de cerveja não é prejudicado por ser o grau sacarométrico uma grandeza que apresenta o teor de açúcares existentes no mosto a partir do qual o produto foi obtido (SOUSA, 2009).

Quanto ao grau de fermentação, 9,1 % das amostras foram caracterizadas em cervejas de baixa fermentação e 90,90 % em alta fermentação, conforme especificado pela legislação (BRASIL, 2009) (Tabela 4) (Apêndice 3). As cervejas Pilsen são enquadradas no tipo Lager que é de baixa fermentação, mas segundo Alves (2014) isso pode ter ocorrido por alterações de matérias-primas ou no processo durante a elaboração desses produtos.

A legislação preconiza menos de 20 unidades de EBC para cervejas claras. As amostras desse estudo apresentaram valores médios de 9 a 14 EBC

(Apêndice 3), caracterizando-as como cervejas claras, típicas das cervejas tipo Pilsen (BRASIL, 2009) (Tabela 4 e Figura 2).

5.2 QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO

Na Figura 3 estão os valores médios da quantificação do metal alumínio nas 21 amostras de cervejas artesanais, produzidas em diferentes regiões do Rio Grande do Sul.

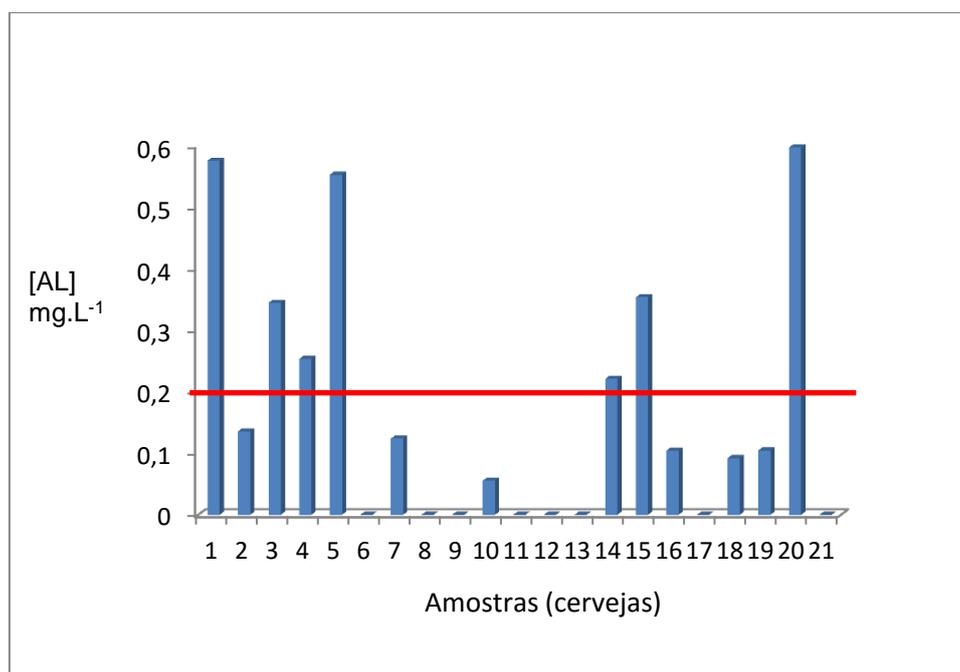


Figura 3 - Quantificação de alumínio em cervejas artesanais, produzidas em diferentes regiões do Rio Grande do Sul

A quantificação de Al não é estabelecida para as cervejas, então a discussão deste estudo utilizará a legislação brasileira para água potável, tendo visto que a cerveja é um produto constituído em sua maior totalidade de água (92 a 95 %) (BRASIL, 2011).

Nas amostras de cervejas artesanais analisadas percebeu-se que 33,33 % ultrapassaram o limite preconizado pela legislação brasileira, que é de 0,2 mg.L⁻¹ (BRASIL, 2011) (Figura 3). Observou-se que os maiores teores de Al foram encontrados nas cervejas da região Sul e Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul representando 85,70% (destas 33,33% fora do preconizado pela legislação). Infere-se que esta concentração de Al nas amostras

analisadas pode ser oriunda dos equipamentos utilizados ou da matéria-prima utilizada na elaboração do produto, como também da qualidade do utensílio, sua exposição ao calor, o pH do alimento, entre outros. Sendo que a maior parte da ingestão do metal pode ser derivada da relação alimentos e materiais de elaboração (QUINTAES, 2000; DANTAS, 2007; YOKEL, 2012). No entanto a ligação entre a fonte do metal (alumínio) e os efeitos biológicos possíveis ainda são controversos, sendo necessário mais estudos sobre este assunto (DANTAS, 2007).

6 CONCLUSÃO

Com relação às determinações físico-químicas somente extrato seco, cinzas, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, teor alcoólico e cor se enquadram nos padrões preconizados pela legislação, sendo as demais densidade, pH, grau sacarométrico e fermentativos apresentaram-se fora dos padrões para algumas amostras.

As cervejas artesanais foram caracterizadas como clara, tipo Pilsen, porém nem todas as amostras eram de baixa fermentação (Lager), pois apresentaram grau fermentativo para cervejas de alta fermentação.

Quanto a quantificação de alumínio verificou-se que algumas das amostras analisadas (33,33%), atingiram valores acima de $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$, portanto fora do preconizado pela legislação.

7 REFERÊNCIAS

ABAL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. 2016, Disponível em: <<http://abal.org.br/sustentabilidade/aluminio-e-saude/aluminio-na-agua-potavel/>>. Acesso em: 07 nov. 2016.

ALVES, L.M.F., Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba: Trabalho de Conclusão de Curso; Universidade Estadual da Paraíba, 2014. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/171>>. Acesso em 05 jun. 2016.

A Arte da Bebida. Disponível em: <<http://aartedabebida.blogspot.com/2010/09/tabelas-decores.html>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

ANDRADE, A. W. L.; LIMA, E. F. B.; MEIRELLES, L. M. A. Avaliação da rotulagem e qualidade de diferentes marcas de cervejas tipo pilsen: Revista Interdisciplinar. vol. 9, n. 2, p. 49-56, abr./Jun. 2016.

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: Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas: vol.23, n. 2, p. 121-128. mai./ago. 2003.

BLANCO, C. A.; SANCHO, D.; CABALLERO, I. Aluminun effects, Food Research International: Ed. Elsevier, jun./set. 2010. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/foodres>. Acesso em: 24 nov. 2016.

BRASIL: DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUN. DE 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em: 20 out. 2016.

BRASIL: INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 54, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2001. MAPA. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/bibliotecatecnica/category/11legisla%C3%A7%C3%A3o-de-bebidas.html?download=89:ano-2001-instrucao-normativa-n-54-de-5-de-novembro-de-2001>>. Acesso em: 06 out. 2016.

BRASIL: PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Disponível em:<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 abr. 2016.

CARVALHO, L. G. Dossiê Técnico. Produção de cerveja. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: mar. 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

CASABONNET, C.T., KUNZ, S.N., ABREU, E.L. Desenvolvimento de método analítico fluorimétrico para determinação de alumínio e análise de cádmio e alumínio em amostras de erva-mate. Trabalho Conclusão de Curso; Universidade Federal do Pampa, 2015.

CERVESIA, 2016. Disponível em:< www.cervesia.com.br/noticias-de-mercado-microcervejarias.html?start=248>. Acesso em: 06 nov.2016.

EDELBRAU. CERVEJA ARTESANAL X INDUSTRIAL, por cervejaria edelbrau : Disponível em: <<https://edelbrau.wordpress.com/2012/02/13/cerveja-artesanal-x-industrial/>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

COULTATE, T. P. Alimentos: a química de seus elementos. Porto Alegre: Ed. Artmed, 3 ed. p. 299-304. 2004.

CURI, R. A. et al. Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte: análises físico-química e sensorial. Braz. J. Food. Technol. Preprint Series, n. 359, 2009.

DANTAS, S. T. et al. Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas: vol. 27 n. 2, p. 291-297, abr./jun. 2007.

ENQ – UFSC. Engenharia Química UFSC. Produção de Cervejas. Disponível em:<http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2004/vinho_cerveja/inicial_%20cervejas.html>. Acesso em: 01 nov. 2016.

ERTHAL A. D. Microcervejaria: SEBRAE, 2006. Disponível em: <<http://www.sebraesc.com.br/ideais/default.asp?vcdtexto=2179&^>>. Acesso em: 01/11/2016.

FERREIRA, V. S. et al, 2008. Produção de cerveja artesanal com gengibre, disponível em: <http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60122_vf1.pdf> Acesso dia: 06 out. 2016.

GONZALEZ-MUÑOZ, M.J. et al. Beer consumption reduces cerebral oxidation caused by aluminum toxicity by normalizing gene expression of tumor necrotic factor alpha and several antioxidant enzymes Original. Research Article Food and Chemical Toxicology, vol. 46, ed. 3, p. 1111-1118, Mar. 2008.

GURA, K. M.; PHARMAM, D. Nutrition. vol.26, p. 585. 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. IV Edição. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p.1020. 2008.

LIMA, U. A. Matérias-primas dos alimentos. 1 Edição. São Paulo: Ed. Edgard blucher, p. 99-104. 2010.

LIUKKONEN-LILJA, H.; PIEPPONEN, S. Leaching of aluminium from aluminium dishes and packages. Food Additives and Contaminants, v. 9, n. 3, p. 213-223. 1992.

MARTÍNEZ, C.O. Obtenção de cerveja super concentrada com a utilização de xarope de milho como adjunto do malte. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena: São Paulo, p. 144. 2014.

MATOS, R. A. G. Cerveja: Panorama do Mercado, Produção Artesanal, e Avaliação de Aceitação e Preferência. 2011. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PAIVA, G. M. Estudo do processamento e mercado de cervejas especiais no Brasil. 2011. 88 p. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Tecnologia Termomecânica, São Bernardo do Campo, São Paulo, 2011.

PALMER, J. How to Brew. 1999. Disponível em: <http://howtobrew.homebrewer.com.br/index.php/P%C3%A1gina_principal>. Acesso em: 10 nov. 2016.

QUINTAES, K. D. Utensílios para alimentos e implicações nutricionais. Rev. Nutr. [online]. 2000, vol.13, n.3, p.151-156. ISSN 1678-9865. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732000000300001>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

REITENBACH, A. F. Desenvolvimento de cerveja funcional com adição de probiótico: *Saccharomyces boulardii*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2010.

YOKEL, R. A.; Aluminum in Food – The Nature and Contribution of Food Additives Pharmaceutical Sciences, University of Kentucky USA. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs/28917.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SCHORK, M. O. Elaboração de Cerveja Artesanal Tipo Ale com Malte de Milho e Farinha de Arroz. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão: 2015.

SINDICERV – Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/mercado.php>>. Acesso em: 25 de out. 2016.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. Revista Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas: p.902-906. out./dez. 2008.

SOUSA, W.J.B. Análise físico-química de cervejas. Paraíba, Título de Graduação, UEPB, 2009. 56p.

VENTURINI FILHO, W. G. F. Bebidas Alcoólicas, Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo: Ed. Edgard blucher, p.15-64. 2010.

APÊNDICE 01: Processo de elaboração de cerveja artesanal do tipo Pilsen
Processo de elaboração de cerveja artesanal tipo Pilsen, com todas as etapas de produção.

1) Moagem

Esta etapa é realizada em moinhos de 2 rolos de alumínio.

2) Brassagem

Na tina (panela de alumínio) aqueça 3 litros de água para cada kg de malte (por exemplo se a quantidade de grãos é 4kg, vamos colocar para aquecer 12 litros de água). Controle a temperatura até atingir 40°C. Coloque o malte moído na panela e adicione a água. O malte ficará em infusão por aproximadamente 20 minutos a temperatura de 40°C. Passado este tempo aumente a temperatura para 55°C e deixe o mosto em repouso por 10 minutos. Em seguida aumente a temperatura para 65°C e deixe em repouso por 10 minutos. Após aumentar a temperatura para 70°C e deixe em repouso por 20 minutos. Sempre que a temperatura baixar em média 5°C, você deverá ligar o fogo para manter a temperatura na média. Procure mexer a mostura de 5 em 5 minutos, para homogeneizar a temperatura, e quando o fogo estiver ligado, mexa sempre, para evitar superaquecimento no fundo da tina (panela).

Em seguida fazer o teste de Iodo a fim de verificar se todo o amido foi convertido em glicose e maltose.

Quando o teste de iodo der alaranjado aqueça a mostura entre 75° a 80°C para inativar as enzimas. Nunca passe de 80°C, para evitar a extração de taninos. Quando chegar na temperatura desligue o fogo e faça a filtração do mosto

3) Filtração e recirculação do mosto

Após o início da filtração do mosto faça a recirculação do mosto por aproximadamente 20 vezes para extrair o máximo de açúcares que darão corpo a cerveja. Depois de recirculado o mosto, abra a torneira e verta o líquido para outra tina (panela). Quando começar a aparecer os grãos dentro da panela, comece a fazer a lavagem usando a água separada para lavagem, já aquecida entre 76°C e 80°C, até completar a quantidade de água da receita (5 litros). Depois de lavado, o bagaço será descartado.

4) Fervura e lupulagem

Leve o mosto ao fogo alto (panela de alumínio) até levantar fervura. Enquanto vai aquecendo retire a espuma que se forma na parte de cima da panela com uma escumadeira. Depois de levantar fervura o mosto deverá ferver por 60 minutos e durante este tempo vamos colocar as adições de lúpulo, sendo: 15 minutos após a fervura adicionar o lúpulo de 1ª Adição e deixar o restante da espuma que se forma sobre o mosto sair pela evaporação; 30 minutos de fervura adicionar o lúpulo de 2ª Adição; Mais 15 minutos de fervura adicionar o lúpulo de 3ª Adição. Desligar o mosto ao completar os 60 minutos de fervura.

Com o mosto quente fazer o Wirlpool (Mexer com uma colher grande fazendo um redemoinho bem forte, utilizando a força centrípeta para decantar o lúpulo). Coloque o mosto para resfriar, colocando a panela dentro de uma bacia com água fria ou gelada para esfriar e mexer o mínimo possível deixando decantar o lúpulo e a sujeira que sobra do processo. Depois de frio (morninho, sempre abaixo dos 25°C), coar o mosto, transportando para o balde de fermentação.

Caso seja necessário acrescentar açúcar, o momento de colocar a calda é dos 10 minutos finais até o final da fervura. O acréscimo de álcool é de mais ou menos 1% para cada 18 gramas adicionadas por litro (18 gramas de açúcar para cada litro de cerveja ou seja se fizermos 5 litros de cerveja, vamos utilizar 90 gramas.

Ativação do fermento: Quando for colocar o mosto para resfriar, retire uma concha de mosto e coloque em um pote para resfriar, misture com duas conchas de água para diluir o mosto e deixe resfriar. Quando frio, adicione a levedura mexendo bem devagar e deixe descansar. Note que cada tipo de levedura vai ter uma reação, porém tendo ao menos uma nata por sobre o mosto, é sinal de que temos uma boa levedura para fermentar a cerveja.

5) Correção da fórmula

Como perdemos muito líquido durante a fervura, devido à evaporação intensa, juntamos ao mosto a água até completar o volume de 10 litros da receita, no tanque de fermentação. Antes de acrescentar a água verificar a concentração de sólidos solúveis (°Brix), que deverá estar em torno de 12° Platos.

6) Aeração do mosto

A aeração consiste em recolocarmos o oxigênio que foi perdido pela fervura. Para isso baldeamos o mosto em torno de 5 a 10 vezes de um balde para outro

7) Fermentação

Adicionar o fermento mexendo bem devagar e tampar o fermentador, colocar a mangueira (Airlock) e colocar a ponta no borbulhador com água (1 cm +-). A temperatura ideal de fermentação para uma cerveja Pilsen é entre 12°C à 15°C. A fermentação deverá ser de uma semana, para depois engarrifar. Normalmente começamos à ver alguma borbulha de gás no air lock a partir de 4 a 6 horas após ser inoculada a levedura. O restante dos dias até completar o 7º dia, serve para deixar a cerveja mais límpida, esperando-se uma boa atenuação da levedura.

8) Engarrafamento

Depois de fermentado, retirar a Mangueirinha do air lock e higienizar com água fervendo. Abrir a tampa do balde com cuidado e conectar a Mangueirinha na torneira para trasvasar a cerveja do fermentador para outro balde, a mangueira vai evitar que entre oxigenação na cerveja, que neste momento não é bom, pois oxida precocemente a cerveja (este balde já deverá estar higienizado com água fervendo ou álcool 70%, iodofor ou metabissulfito de potássio). Então é só engarrifar e tampar as garrafas, deixando descansar na maturação, por 15 dias.

Priming

Priming é o processo de refermentação da cerveja na garrafa, para a produção de gás naturalmente. Solução de priming: calda de açúcar (para cada litro de cerveja 6 à 7 gramas de açúcar), ou seja se estiver fazendo 5 litros de cerveja, utilizar 30 à 40 gramas de açúcar. Coloque tudo em uma panela, espalhe e cubra com um pouco de água, leve ao fogo até levantar fervura e desligue. Deixe esfriar e misture na cerveja

9) Maturação

Depois de encher as garrafas e tampar, deixar descansar por no mínimo 15 dias na mesma temperatura de fermentação. Tenha o cuidado de mantê-las de pé, pois a pressão do gás pode ser muito forte e forçar as tampas se estiver deitadas.

10) Pasteurização

Pegue uma panela grande, que de preferência seja mais alta que as garrafas, forre o fundo da panela com panos de prato, afim, de evitar o choque de calor. Coloque o número de garrafas que couber na panela, tendo o cuidado de não encostar nas paredes de metal, pois correm o risco de estourar com o calor. Encha a panela com água até cobrir as garrafas que deverão permanecer de pé. Tampe a panela, deixando-se uma abertura para o termômetro. Ele pode ficar pendurado, penetrando sua ponta no líquido (tampar a panela é importante, pois pode ocorrer explosão de garrafas). Quando a temperatura atingir os 60 °C desligue o fogo e espere 30 minutos para retirar as garrafas, colocando-as em uma superfície que não corra risco de choque térmico, até esfriarem.

Apêndice 02: Determinações físico-químicas de cervejas artesanais, tipo pilsen, produzidas no Rio Grande do Sul

Amostras	Densidade	Extrato Seco	Cinzas	SST	Acidez	pH
3	1,0035	3,7801	1,8973	5,88	0,1628	4,42
	(±0,005)	(±0,036)	(±0,188)	(±0,01)	(±0,005)	(±0,01)
4	1,0025	3,6717	0,8547	4,68	0,1711	3,95
	(±0,001)	(±0,183)	(±0,084)	(±0,01)	(±0,009)	(±0,01)
7	1,0023	4,7312	1,6587	7,06	0,1904	4,48
	(±0,002)	(±0,169)	(±0,173)	(±0,01)	(±0,008)	(±0,02)
8	1,0045	3,9616	1,0813	6,06	0,1352	4,57
	(±0,002)	(±0,030)	(±0,089)	(±0,01)	(±0,005)	(±0,01)
9	1,0036	3,3513	0,4613	5,06	0,1573	3,86
	(±0,002)	(±0,035)	(±0,052)	(±0,01)	(±0,00)	(±0,01)
11	1,009	3,8708	1,4107	4,92	0,1419	4,75
	(±0,001)	(±0,057)	(±0,047)	(±0,01)	(±0,005)	(±0,01)
13	1,0065	4,3673	1,572	5,92	0,1622	4,57
	(±0,002)	(±0,088)	(±0,055)	(±0,01)	(±0,005)	(±0,01)
16	1,0151	6,6393	1,8787	8,17	0,1868	4,42
	(±0,015)	(±6,639)	(±0,116)	(±0,01)	(±0,004)	(±0,01)
17	1,0087	4,5963	1,4853	6,27	0,1187	4,72
	(±0,001)	(±0,081)	(±0,026)	(±0,01)	(±0,005)	(±0,01)
19	1,0053	4,523	1,9	6,77	0,2057	4,52
	(± 0,026)	(±0,375)	(±0,026)	(±0,01)	(±0,005)	(±0,01)
21	1,0045	4,654	1,5427	6,74	0,1651	4,27
	(±0,002)	(±0,102)	(±0,013)	(±0,01)	(±0,00)	(±0,01)

Médias de três repetições, ± desvio padrão; Densidade: em grama por centímetro cúbico; SST: Sólidos Solúveis Totais em °Brix; AAT: Acidez total Titulável em % de ácido láctico.

APÊNDICE 03: Continuação das determinações físico-químicas de cervejas artesanais, tipo pilsen, produzidas no Rio Grande do Sul

Amostras	Teor Alcoólico	Grau Sacarométrico	Grau Fermentativo	Cor SRM	Cor EBC
3	4,95	13,3	71,59	7,167	14,119
	(±0,01)	(±0,03)	(±0,19)	(±0,026)	(±0,052)
4	3,75	10,98	66,57	4,817	9,49
	(±0,01)	(±0,17)	(±1,14)	(±0,029)	(±0,057)
7	5,1	14,48	67,33	5,486	10,808
	(±0, 1)	(±0,16)	(±0,80)	(±0,007)	(±0,025)
8	4,6	13,02	69,57	4,847	9,548
	(±0, 1)	(±0,02)	(±0,16)	(±0,007)	(±0,014)
9	4,4	11,88	71,8	4,728	9,315
	(±0, 1)	(±0,03)	(±0,21)	(±0,007)	(±0,014)
11	3,6	10,89	64,46	7,539	14,852
	(±0, 1)	(±0,03)	(±0,34)	(±0,007)	(±0,014)
13	3,8	11,74	62,81	6,519	12,843
	(±0, 1)	(±0,08)	(±0,48)	(±0,007)	(±0,014)
16	3,39	13,16	49,58	7,014	13,818
	(±0,01)	(±0,07)	(±0,31)	(±0,007)	(±0,014)
17	4,73	13,78	66,64	7,548	14,869
	(±0,20)	(±0,36)	(±0,92)	(±0,007)	(±0,014)
19	5,05	14,19	68,16	5,532	10,899
	(± 0,00)	(±0,35)	(±1,86)	(±0,007)	(±0,014)
21	4,4	13,13	64,56	6,193	12,2
	(±0,1)	(±0,09)	(±0,51)	(±0,031)	(±0,062)

Médias de três repetições, ± desvio padrão; Teor alcoólico em °GL; EBC European Brewing Convention; SRM Standard Reference Method.