

**FACULDADE DOCTUM
GIBSON DE SOUZA SILVA
ROBERTO MARCELO FURTADO FILHO
VICTOR DA COSTA SILVEIRA**

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL
NA CIDADE DE JUIZ DE FORA - MG**

Juiz de Fora
2018

**GIBSON DE SOUZA SILVA
ROBERTO MARCELO FURTADO FILHO
VICTOR DA COSTA SILVEIRA**

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL
NA CIDADE DE JUIZ DE FORA - MG**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao curso de Engenharia Ambiental, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Ma. Thássia Marchi Vieira.

Juiz de Fora
2018

Silva, Guibson de Souza.
Sustentabilidade ambiental na produção de cerveja artesanal na cidade de Juiz de Fora - MG / Guibson de Souza Silva, Roberto Marcelo Furtado Filho, Victor da Costa Silveira - 2018.

63 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Cerveja Artesanal. 2. Microcervejaria
I. Título. II Faculdade Doctum Juiz de
Fora

**GIBSON DE SOUZA SILVA
ROBERTO MARCELO FURTADO FILHO
VICTOR DA COSTA SILVEIRA**

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL
NA CIDADE DE JUIZ DE FORA - MG.**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Ambiental e aprovada pela seguinte banca
examinadora.

Prof^a. Ma. Thássia Marchi Vieira
Orientadora e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. Me. Matheus Machado Cremonese
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Esp. Gustavo Ferreira Felizardo
Téc. Administrativo Especializado/Meio Ambiente – IMBEL – Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/_____.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus por ter nos concedido o dom da vida e nunca nos deixar desistir.

Agradecemos aos nossos pais, fonte de inspiração e força de vontade, que sempre nos apoiaram e deram auxílios para chegarmos até aqui.

Aos nossos irmãos e amigos por toda a ajuda e companheirismo.

À instituição e seu corpo docente que durante todo o período de estudo nos ofertaram conhecimentos para que tudo isso se tornasse possível.

Ao nosso orientador de TCC 1, Prof. Me. Matheus Machado Cremonese que apoiou nossa ideia e nos auxiliou e incentivou para que ela se concretizasse.

Agradecemos à nossa orientadora, Prof^a. Ma. Thássia Marchi Vieira, que abraçou nossa ideia e sempre esteve disposta a nos ajudar no que fosse preciso, com sua orientação, empenho e conhecimento, tornando a realização desse trabalho possível. A você, nosso muito obrigado.

RESUMO

SOUZA, GUIBSON; FURTADO, ROBERTO; SILVEIRA, VICTOR. **Sustentabilidade ambiental na produção de cerveja artesanal na cidade de Juiz de Fora - MG.** 63f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2018.

Presente entre diversas nações do mundo, a cerveja tornou-se símbolo de cultura, potencial econômico, confraternização, comemoração e aproximação entre povos. Este trabalho tem como tema a questão da sustentabilidade ambiental na produção de cerveja artesanal, tanto em microcervejarias, quanto em processos menores, tais como os executados por cervejeiros caseiros. Foram realizados estudos de revisão bibliográfica onde se buscou obter informações sobre os principais efluentes e resíduos gerados na produção cervejeira, além de quais medidas sustentáveis podem ser utilizadas para minimizar os impactos ambientais. Em um segundo momento, foram promovidos estudos de caso envolvendo a microcervejaria Antuérpia e um cervejeiro caseiro, ambos da região de Juiz de Fora. O estudo de caso empreendido mostrou-se eficiente em comprovar que ambos os empreendimentos utilizam soluções sustentáveis em suas produções. Contudo, possuem algumas falhas em seus processos, que podem ser aprimorados com técnicas simples tais quais as discutidas neste trabalho.

Palavras-chave: microcervejaria. Cerveja artesanal. Cervejeiro caseiro.

ABSTRACT

Present among several nations of the world, beer has become a symbol of culture, economic potential, fraternization, celebration and rapprochement between peoples. This project deals with the issue of environmental sustainability in the production of craft beer in microbreweries and in smaller processes, such as those performed by homebrewers. Studies were carried out in a bibliographic review to detect information about the main effluents and residues generated in the brewery, also which sustainable measures can be used to minimize environmental impacts. In a second moment, case studies involving the microbrewery Antuérpia and a homebrewer, both from Juiz de Fora, were promoted. The case study undertaken proved to be efficient in proving that both enterprises use sustainable solutions in their productions. However, they have some flaws in their processes, which can be improved with simple techniques such as those discussed in this project.

KEYWORDS: microbrewery. Craft beer. Homebrewer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do Processo de Fabricação de Cervejaria Caseira	27
Figura 2 – Bagaço de Malte	45
Figura 3 – Tanque com Água Quente	46
Figura 4 – Tanques Fermentadores	47
Figura 5 – Maquinário de Envase.....	47
Figura 6 – Reservatório de Água da Chuva	48
Figura 7 – ETE.....	49
Figura 8 – Flotador.....	49
Figura 9 – Depósito de Materiais Recicláveis.....	50
Figura 10 – Sistema de Mosturação e Fervura.....	52
Figura 11 – Bagaço de Malte em Separação para Produtor de Leite	53
Figura 12 – <i>Chiller</i> de Contra-fluxo.....	55
Figura 13 – Água de Limpeza de Equipamentos.....	56
Figura 14 – Calha de Chuva	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos e Estilos de Cerveja	16
Tabela 2 – Ranking dos Maiores Produtores de Cerveja do Mundo	18
Tabela 3 – Ações de Sais e pH na Cerveja	20
Tabela 4 – Tipos de Malte	21
Tabela 5 – Formas Comerciais do Lúpulo	23
Tabela 6 – Temperatura e Ação das Leveduras Cervejeiras	24
Tabela 7 – Etapas da Fabricação de Cerveja	26
Tabela 8 – Critérios para Definição de Microcervejaria	31
Tabela 9 – Composição Qualitativa dos Efluentes	35
Tabela 10 – Carga Poluidora Potencial de Cada Etapa do Processo Cervejeiro	35
Tabela 11 – Classificação e Parâmetros do Efluente Conforme Tipo de Reuso	42
Tabela 12 – Comparativo Antuérpia x Cervejeiro Caseiro	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRABE	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BEBIDAS
APDA	ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE DISTRIBUIÇÃO E DRENAGEM DE ÁGUAS
CETESB	COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
MAPA	MINISTÉRIO DA AGRICULTURAM PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
NBR	NORMA BRASILEIRA
NMP	NÚMERO MAIS PROVÁVEL
SAAE	SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
SEBRAE	SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS
SINDICERV	SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA

LISTA DE SÍMBOLOS

C	Carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
C ₂ H ₅ OH	Etanol
C ₆ H ₁₂ O ₆	Glicose
°C	Graus Celsius
CO	Óxido de carbono
SO _x	Óxidos de enxofre
NO _x	Óxidos de nitrogênio
%	Por cento
pH	Potencial hidrogênico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos	13
2 JUSTIFICATIVA	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 A cerveja no mundo e no Brasil	15
3.2 Processo de produção da cerveja	18
3.3 Microcervejarias e produção artesanal caseira	30
3.4 A produção de cerveja em Juiz de Fora	32
3.5 A sustentabilidade nas cervejarias	33
4 METODOLOGIA	43
5 RESULTADOS	45
5.1 Microcervejaria Antuérpia	45
5.2 Cervejeiro Artesanal Caseiro	52
5.3 Comparativo	57
6 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Presente presente entre diversas nações do mundo, a cerveja tornou-se símbolo de cultura, potencial econômico, confraternização, comemoração e aproximação entre povos. Seja num evento cervejeiro, em um bar, em encontros com familiares ou em reuniões para grandes tomadas de decisões, o gosto mútuo pela cerveja é capaz de aproximar pessoas e tornar, quando apreciada com moderação, diferentes tipos de encontros mais prazerosos.

Este trabalho tem como tema a questão da sustentabilidade ambiental na produção de cerveja artesanal, tanto em microcervejarias, quanto em processos menores, tais como os executados por cervejeiros caseiros. Para tanto, em primeiro momento, estudou-se, através de uma pesquisa bibliográfica, quais os principais efluentes e resíduos gerados no processo de produção de cerveja, além de quais as principais técnicas empregadas para minimização de impactos ambientais.

Em segundo momento, foram realizados estudos de caso envolvendo a microcervejaria Antuérpia e um cervejeiro caseiro, ambos da região da cidade de Juiz de Fora - MG, de forma a analisar que medidas sustentáveis são adotadas por estes e responder a pergunta: os cervejeiros artesanais locais estão atentando-se para as questões de sustentabilidade ambiental dentro de seus processos de produção?

Para se obter essa resposta, foi preciso entender que o processo de fabricação de cerveja envolve diversas etapas que são capazes de impactar, positiva e negativamente os meios socioeconômico e ambiental. Geração de emprego e renda são os principais pontos positivos advindos dessa indústria. Contudo, os impactos ambientais negativos são os que mais chamam atenção, uma vez que podem atingir atmosfera, solo e recursos hídricos.

Muitas vezes, para as microcervejarias e cervejeiros caseiros, obter um controle adequado da água utilizada no processo de fabricação, além da sua reutilização, bem como o descarte de resíduos sólidos, monitoramento de emissões atmosféricas, dentre outros, tornam-se etapas de difícil realização, em razão de tecnologia adequada ou de custos financeiros.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar as microcervejarias e cervejeiros da cidade de Juiz de Fora atentando-se para como as questões de sustentabilidade ambiental estão sendo empregadas nesse setor.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Analisar quais as ações implementadas pelas empresas na gestão de resíduos sólidos, uso e reúso da água, tratamento de efluentes e estratégias de sustentabilidade;
- b) Avaliar as diferentes maneiras que podem ser aplicadas por cervejeiros caseiros que, apesar de possuírem pouca tecnologia e ferramentas adequadas, podem adotar métodos sustentáveis em suas produções.

2 JUSTIFICATIVA

Visando analisar o meio cervejeiro de Juiz de Fora, que tem se mostrado cada vez mais relevante e atuante na economia local, esse trabalho faz-se importante na obtenção de informações a respeito de como as questões de sustentabilidade ambiental e socioeconômica estão sendo trabalhadas pelas empresas cervejeiras da região.

Além disso, sabendo que o número de cervejeiros caseiros da cidade é expressivo, estudar técnicas sustentáveis que possam ser empregadas nesse nível de produção, ainda que de baixa escala, pode proporcionar a obtenção de um guia de métodos simples e barato, permitindo produções mais limpas e com menores gastos financeiros e de recursos naturais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cerveja no mundo e no Brasil

De acordo com MEGA *et al.* (2011), desde 8000 a.C., a cerveja já era produzida, sendo povos como os do Egito e da Babilônia, grandes responsáveis pela sua propagação. Ainda, segundo o autor, outros povos foram responsáveis pela difusão da cerveja, porém, somente na idade média, o lúpulo passou a ser utilizado na bebida, por inserção desse ingrediente, a ser discutido mais adiante, por povos germânicos.

Já no Brasil, a cerveja passou a fazer parte apenas após o início do processo de colonização do mesmo. Segundo LIMBERGER (2013), os europeus foram os grandes responsáveis pela inserção da cerveja no País, e o grande responsável foi o alemão Maurício de Nassau, que teria implantado a primeira cervejaria em 1637, no Recife. A autora também afirma que, àquela época, grande era a dificuldade enfrentada pelas primeiras cervejarias no processo de resfriamento da cerveja, devido à falta de tecnologia para tal processo, o que culminou na produção, em grande maioria, de cervejas do tipo *ale*. Somente alguns cervejeiros eram capazes de produzir o tipo *lager*, através de processos rudimentares.

Nesse contexto, faz-se importante diferenciar os dois tipos de cervejas citados. Conforme REBELLO (2009), os dois tipos se diferenciam de acordo com o tipo de fermentação. Temperatura, tempo, e em qual parte do volume produzido ocorre a fermentação, são fatores que influenciam nessa diferenciação, pois, em *lagers*, a temperatura de fermentação ocorre, segundo a autora entre 3,3 a 13 °C, enquanto nas *ales*, a fermentação ocorre em temperaturas superiores. Além disso, as *lagers* possuem tempo de fermentação superior as das *ales*, e ocorrem no fundo do fermentador, ao contrário das *ales*, que ocorrem na parte superior do fermentador, na superfície do volume produzido.

A tabela 1 a seguir traz alguns dos principais estilos de cerveja produzidos no mundo, identificando as que são do tipo *ale* e quais do tipo *lager*.

Tabela 1 – Tipos e Estilos de Cerveja

Tipo	Estilo	Características
ALE	Stout: Dry Irish	<ul style="list-style-type: none"> • Cerveja muito escura; • As <i>Dry Irish</i> são : <ul style="list-style-type: none"> ➢ Cerveja originária da Irlanda: ➢ Seca, encorpada e cremosa, que ainda contém sabores de caramelo e café; • <i>Foreign Style Stout</i>: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Difere somente pelo teor alcoólico maior. • <i>Imperial Stout</i> <ul style="list-style-type: none"> ➢ É uma cerveja de altos teores alcoólicos; ➢ Sabores frutados e doces ou semidoce.
	Scottish Ale	<ul style="list-style-type: none"> • Origem escocesa; • Sua coloração varia do ouro ao castanho; • Sabores doces, maltado, café e até sabor de defumado; • Encorpadas .
	Brown Ale	<ul style="list-style-type: none"> • Inglesa; • Baixo amargor; • Sabores adocicados de nozes; • Presença baixa de lúpulo;
	Belgian Ale	<ul style="list-style-type: none"> • Origem Bélgica; • Produzida na maioria das vezes artesanalmente; • Podem ser do tipo <i>Witbier</i>. Suaves e temperadas com especiarias; • Ou do tipo <i>Lambic</i>, de fermentação com leveduras selvagens e base de trigo.

LAGER	<i>Pilsen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Originária da região da Boêmia; • Cor dourada e translúcida; • Sabores suaves e aroma floral; • Presença acentuada de lúpulo.
	<i>Bock</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produzida no norte Germânico; • Sabores adocicados; • Contém altos teores alcoólicos.
	<i>Münchener</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cores escuras ou pretas; • São leves ao paladar; • Sabor forte de malte, que se ligam ao café.
	<i>Mazernbier</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produzida com malte tipo Viena, e leveduras de baixa fermentação; • Longa maturação; • Altos teores alcoólicos e acidez; • Cor âmbar avermelhada.

Fonte: MEGA (2011).

Atualmente, o Brasil encontra-se entre os maiores produtores do mundo. De acordo com o endereço eletrônico GOVERNO NO BRASIL (2017), o País hoje está na terceira posição no ranking mundial da produção de cerveja, com 14,1 bilhões de litros produzidos em 2016, perdendo apenas para China e EUA. Adicionalmente, o setor cervejeiro brasileiro é responsável pela empregabilidade de 2,2 milhões de trabalhadores. A tabela 2 a seguir expõe os cinco maiores países produtores do mundo, conforme MARCUSSO E MULLER (2017):

Tabela 2: Ranking dos Maiores Produtores de Cerveja no Mundo

País	Posição	Produção Milhões de Hectolitros
China	1°	460 mi hl
EUA	2°	221 mi hl
Brasil	3°	140 mi hl
Alemanha	4°	95 mi hl
Rússia	5°	78 mi hl

Fonte: Marcusso & Muller (2017).

O MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) (2018), traz, em seu endereço eletrônico, que, ao final de 2017, havia 679 cervejarias legalmente instaladas no País. Esses dados, de acordo com o próprio MAPA.

3.2 Processo de produção da cerveja

Segundo o SINDICERV (2018), Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, a cerveja é o resultado da mistura, após todo um processo de fabricação, de quatro principais ingredientes: malte, água, lúpulo e leveduras. Devido à grande variedade desses ingredientes, e a possibilidade de adicionar adjuntos, tais como milho, aveia, trigo, arroz, dentre outros, diferentes tipos de cerveja podem ser produzidos. Além disso, alterações no processo de fabricação também podem proporcionar distintos estilos de cerveja.

3.2.1 Água

A água representa a maior parte da cerveja e pode influenciar muito na mesma. De acordo com COLE (2011), a água compõe 95% da cerveja, e pode

proporcionar diferentes sabores na bebida, uma vez que a composição de sais pode ser distinta em diferentes águas usadas durante o processo de produção. Isso ocorre devido às reações químicas que envolvem esses sais na cerveja e como eles interferem no trabalho das leveduras.

Segundo DINSLAKEN (2016), o estilo de cada cerveja possui uma composição de sais diferentes dissolvidos na água, pois os sais interferem na dureza desta, a qual será de característica de cada estilo. O autor exemplifica citando, por exemplo, que o estilo Stout possui um perfil que se vale de uma água mais dura, enquanto uma Pilsener tcheca, de uma água mais mole.

Nesse caso, vale ressaltar as características específicas de uma água dura ou mole, uma vez que ela pode ser também de dureza permanente ou temporária. Segundo BORTOLI *et al.*, uma água que contenha propensões de sais insolúveis pode ser considerada uma água dura, e, ainda, se contém menos presenças de sais, é considerada uma água mais mole.

Quanto a ser temporária ou permanente, de acordo com documento elaborado pela Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, APDA (2012), a diferença se dá devido ao fato do teor de dureza ser superior ou inferior ao nível de carbonatos e bicarbonatos alcalinos presentes quando somados. Para níveis superiores, ocorre dureza temporária. Para inferiores, a dureza é permanente.

Atualmente, trabalham-se técnicas diversas para o tratamento da água, possibilitando diversas fontes da mesma para a produção cervejeira. DUTRA (2017) afirma que, antigamente, fontes de água pura e limpa eram procuradas para obtenção. Contudo, em tempos mais recentes, não há essa necessidade. A utilização de técnicas de tratamento da água e adequação de sais e pH para cada estilo tornaram possível, conforme afirma o autor, obter águas de fontes variadas, tais como poços artesianos, água da chuva, ou estações de tratamento. Basta, portanto, tratar a água conforme as características físico-químicas desejadas para cada estilo.

DUTRA (2017), também expõe, em seu trabalho as ações de alguns sais e do pH na água cervejeira, que podem ser resumidas na tabela 03 abaixo:

Tabela 3 – Ações de Sais e pH na Cerveja

Componentes e condições físico-químicas	Ação
NaCl	Em quantidades adequadas, acentua o sabor doce do malte e ajuda a dar corpo à cerveja
Ca ²⁺	Nutriente pra levedura e redução do pH do mosto. Em excesso é prejudicial ao metabolismo da levedura
Mg ²⁺	Cofator enzimático para as leveduras
pH	Deve ser em torno de 5, pois nessa faixa prevalece a atuação enzimática de α e β -amilases, que atuam durante a brassagem

Fonte: Dutra (2017).

Além disso, de acordo com PALMER (2006), alguns íons são os mais importantes, pois desempenham funções que iram acentuar o sabor da cerveja, facilitando sua caracterização de acordo com o seu estilo. Além dos já citados acima, o autor ressalta os sulfatos, que acentuam o amargor dos lúpulos. Tal característica faz-se interessante em cervejas do tipo Indian Pale Ale (IPA), por exemplo, que possuem o amargor do lúpulo como principal atributo.

Dessa forma, o que se pode perceber é que a água pode passar por várias transformações físico-químicas, que irão contribuir para o estilo de cerveja que se pretende produzir. Essas condições físico-químicas que muitos cervejeiros tentam recriar em suas águas, são advindas, muitas vezes, das características originais das cervejas produzidas em anos passados, onde a água de cada região originária de cada estilo, possuía composições e natureza própria.

Muito pode se discutir sobre a água cervejeira. Mas um fator de extrema relevância, em qualquer que seja o estilo a se produzir, é que aquela deve ser isenta de cloro. Segundo DINSLAKEN (2016), esse cloro residual fornece perfis sensoriais desagradáveis a bebida, como sabor e aromas.

3.2.2 Malte

O malte utilizado na cerveja é obtido a partir do grão da cevada pelo processo de malteação. De acordo com DINSLAKEN (2016), uma germinação forçada é

realizada para a geração de enzimas necessárias ao processo de produção da cerveja.

O Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção a produção e a fiscalização de bebidas, em seu art. 36, § 2º, afirma que *“malte é o produto obtido pela germinação e secagem da cevada, devendo o malte de outros cereais ter a designação acrescida do nome do cereal de sua origem”*.

Dessa forma, antes que o grão seja de fato usado na indústria, ele deve ser malteado. Contudo, é importante entender que o malte é o principal responsável pelo sabor da cerveja. Dessa forma, há uma diversidade enorme de maltes. Tal diversidade é obtida justamente no processo de malteação. Segundo COLE (2011), os grãos são submetidos à germinação e, quando o ponto em que se quer chegar com determinado malte é atingido, ocorre a secagem e o processo de malteação é interrompido, forçando a parada do crescimento da planta.

Assim, maltes com diferentes cores e sabores são obtidos, o que também fornecerá diferentes cores e sabores às cervejas. COLE (2011), também afirma que o malte de cevada é o preferido no processo de fabricação da bebida devido ao alto índice da enzima amilase presente nos grãos, necessárias à conversão do amido em açúcares fermentáveis, e da presença de cascas nos grãos, que auxiliam no processo de filtração durante a produção. Isso ocorre porque o grão de cevada deve ser triturado adequadamente, de forma e o grão se quebre, soltando-se da casca, sem que esta seja totalmente moída, mantendo-se intacta. Dessa forma, durante a recirculação do mosto, essa formará uma camada filtrante.

Segundo DINSLAKEN (2016), os maltes podem ser divididos em diferentes tipos, resumidamente descritos na tabela 04 a seguir:

Tabela 4 – Tipos de Malte

Tipo de Malte	Exemplos
Malte Base	pilsen, vienna, pale ale, mild ale
Maltes de Cor	munich, âmbar, melanoidina, marrom
Maltes Torrados	chocolate, preto
Maltes Caramelo/Cristal	carapils, cara hell/ cara blond, caramunich/Crystal, carared/cara ruby, caraaroma/specil B
Outros Maltes Especiais	acidificado, defumado
Trigo e cereais não maltados	malte de centeio, malte de trigo, trigo não maltado, cevada torrada, aveia em flocos

Fonte: DINSLAKEN (2016).

Além dos maltes citados, existem muitos outros. A possibilidade de combiná-los, ou alterar as proporções ao se elaborar uma receita, resulta em uma diversidade enorme de cervejas.

3.2.3 Lúpulo

De acordo com PALMER (2006), os lúpulos são trepadeiras que podem atingir até 20 metros de altura, originárias dos continentes do hemisfério norte. As planta fêmeas são utilizadas na produção da cerveja, pois suas flores, em formato de cones, possuem as glândulas de lupulinas, de onde são extraídos óleos e resinas para emprego na cerveja.

Segundo DINSLAKEN (2016), existe uma grande variedades e lúpulos, divididos segundo suas características mais marcantes: amargor e aroma. Conforme menciona o autor, o aroma é definido pelos óleos essenciais presentes nas glândulas, e o amargor principalmente pelos alfa e beta ácidos. Assim, altos índices desses ácidos representam lúpulos que conferem perfis de maior amargor à cerveja.

Ainda, de acordo com DINSLAKEN (2016), além de conferir os perfis citados anteriormente, os lúpulos possuem características bacteriostáticas, e ajudam na conservação da cerveja.

Assim como o malte, o lúpulo varia para cada estilo de cerveja. Geralmente, lúpulos de determinado país acompanham cervejas deste mesmo país. Atualmente, há uma maior liberdade nessa questão. A própria facilidade em se transportar os lúpulos de outras regiões do globo possibilitou a criação de novas receitas, que fogem de estilos mais conservadores.

Nesse quesito, ressalta-se a busca por novos sabores e aromas nas cervejas. E nesse ponto, os lúpulos se encaixam bem. DINSLAKEN (2016), ainda destaca os aromas podem envolver notas cítricas, florais, condimentados, frutados, terrosos, dentre outros, onde cada um é mais visado de acordo com a escola cervejeira: alemã, belga, inglesa ou americana, principalmente.

Segundo PALMER (2006) o lúpulo é empregado na produção cervejeira através de diversas técnicas. Quantidade, tempo, temperatura, são os principais parâmetros que influenciam na obtenção de aroma ou amargor dos lúpulos. Durante o processo, dependendo do momento em que o lúpulo é inserido, pode-se obter

características mais sabor, aroma ou amargor. Isso também pode ser influenciado pela forma em que o lúpulo é comercializado.

De acordo com COLE (2011), há quatro formas de comercialização dos lúpulos, de acordo com a tabela 05 a seguir:

Tabela 5 – Formas Comerciais do Lúpulo

Apresentação do Lúpulo	Características
Flor inteira	Flores previamente secas
Paletizado	Flores secas, cortadas, trituradas e comprimidas. Apresentam menor trabalho para limpeza de equipamentos
Fresco	São levados para as cervejarias imediatamente após serem colhidos. Possuem maior frescor, mas devem ser utilizados rapidamente
Extrato	Forma líquida dos ácidos e óleos essenciais.

Fonte: COLE (2011).

No Brasil, as cervejas altamente lupuladas têm ganhado mais espaço entre os consumidores, que aprenderam a apreciar esse estilo da bebida. A escola estadunidense foi a grande responsável por esse estilo, produzindo cervejas extremas, com perfis elevados de amargor e aroma.

3.2.4 Levedura

A levedura é a responsável pelo processo de fermentação da cerveja e é inserida durante a fase fria da produção, onde o mosto, após fervura, é resfriado e transferido para o fermentador.

De acordo com COLE (2011), dependendo da levedura selecionada para a fermentação, pode-se obter três tipos de cerveja: *ale*, *lager* ou *lambic*. Essa última é bem menos comum, e ocorre por fermentação espontânea com leveduras selvagens.

Conforme mencionado anteriormente, as cervejas do tipo *ale* e *lager* se diferem quanto ao tempo e temperatura de fermentação, além do fato de que, no primeiro, a fermentação ocorre na parte superior do líquido, enquanto, no segundo, ocorre na parte inferior.

Segundo DINSLAKEN (2016), as leveduras são fungos unicelulares e sua capacidade de realizar a fermentação alcoólica na ausência de oxigênio é de grande vantagem para os cervejeiros. Existem diversas espécies de leveduras, mas, de acordo com DUTRA (2017), somente a *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces pastorianus* são utilizadas na fermentação da cerveja. O autor ainda menciona que a principal diferença está na temperatura e local onde ocorre a fermentação da cerveja no recipiente fermentador, conforme a tabela 06 reproduzida a seguir:

Tabela 6 – Temperatura de Ação das Leveduras Cervejeiras

	Localização	Temperatura ótima
<i>S. cerevisiae</i>	Topo do fermentador	Entre 15 – 25 °C
<i>S. pastorianus</i>	Fundo do fermentador	Entre 4 – 9 °C

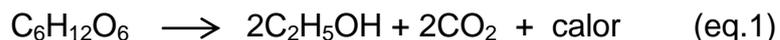
Fonte: DUTRA (2017).

Assim como os lúpulos, a levedura pode ser encontrada em mais de uma forma: seca e líquida. Segundo PALMER (2006), a grande diferença entre os dois tipos diz respeito à viabilidade de cada um. O fermento seco é mais viável por, devido sua desidratação, poder ser armazenado por mais tempo e possuir maior facilidade de preparação para sua aplicação. Por outro lado, o fermento líquido possui maior variabilidade.

De uma forma ou outra, hoje, os cervejeiros caseiros podem contar com uma gama enorme de tipos de fermentos no mercado, tornando possível produzir diversos estilos de cervejas. Quanto a isso, PALMER (2006), também afirma que as diferentes cepas podem variar de acordo com sua região de origem, o que influencia diretamente na escola cervejeira a qual pertencem. Como exemplo, cita que “*algumas cepas Belgas produzem aromas frutados, que cheiram como bananas e cerejas, algumas cepas alemãs produzem fenóis com aroma destacado de cravo*”. Ou seja, além do malte e do lúpulo, também se pode obter importante contribuição do fermento utilizado no sabor da cerveja.

3.2.5 Fermentação alcoólica

De acordo com MEGA *et al.* (2011), o processo de fermentação alcoólica é dado pela seguinte equação química:



Como é possível observar na equação, as leveduras realizam a conversão da glicose em etanol e gás carbônico, gerando, ainda, calor.

Segundo os autores, aspectos diferentes influenciam na qualidade da cerveja. Tais aspectos compreende o volume de mosto a ser fermentado, em qual temperatura agirá a levedura, presença ou ausência de contaminação, dentre outros. Dessa forma, o produto final é influenciado pela característica do metabolismo da levedura utilizada e os fatores citados.

A junção de todas essas características influencia diretamente no sabor e aroma da cerveja. Conforme mencionado anteriormente, diferentes cepas de leveduras são capazes de produzir diferentes sabores de cerveja. DUTRA (2017) afirma que esses sabores e aromas são provenientes de ésteres e fenóis produzidos, também, durante a fermentação. Como diferentes compostos são produzidos, é possível obter uma variedade de sabores e aromas. O autor cita que *“esses compostos atribuem às cervejas sabores agradáveis, como por exemplo o 4-vinil guaiacol, que dá à cerveja sabor de cravo, o álcool isoamílico, que dá a cerveja sabor de banana, e o acetaldeído, que atribui sabor e aroma de maçã”*. Contudo, lembra que muitos desses sabores podem ser considerados *off-flavors*, pois podem ser gerados na fermentação e não condizerem com o estilo de cerveja que está sendo produzido.

3.2.6 Processo de produção

De acordo com o SINDICERV (2018), o processo de produção pode ser resumido de acordo com a tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Etapas da Fabricação de Cerveja.

Etapa	Descrição
Sala de Fabricação	Início do processo onde, após moagem dos maltes e adjunto, é obtido o mosto, resultado da mistura dos ingredientes, à temperatura adequada. Nessa etapa é desenvolvida toda a fase quente da produção, ocorrendo dissolução dos ingredientes, transformação do amido em açúcar, filtração, adição de lúpulos, fervura e esterilização e resfriamento.
Fermentação	Etapa na qual o mosto resfriado é acondicionado em tanques fermentadores e ocorre a adição de fermento, que deve consumir todo o açúcar obtido na mosturação, obtendo-se álcool e gás carbônico. A temperatura de fermentação varia de acordo com o tipo de cerveja a ser produzida, mas seu controle é fundamental durante todo o processo.
Maturação	A temperatura é reduzida próxima a zero grau, de forma a decantar a maior parte do fermento e obter melhorias no sabor da cerveja. A maturação pode variar de 6 a 30 dias.
Filtração	Processo para retirar partículas em suspensão provenientes de malte e fermento principalmente.
Enchimento	Acondicionamento da cerveja em garrafas, barris ou latas.
Pasteurização	Etapa na qual a cerveja é submetida a temperaturas mais elevadas e resfriada em seguida, garantindo maiores prazos de validade do produto.

Fonte: SINDICERV (2018).

É importante observar também que a tabela acima reflete o sistema de produção utilizado em grandes e microcervejarias. Apesar das etapas serem semelhantes, no processo artesanal caseiro elas ocorrem de maneira mais simples, com alguns métodos manuais.

O processo caseiro é parecido. Porém, muitos cervejeiros caseiros não possuem salas de fabricação com equipamentos sofisticados. Em muitos casos, as produções são realizadas na cozinha de casa, ou na própria área externa da mesma, com auxílio de fogareiros, geladeiras, baldes fermentadores, dentre outros equipamentos. VIEIRA (2017), traz um fluxograma, reproduzido na figura 01, expondo também quais as etapas no processo de fabricação cervejeira caseira, que são comentadas, na sequência, baseado no que descreve o autor.

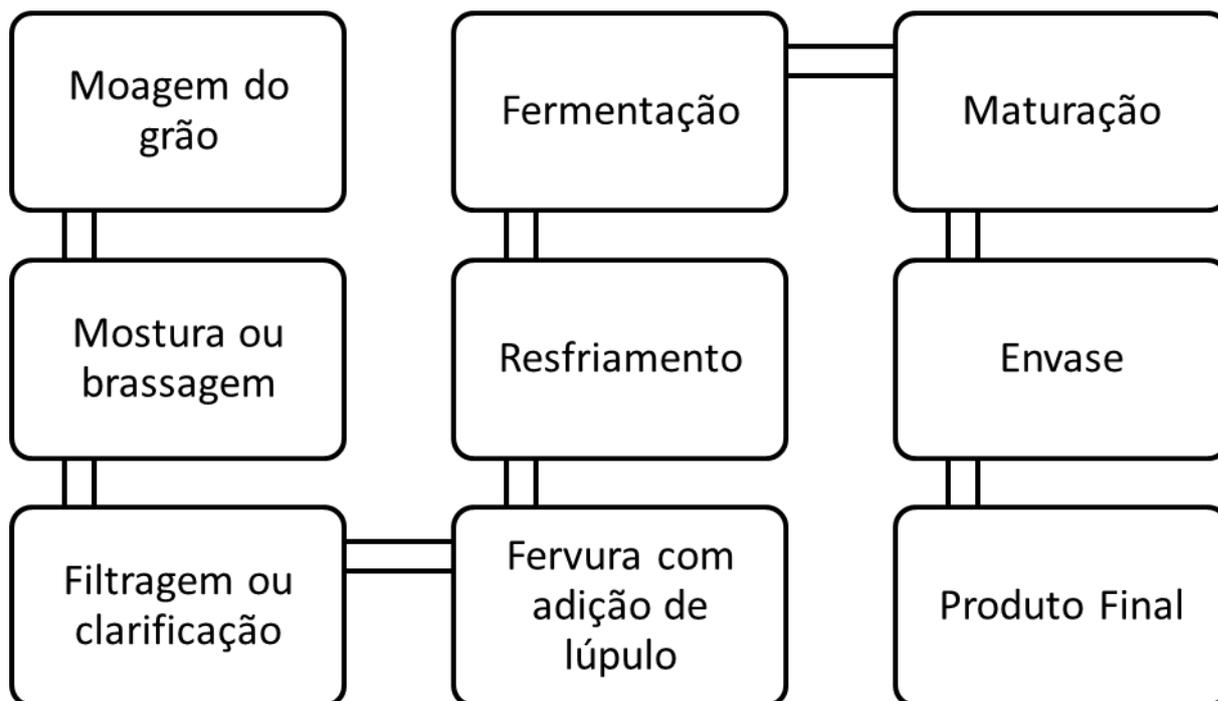


Figura 1 – Fluxograma do Processo de Fabricação de Cervejaria Caseira

Fonte: Vieira (2017).

3.2.6.1 Moagem do grão

Esta etapa segundo Vieira (2017) consiste em separar a casca do grão objetivando uma maior eficiência durante a brasagem. Para tanto, é utilizado um moinho de disco. Muitos cervejeiros caseiros montam seus equipamentos adaptando uma furadeira ao moinho, de forma a acelerar o processo de moagem. O processo de moagem é realizado para que o interior do grão fique exposto à água. Como já mencionado anteriormente nesse trabalho, a moagem deve ser realizada de forma a preservar as cascas dos grãos, as quais serão importantes na etapa de filtragem e clarificação da cerveja.

3.2.6.2 Mostura ou brasagem

Na etapa de mosturação, os grãos são imersos na água à temperatura e pH adequados, para que as enzimas presentes no malte possam iniciar o trabalho de conversão do amido em açúcares. Para tanto, os cervejeiros caseiros utilizam caldeirões, também conhecidos como panelas cervejeiras. De capacidades variadas

(de acordo com intenção de produção), geralmente possuem torneiras e termômetros acoplados, além de alguns dispositivos para filtragem (VIEIRA, 2017).

3.2.6.3 Filtragem e clarificação

Na etapa de filtragem, segundo Vieira (2017) ocorre a extração do mosto da panela cervejeira. Antes, uma etapa de clarificação da cerveja pode ser realizada. Consiste na recirculação do mosto pela cama de malte que se formou no fundo da panela durante a etapa de mosturação. Nesse momento, as cascas do malte realizam o papel de filtro, tornando o mosto menos turvo. Este é extraído pela torneira no fundo da panela, e devolvido pela parte superior, até que se atinja o nível de clarificação desejado.

A utilização de bazucas e fundo falsos, são os mecanismos mais comuns para a filtragem. De acordo com VIEIRA (2017), esses mecanismos permitem que a o mosto passe para o fundo da panela, para ser extraído, e retenha o os grãos e cascas do malte.

Ainda nesta etapa, ocorre o *sparge*, que é nada mais que a lavagem dos grãos. A água de lavagem deve estar em temperatura adequada e DINSLAKEN (2016) afirma que “*deve estar entre 70 e 78°C para garantir a eficiência na extração de açúcares e não arrastar os taninos presentes na casca do malte, responsáveis por gerar adstringência na cerveja*”. Ou seja, o processo de lavagem é uma etapa final, para garantir uma maior retirada dos açúcares do mosto, antes que esse seja encaminhado para a fervura.

3.2.6.4 Fervura com adição de lúpulo

Durante o processo de fervura, o mosto é elevado à temperatura de ebulição de 100°C, adequada para inserção lúpulo ao mosto. Conforme menciona VIEIRA (2017), é nessa temperatura que ocorre a eficiente extração dos ácidos responsáveis pelo aroma e amargor do mosto. Além disso, à essa temperatura, garante-se a esterilização do mosto.

A fervura pode levar, geralmente, de 60 a 90 minutos, e existem diferente momentos de inserção do lúpulo ao mosto, o que definirá perfis de amargor, sabor e

aroma. Dessa forma, é possível obter diferentes tipos de cerveja, que vão muito do perfil do cervejeiro caseiro.

3.2.6.5 Resfriamento

Na etapa de resfriamento, como o próprio nome informa, o mosto é resfriado a temperaturas próximas a 25°C para que o fermento seja adicionado a ele. De acordo com VIEIRA (2017), é necessário que essa etapa ocorra de maneira mais rápida possível, para evitar contaminações.

O autor ainda menciona que há diferentes equipamentos usados pelos caseiros para o resfriamento: chiller de imersão, de contra fluxo e de placas. Além disso, alguns caseiros utilizam-se de imersão da panela cervejeira em uma bacia ou outro recipiente maior, para um banho de gelo. Essa simples técnica, quando em conjunto com o uso do chiller, permite obter um rápido resfriamento do mosto. Alguns desses equipamentos são mais eficientes que outros e variam muito no preço, indo desde o mais barato, no caso dos chillers de imersão, até os mais caros, com uso de placas.

3.2.6.6 Fermentação

O processo de fermentação já foi melhor descrito anteriormente nesse trabalho. Contudo, vale ressaltar como o cervejeiro caseiro lida com essa etapa. Para tanto, utiliza-se de equipamentos como balde fermentador na maioria das vezes (alguns cervejeiros possuem equipamentos mais sofisticados como fermentadores em inox), airlock (equipamento que permite a saída de CO₂ do interior do fermentador, sem que haja a entrada de ar) e termômetro. Muitas vezes, são utilizados controles de temperatura, que, quando ligados a geladeiras ou freezers, permitem o controle ideal da faixa de atuação da levedura. É importante lembrar que os fermentadores devem estar devidamente sanitizados antes de receberem o mosto devem permanecer bem vedados, para evitar contaminação (VIEIRA, 2017).

3.2.6.7 Maturação

Segundo Vieira (2017), na maturação ocorre o enriquecimento dos sabores e aromas da cerveja. Além disso, é possível obter uma clarificação da mesma. Para tanto, temperaturas próximas de 2°C devem ser atingidas. Isso é possível com pequenas modificações na configuração do controlador de temperatura.

Nessa fase também podem ser adicionados, frutas, café, lúpulo, dentre outros ingredientes, que darão sabores e aromas especiais a cerveja.

3.2.6.8 Envase

O envase é a última etapa. Nela, a cerveja é colocada em barris, garrafas ou latinhas. No caso dos cervejeiros caseiros, barris e garrafas são mais comuns. Nessa etapa, quando não é realizada a carbonatação forçada com CO₂, o cervejeiro se utiliza da técnica de *priming*. (VIEIRA, 2017)

De acordo com DINSLAKEN (2016), nessa etapa, é fornecida uma nova fonte de açúcares fermentáveis a cerveja. Isso ocorre porque, após receber a cerveja, a garrafa, devidamente sanitizada, é fechada. Dessa forma, o CO₂ gerado pelas leveduras ao consumir o açúcar, fica aprisionado dentro do recipiente, carbonatando a bebida. Assim, o autor define o *priming* como “*processo de adição de açúcar invertido à cerveja antes do envase, visando a refermentação e geração de CO₂ dissolvido na cerveja (carbonatação)*”.

Vale ressaltar que, durante todo o processo, são gerados resíduos e efluentes, sólidos e líquidos, e emissões atmosféricas, inclusive no processo caseiro, ainda que em menor escala. Este assunto será discutido mais adiante.

3.3 Microcervejarias e produção artesanal caseira

A definição de microcervejaria no Brasil não é simples. De acordo com MARCUSSO (2015), mais de uma definição, baseadas em diferentes critérios, são atribuídas por distintas instituições. Para tanto, o autor elaborou uma tabela 8 com essas definições e alguns comentários, reproduzida a seguir:

Tabela 8 – Critérios para Definição de Microcervejaria.

Instituições	<i>Brewers Association</i>	Simplex Nacional	IBGE/SEBRAE	ABRABE
Critérios segundo diferentes instituições	<i>Volume de produção:</i> 6 milhões de barris por ano (7,04 mi hl)	<i>Receita bruta anual:</i> microempresa até R\$ 360 mil e empresa de pequeno porte até R\$ 3,6 milhões	<i>Número de funcionários:</i> com até 19 empregados, e pequenas de 20 a 99 empregados	<i>Função qualitativa:</i> origem familiar com pequena produção por processos artesanais e utilização de ingredientes especiais
Comentários para debate	É necessário estabelecer um limite de produção. No Brasil 200 mil litros/mês é comumente utilizado, já o estado de SC estabelece 3 milhões de litro/ano	Não é necessário um limite de receita para ser microcervejaria, mas sim para aderir ao regime tributário diferenciado no País	Importante manter esses limites para se diferenciar micro de pequena, mesmo que para os mercados ambas as delimitações sejam consideradas microcervejarias	Importante estabelecer o limite da origem familiar, como nos EUA, que requer no mínimo 75% na mão do dono. Também não se deve taxar de artesanais os processos, uma vez que se trata de uma indústria

Fonte: Marcusso (2015).

Diante dessas diferentes visões, percebe-se aqui a necessidade de uma definição a ser usada para a seleção das microcervejarias da cidade de Juiz de Fora a serem estudadas.

Dessa forma, atentando-se para os critérios utilizados pela ABRABE e IBGE/SEBRAE, entende-se aqui, como microcervejarias a serem estudadas, empresas de pequena produção, com processos artesanais ou não, que se utilizam de ingredientes especiais para a produção de cerveja, possuindo poucos funcionários.

Também, de acordo com MARCUSSO (2015), quanto à cerveja caseira, deve-se atentar para o fato que essa é uma produção artesanal. Contudo, o contrário não é necessariamente verdadeiro, uma vez que microcervejarias podem produzir cervejas artesanais sem que sejam caseiras. O autor traz essa definição baseada no que é entendido pelas Acervas (Associações de Cervejeiros Caseiros Artesanais), presentes em alguns estados brasileiros, e conclui “*nesse sentido,*

cerveja artesanal seria um conceito mais abrangente no debate e englobaria, além dos cervejeiros caseiros, as microcervejarias”.

Apesar das diferentes definições de microcervejaria, o que mais chama a atenção é o índice de crescimento dessas no País. Segundo PINHEIRO *et al.* (2016), existiam aproximadamente 386 microcervejarias no Brasil nesse mesmo ano, com a previsão de 500 em 2017. Atualmente, em 2018, mais empresas estão surgindo.

3.4 A produção de cerveja em Juiz de Fora / MG

Nesse cenário, destaca-se a cidade de Juiz de Fora / MG. O município é referência nacional no mercado de cervejas especiais, com histórico de produções desde 1861. Nascia, naquele ano, a Cervejaria Barbante. Segundo o endereço eletrônico da própria empresa (2014), ela foi fundada pelo alemão Sebastian Kunz, se tornando a primeira microcervejaria de Minas Gerais. Em 2014, a produção mensal era de 10 mil litros por mês.

Outra antiga produção artesanal da cidade é a desenvolvida pelos padres da Igreja de Nossa Senhora da Glória, inserida dentro do município. De acordo com o endereço eletrônico G1 (2015), a produção artesanal funciona dentro a igreja, e é realizada por padres da mesma desde o fim do século 19. Todo o processo é de fato artesanal, sendo necessária força braçal para bombeamento e engarrafamento da cerveja.

Além disso, diversas outras microcervejarias estão instaladas hoje em Juiz de Fora. Muitas funcionam com produções servidas apenas nos próprios bares e restaurantes, outras já trabalham com produções um pouco maiores que são vendidas em supermercados e bares dentro e fora da cidade.

Atualmente, algumas marcas da cidade já são conhecidas em muito estados brasileiros. As produções juiz-foranas são conhecidas pela qualidade de seus produtos. Prova disso está no reconhecimento em competições que buscam avaliar as melhores cervejas produzidas. Segundo CAPETTI (2018), pelo endereço eletrônico da Tribuna de Minas, nesse mesmo ano da publicação, quatro cervejas de Juiz de Fora ficaram entre as melhores cervejas do País, em uma competição realizada em Blumenau, Santa Catarina. O autor ressalta que a competição é

considerada a mais importante da América Latina e, nessa edição, envolveu quase 3000 rótulos competindo.

De acordo com GUIMARÃES (2014), do endereço eletrônico G1, a cerveja artesanal em Juiz de Fora, nesse ano, movimentava R\$ 3,2 milhões por ano aproximadamente. Segundo a autora, o consumo na cidade se dava, na maioria, pelos homens, 57%.

Diante desses dados, é inegável que a apreciação pela cerveja especial tomou conta dos juiz-foranos e muitos produzem, hoje, sua própria cerveja em casa, valendo-se de métodos artesanais, algumas vezes com poucas sofisticções.

3.5 A sustentabilidade nas cervejarias

3.5.1 Principais resíduos e emissões de uma cervejaria

3.5.1.1 Resíduos sólidos

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB (2005), no processo de fabricação da cerveja, é nas fases de filtragem, envase e tratamento de efluentes líquidos onde ocorre a geração dos principais resíduos sólidos. O uso dos grãos, essenciais para a produção, representa a atividade na fabricação que constitui a maior porcentagem de resíduos sólidos gerados pelo processo.

De acordo com a mesma Companhia, os grãos usados na produção podem ser divididos em três grupos: bagaço do malte, o *trub* fino e o *trub* grosso. Entre a etapa de mostura e fervura é onde se gera o bagaço do malte, que se origina da filtragem do mosto após a passagem pela caldeira de mostura. Citando MATHIAS *et al.* (2014), o malte apresenta, além de fibras e proteínas em sua composição, minerais, lipídeos e vitaminas.

Ainda, segundo a CETESB (2005) a diferença entre o *trub* grosso e o *trub* fino se encontra principalmente pelo momento em que são gerados e pela suas composições. O primeiro é gerado na primeira filtragem do processo, que ocorre logo após o cozimento do malte. Trata-se de um resíduo retirado do *whirlpool*, que é uma técnica para concentração do *trub* no fundo da caldeira de mostura. Segundo

é gerado em um segundo processo de filtração. Ambos possuem gordura vegetal em sua composição, sendo que o *trub* grosso contém, também, proteínas coaguladas. Já o *trub* fino, após a filtração, sai misturado com terra diatomácea e parcelas de levedo.

Conforme menciona REINOLD (2018), a terra diatomácea é um mecanismo filtrante utilizado no processo, formando por esqueletos fossilizados de algas pré-históricas ou diatomitas. Devido sua capacidade filtrante, torna possível a clarificação da cerveja. De acordo com GOULART *et al.* (2011) a terra diatomácea é classificada como resíduo sólido de Classe 2, segundo a norma NBR 10.004 de 2004, que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Segundo ao autor, essa classe inclui resíduos que *“podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou meio ambiente”*.

A publicação da CETESB (2005), também trás outros resíduos gerados durante o processo de fabricação da cerveja. Ainda, representando os resíduos sólidos gerados na fase de filtragem, tem-se o excesso de levedura. As leveduras, durante o processo de fermentação, encontram-se em um ambiente rico em alimentos e com condições ideais de reprodução. Dessa forma, multiplicam-se, gerando muito mais levedo do que havia no início. Parte desse fermento é reutilizada no processo, e outra parte é encaminhada para a indústria alimentícia.

Adicionalmente, segundo a mesma publicação mencionada da Companhia, na fase seguinte, envase, ocorre à geração de resíduos provenientes de garrafas retornáveis quebradas e, na lavagem para a utilização dessas garrafas forma-se a pasta celulósica, composta de restos de rótulos. Por último tem-se, no tratamento de águas ou efluentes, a geração do lodo, oriundo da decomposição da matéria orgânica presente no efluente que foi tratado.

3.5.1.2 Geração de efluentes

Conforme a CETESB (2005), devido a grande necessidade da utilização de água tanto no processo de fabricação com trocadores de calor, filtros, caldeiras de caldas, mostura e lúpulo e tanque de leveduras, quanto no processo de limpeza para lavagem de equipamentos, pisos ou garrafas, caixas plásticas, barris de aço ou madeira, latas de alumínio e tubulações, esse seguimento de indústria gera

quantidades significativas de efluente, com sua composição variando em todos os tipos de cerveja a ser desenvolvida. A tabela 9 a seguir mostra a composição qualitativa dos principais efluentes da cervejaria.

Tabela 9 – Composição Qualitativa dos Efluentes

Etapa	Origem	Composição
Maltaria	Impurezas nas matérias-primas	Resto de grãos, sólidos sedimentáveis, proteínas e açúcares.
Cozimento do mosto	Resto de mosto e lavagem dos equipamentos	Açúcares proteínas, taninos e resinas
Fermentação	Lavagem das dornas	Álcool, ácidos, aldeídos, cetonas, ésteres e leveduras.
Maturação	Fundo das cubas	Proteínas e produtos de sua degradação.

Fonte: CETESB (2005).

Ainda, de acordo com a Companhia, a composição do efluente varia também com o *“tipo de levedura, a qualidade na filtragem, tipos de aditivos acrescentados e eficiência no processo de limpeza de equipamentos”*. Continua a nota técnica dizendo que na produção de cerveja gera-se 3 a 6 hl efluente/hl cerveja.

Contudo as diferentes substâncias como sua carga orgânica, sólidos suspensos e presença de fósforo que compõem esse efluente faz com que seu nível de contaminação, ou seja, sua carga poluidora apresente porcentagens diferentes em cada etapa do processo, gerando uma carga final, por vezes diferente em cada cerveja. A tabela 10 abaixo descreve o potencial poluidor mediante cada etapa do processo.

Tabela 10 – Carga Poluidora Potencial de Cada Etapa do Processo Cervejeiro

Origem	DBO	
	Kg/m ³ cerv.	%
Levedura excedente	3,71	30
Trub	3,21	26
Lúpulo	0,39	3
Licor dos grãos prensados	0,85	7
Lavagens	2,09	17
Efluentes filtros	0,50	4
Envase	1,20	10
Outros	0,42	3
Total	120,4	100

Fonte: CETESB (2005).

3.5.1.3 Emissões atmosféricas

Mencionando novamente CETESB (2005), as emissões atmosféricas oriundas do processo cervejeiro em cervejarias podem ocorrer em varias partes do processo. A utilização de caldeiras a combustão é a principal fonte de emissões atmosféricas contendo em seus compostos gases de combustão como CO₂ sendo gerado grande quantidade durante a fermentação. Ocorrem também a emissão de gases como CO, NO_x, SO_x, hidrocarbonetos e etc. e, ainda, materiais particulados. Essas emissões podem conter compostos de características diferentes de acordo com o tipo de combustível usado para a combustão. Também leva-se em conta o tipo de equipamento utilizado para que ocorra o controle de emissões.

As emissões de odores ocorrem principalmente na fase de fervura do mosto, e, segundo a Companhia, entre 6 e 10 % do mosto é evaporado, emitindo diversos compostos. No tratamento, de efluente que pode depender do tipo de tratamento adotado pela cervejaria, também é possível a ocorrência de emissões de odores. Além desses, o processo de transporte no recebimento de matérias primas acarretam na emissão de poeiras.

3.5.2 Medidas sustentáveis

Segundo afirma SILVA *et al.* (2015), com maior demanda, e menor disponibilidade de matéria-prima, disputa por mercado e surgimento de novas leis, houve a necessidade de muitas cervejarias se unirem em grupos. Dentre essas leis, as que envolvem preservação ambiental tornaram-se um novo desafio para empresas de todos os tipos, que deveriam se adequar as novas condições de operação.

Atualmente, a busca por meios de desenvolvimento sustentável é um dos principais focos em várias áreas da ciência. E nesse âmbito, a indústria cervejeira se vê obrigada a introduzir maior eficiência no conceito de sustentabilidade, desenvolvendo práticas sustentáveis desde a obtenção de matéria prima até o desenvolvimento do produto final, pois um dos principais problemas de uma cervejaria é a geração de resíduos e efluentes durante todo o processo de produção. Segundo MARCUSSO (2015), a procura por métodos de redução de impactos ambientais passa a ser meta de todas as empresas, sendo elas micro ou grandes.

Assim, a ferramenta de Produção Mais Limpa faz-se útil na questão sustentável. De acordo com LIMA e WALTER (2017), essa ferramenta, pela sua atuação no combate a poluição, tem sido adotada cada vez mais na área industrial, proporcionando melhorias em processos industriais e produtos acabados quanto à eficiência de produção, possibilitando, assim, preservação ambiental e maiores lucros, em razão da redução de matéria prima, desperdício, energia, entre outros fatores.

Os autores também ressaltam as vantagens da adoção da Produção Mais Limpa em uma cervejaria. Sabendo que a água é o principal insumo utilizado no processo, obter um controle de uso dela é extremamente necessário. Assim, utilização de válvulas automáticas, uso racional e reaproveitamento da água utilizada no processo de produção em outras partes da empresa, como lavagem de pátios e equipamentos são exemplos de medidas eficientes. Adicionalmente, medidas que garantam bom controle térmico de tubulações, recuperação de vapores, recirculação de água em processos de envase, dentre outros, são exemplos de boas práticas aliadas à Produção Mais Limpa.

Ainda a respeito da água no processo cervejeiro, além do tratamento de efluente gerado durante a produção, que será discutido mais adiante, a utilização de água da chuva pode ser uma importante medida sustentável na empresa. De acordo com MEDEIROS (2017), a utilização da água da chuva para fins não potáveis pode servir como um mecanismo economia de água proveniente de outras fontes, tais como o abastecimento público. Dessa forma, lavagens de pátios e equipamentos, resfriamento do mosto, dentre outras utilizações não necessariamente ligadas à produção, mas que fazem parte do funcionamento de uma indústria, podem valer-se o uso da água da chuva.

O autor ainda menciona que existem normas que orientam o reuso da água da chuva para fins não potáveis, e que essas devem ser levadas em conta antes da instalação de um sistema de captação. Além disso, as condições meteorológicas da região também devem ser estudadas, para que seja estudada a viabilidade do sistema.

No que diz respeito aos resíduos de bagaço de malte gerado após o processo de brasagem, esse pode ser reaproveitado para alimentação de animais. Segundo BORGES E ASSIS (2010), o bagaço possui uma grande variedade de vitaminas e minerais, além de elevado valor energético, podendo contribuir para a

suplementação da alimentação animal. De acordo com MATTOS (2010), a composição de fibras, proteínas, vitaminas e minerais podem variar de acordo com o tipo de malte, mas afirma que “o *bagaço de malte contém 20 a 30% de proteínas e 70 a 80% de fibras*”. Devido a essas características, esse resíduo da produção cervejeira possui grande aceitabilidade por parte de produtores de gado leiteiro e equinos. BORGES E ASSIS (2010), também observam que o bagaço de malte pode servir, em épocas de pasto seco, como substituição deste na alimentação.

Além disso, outros produtos podem ser obtidos a partir do malte proveniente da fabricação da cerveja. Muitos cervejeiros caseiros produzem pães, biscoitos e bolos com o malte de suas produções.

Após a fermentação, é obtida uma “lama de fermento” no fundo do fermentador, em razão da decantação da levedura. Essa, além de poder ser reutilizada no processo, pode ser encaminhada à indústria alimentícia. Ainda, é possível usá-la na alimentação de suínos. De acordo com SHURSON (2008), a levedura húmida é rica em proteínas e enzimas, e após correção do pH, pode ser usada na alimentação suína, favorecendo a saúde e o desempenho desses animais.

Outra importante questão a ser levada em conta nas cervejarias é a geração de energia para a mesma. Em um cenário mundial onde a procura de energia renovável é um dos grandes tópicos de discussão em termos de sustentabilidade na indústria, há de se imaginar que algumas cervejarias já possuem sua visão voltada para essa preocupação.

As grandes cervejarias possuem mais recursos para a aplicação fontes de energias renováveis. Contudo, conforme menciona MARCUSSO (2015), algumas microcervejarias já vêm buscando agir da mesma forma. Segundo o autor, a utilização de painéis solares, biocombustíveis e sistemas de captação por energia eólica já são utilizadas em algumas microcervejarias do exterior. No Brasil, ainda há que se avançar nesses termos. Porém, algumas grandes cervejarias já estão desenvolvendo sistemas mais sustentáveis em suas produções. De acordo com o endereço eletrônico da revista ÉPOCA (2017), a Heineken Brasil já implantou, em algumas de suas instalações, sistemas de aproveitamento por biomassa. A empresa tem substituído suas caldeiras por caldeiras à biomassa, diminuindo a emissão de CO₂.

Quanto ao cuidado com os efluentes gerados no processo de fabricação de cerveja, esse deve ser ainda maior. Como dito anteriormente, o consumo de água

durante toda a produção é elevado e, apesar dos dispositivos para controle de desperdício e métodos para reuso da água dentro do próprio processo, um grande volume ainda é perdido. Esse volume possui elevada carga orgânica e contaminantes, e deve passar por tratamentos adequados antes de ser liberado para o curso d'água. O item seguinte tratará dessa questão especificamente.

3.5.3 Tratamento de efluentes

De acordo com MARCUSSO (2015), desde a representação volumétrica superior a 94% na composição final da cerveja, até suas diversas utilizações ao longo de todo o seu processo produtivo, o uso da água e o efluente líquido gerado na produção podem se tornar um problema. Há uma disparidade quando comparamos a eficácia na redução de geração desses resíduos, no descarte final correto e tratamento do mesmo entre as macros e microcervejarias, pois, há diferença na capacidade de conseguir tecnologias que irão, por vezes, solucionar ou minimizar o problema. Além de restos do produto, produtos de limpeza, cola de rótulos, lubrificantes, dentre outros, durante o processo, podem ser diluídos na água formando o efluente.

O autor também comenta que o nível de agressão à natureza depende da quantidade dessas substâncias na água, pois, em quantidades pequenas, não ocorre agressão, devido à ação de bactérias, capazes de agir nessas substâncias alimentando-se delas, consumindo oxigênio e gerando CO₂ e outras substâncias minerais. Contudo, essa situação pode gerar uma complicação caso ocorra um consumo muito alto do oxigênio em razão de uma taxa elevada de multiplicação dessas bactérias, em consequência da farta demanda de alimento. Se esse oxigênio não for repostado e, muitas vezes, a oxigenação pelo ar não é suficiente, ocorre um déficit dele no curso d'água.

Dessa forma, pode não ser possível manter os níveis essenciais para a garantia da vida desse ambiente, causando a mortandade de seres vivos.

Segundo a CETESB (2005), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de efluentes gerados em cervejarias pode variar de 1200 a 3000 mg/L. Em cervejarias maiores, onde a vazão dos despejos também é maior, são necessárias grandes instalações de tratamento de efluente. Afirma-se ainda que, geralmente, as plantas possuem um sistema de pré-tratamento e um de tratamento biológico. No primeiro, é

realizada a neutralização/equalização do efluente e, no segundo, tratamentos anaeróbios e aeróbios integrados. A partir disso, é gerado o lodo de tratamento, que segue para destinação final adequada.

De acordo com REINOLD (2018), mestre cervejeiro diplomado da empresa Cervesia, muitas vezes um pré-tratamento com processos químicos, físicos e biológicos, isolados ou combinados, podem se mostrar eficientes para atender a legislação local para descarte do efluente. Inicia-se o pré-tratamento com o processo físico, onde partículas sólidas passam por separação mecânica, com o uso de peneiras. Entre essas partículas encontram-se, principalmente, rótulos, pedaços de vidro e plástico, rolhas e outros tipos de partículas. Na etapa seguinte ocorre sedimentação dos sólidos em uma câmara, onde o efluente passa. Há ação de um raspador contínuo e também é possível realizar controles de pH e pré-aeração, que permitem prevenir ações anaeróbias.

REINOLD (2018), também comenta que algumas empresas utilizam o pré-tratamento químico com o objetivo de neutralizar o CO₂ dos efluentes. Ao final do tratamento, é possível obter reduções de 60% a 70% de DBO.

Quanto ao tratamento anaeróbio, o autor afirma que este é realizado até que cargas reduzidas sejam atingidas, mas, ainda sim possuem concentrações pouco superiores ao permitido para lançamentos em cursos d'água. Daí, a necessidade da utilização de um estágio aeróbio posterior. Em comparação com o tratamento aeróbio, o tratamento anaeróbio possui como vantagens a menor geração de lodo excedente, e o menor consumo de energia. Em contrapartida, possui demanda técnica e operacional mais complexas, uma vez que se está a lidar com processos biológicos.

Nos sistemas anaeróbios são geralmente utilizados três tipos básicos de bactérias, cada uma com função diferente: as acidogênicas, que formam ácidos; acetogênicas, formadoras de hidrogênio, dióxido de carbono e ácido acético e as metanogênicas, formadoras de metano, complementa Reinold (2018).

Ainda a respeito das desvantagens do tratamento anaeróbio, FAGUNDES (2010), menciona os maus odores emitidos e a sensibilidade a mudanças de pH, temperatura e sobrecargas orgânicas e hidráulicas.

Por outro lado, segundo o SAAE (2006), a presença de oxigênio dissolvido no efluente faz com que o tratamento seja aeróbio, onde bactérias e outros microrganismos aeróbios decompõem a matéria, a utilizando como fonte de

nutrientes. Com essa redução ou oxidação da matéria, ocorre a redução da DBO até a sua estabilização. Vale lembrar que obter o nível de DBO faz-se importante para o entendimento do grau de oxigenação necessária para um tratamento aeróbio e o potencial poluidor do efluente.

Ainda, de acordo com o SAAE (2006), o resultado final dessa decomposição é a presença de compostos inofensivos e utilizáveis à vida natural, à exemplo do gás carbônico, água, nitratos e sulfatos.

Fazendo novamente referência a REINOLD (2018), o lodo gerado deve ser desidratado para reduzir custos no transporte, e ainda podem ser utilizados como fertilizantes. A redução de efluentes líquidos deve fazer parte de uma política de gestão ambiental, preconizada pela ISO 14000.

Devido a isso as empresas utilizam o reuso de efluentes. Conforme afirma NAVARINI (2013), a reutilização de efluentes tratados tem obtido cada vez mais aceitabilidade, quando não se trata de usos potáveis, isso se deve à possibilidade de redução de custos e a garantia do abastecimento e água.

Porém, de acordo com o autor, esse reuso deve ser feito de maneira correta. Em seu trabalho, ele traz uma tabela com a classificação e parâmetros do efluente conforme o tipo de reuso, baseada na NBR 13.969/97, que trata de projetos, construção e operação de tanques sépticos. A tabela 11 é reproduzida a seguir:

Tabela 11 – Classificação e Parâmetros do Efluente Conforme Tipo de Reuso.

Água de Reuso	Aplicações	Padrões de Qualidade
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos com contato direto com o usuário.	Turbidez < 5 uT; Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100mL; Sólidos dissolvidos totais < 200 mg/L; pH entre 6 e 8; Cloro residual entre 0,5mg/L e 1,5 mg/L.
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez < 5 uT; Coliformes termotolerantes < 500 NMP/100mL; Cloro residual superior a 0,5 mg/L.
Classe 3	Descargas com vasos sanitários.	Turbidez < 10 uT; Coliformes termotolerantes < 500 NMP/100mL.
Classe 3	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistemas de irrigação pontual.	Coliformes termotolerantes < 500 NMP/100mL; Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L.

Fonte: Navarini (2013).

Nota-se que, apesar da água de reuso ser uma excelente estratégia para uma empresa, ela deve ser utilizada em acordo com os critérios estabelecidos acima.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho apresenta dois momentos. No primeiro, aborda uma discussão teórica, baseada numa pesquisa bibliográfica para obtenção de informações a respeito de: história da cerveja no Brasil e na cidade de Juiz de Fora em Minas Gerais, definições de microcervejaria e cervejeiro caseiro, e seus processos de produção, bem como a forma que a legislação brasileira age sobre ambos, e os principais métodos utilizados na indústria cervejeira, de grande e pequena escala, para tratamento de resíduos sólidos, efluentes, emissão atmosférica e eficiência energética.

A etapa seguinte consiste da validação do modelo teórico elaborado, por meio de pesquisa descritiva e de campo. A pesquisa terá ações que não se limitaram à leitura de fontes bibliográficas, mas busca-se analisar as características das indústrias cervejeiras de Juiz de Fora, sendo composta por entrevistas e visitas, a fim de se obter informações sobre as diferentes medidas sustentáveis tomadas nas unidades.

Segundo GIL (2008), “as pesquisas descritivas possuem como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência”. O autor ressalta que o estudo de campo busca aprofundar uma realidade específica, sendo basicamente realizada pela observação direta das atividades do grupo a ser estudado, para captar as explicações e interpretações que ocorrem naquela realidade.

A lógica da pesquisa foi indutiva e o processo da pesquisa utilizou dados primários (coletados pela primeira vez) e secundários (aqueles disponíveis em relatórios, normas, manuais, entre outros).

De acordo com SANTOS (2017), nesse mesmo ano de publicação do seu trabalho, havia, em Juiz de Fora, “*onze cervejarias cadastradas no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), das quais somente oito produzem cerveja artesanal*”. Quanto ao número de cervejeiros caseiros na cidade, é difícil mensurar. Muitos atuam sem comercialização de suas cervejas, outros comercializam de forma não regularizada, divulgando de forma discreta seus produtos. Dentre estas foram destacadas um cervejeiro artesanal caseiro e uma microcervejaria, para análise aprofundada da pesquisa deste trabalho.

Para o estudo de uma microcervejaria da região de Juiz de Fora foi estudada a Cervejaria Antuérpia. A empresa encontra-se instalada no condomínio empresarial Park Sul, entre Juiz de Fora e Mathias Barbosa. Com a instalação em constante expansão a empresa conta com mais de 60 funcionários compondo a fábrica e escritório.

A fábrica possui autonomia de produção de até 200 mil litros mensais, e opera, atualmente, com produção média de 100 a 120 mil litros por mês, produzindo quase 20 rótulos próprios, dos mais variados estilos. Além desses, a cervejaria empresta seus equipamentos para produção de cervejas de outras empresas.

Com toda essa estrutura, a Antuérpia é uma das principais incentivadoras de eventos na cidade, os quais vêm aumentando ao longo dos anos, atraindo cada vez mais apreciadores da bebida.

Já para o estudo da produção de uma cervejaria artesanal caseira, foi um escolhido um cervejeiro que encontra-se situado na zona rural de Juiz de Fora. Com uma produção média de 300 litros mensais, produz, principalmente, os estilos red ale, weiss, amber ale e kölsch, os quais são vendidos em pequenos bares da cidade. Para tanto, faz uso de garrafas e barris. O cervejeiro atua sozinho, sendo responsável por todas as etapas do processo de produção e comercialização.

O tratamento dos dados busca interpretar e concluir de forma a validar e dar significado aos dados coletados.

5 RESULTADOS

5.1 Microcervejaria Antuérpia

5.1.1 Caracterizando o processo

Conforme já mencionado, a Cervejaria Antuérpia possui produção média de 100 a 120 mil litros por mês. Para a produção, a empresa utiliza água proveniente da rede pública. São utilizados uma média de 50 a 64 mil litros por dia, podendo esse valor variar de acordo com a produção. Já os demais insumos, como malte e leveduras, são obtidos de mercados nacionais e internacionais.

A Antuérpia conta com uma única linha de mosturação. Próximo à panela de mosturação, encontra-se um reservatório para o resíduo de malte, o qual é armazenado fora da empresa (Figura 2). Diariamente, por mais de uma vez, esse bagaço é coletado por um senhor que o revende para produtores de gado leiteiro da região. Todo o malte é reaproveitado para esse propósito. Cerca de 10 a 12 toneladas de bagaço são produzidas por dia, dependendo da produção realizada.



Figura 2 – Bagaço de Malte
Fonte: Própria (2018).

O mesmo ocorre com a “lama de fermento” obtida ao final do processo de fermentação. Contudo, diferentemente do cervejeiro caseiro estudado, a Antuérpia trabalha com a reutilização das leveduras no processo de fabricação. Ou seja, através do isolamento da levedura ao final da fermentação, essa levedura pode ser reutilizada para a fabricação de uma nova batelada. Há a necessidade de todo um

cuidado especial para essa manipulação, mas tal ação permite o reaproveitamento por cerca de quatro vezes e, no fim, essa levedura é descartada. Nesse ponto, a empresa também tem o cuidado de fornecer a “lama” para produtores de suínos da região.

Como mencionado, a água utilizada na produção é proveniente da rede pública de distribuição. Porém, antes de entrar na panela, essa água ainda passa por filtros que visam, principalmente, a remoção do de cloro, prejudicial à qualidade da cerveja, e por um tratamento especial, que visa preparar a água cervejeira de acordo com os sais necessários para cada estilo.

Durante a produção, parte dessa água é evaporada, parte absorvida pelo malte, e parte segue para a fervura, compondo o mosto. Além dessa água, é utilizada água fresca para resfriamento do mosto após a etapa de fervura. Esta, também de distribuição pública, após a troca de calor para o resfriamento, segue para tanques (Figura 3) onde é armazenada, mantendo o máximo possível essa temperatura mais elevada e, após as panelas estarem prontas para nova produção, é reutilizada para uma nova mosturação.



Figura 3 – Tanque com Água Quente
Fonte: Própria (2018).

Para o funcionamento das panelas e aquecimento de água, a empresa gera vapor através de uma caldeira a gás. Esse vapor é utilizado em várias partes do processo, aquecendo água e mantendo temperaturas em tanques através de troca de calor.

O mosto, após a fervura, segue para o processo de fermentação. Essa fermentação ocorre em grandes tanques de inox conforme é mostrado na Figura 4.



Figura 4 – Tanques Fermentadores
Fonte: Própria (2018).

Após o processo de fermentação, o fermento é recolhido no fundo do tanque e destinado conforme descrito anteriormente. A cerveja, então, segue para o processo de filtragem, que ocorre com a utilização da terra diatomácea, que serve como elemento de clarificação da cerveja, que circula dentro de um mecanismo onde essa terra está presente e segue para outro tanque.

No fim desse processo, a cerveja segue para envase em garrafas, latas ou barris. A Figura 5 a seguir mostra o mecanismo utilizado pela empresa para sanitização das garrafas e envase.



Figura 5 – Maquinário de Envase
Fonte: Própria (2018).

5.1.2 Discussão

Durante à visita a Antuérpia, pode-se perceber que a empresa trabalha com diversos mecanismos que visam uma maior sustentabilidade no processo de

produção. Estes envolvem reutilização da água, descarte adequado de resíduos, tratamento de efluente e eficiência energética.

Além das ações descritas até o momento, outras, empregadas pela empresa, são discutidas a seguir.

5.1.2.1 Aspectos positivos

Anteriormente, descreveu-se como a água utilizada para resfriamento é reaproveitada no processo de produção. Além desse cuidado, a empresa conta com outros sistemas que visam o uso adequado e consciente da água.

O processo de produção cervejeira necessita de um ambiente limpo para que se evite ao máximo a contaminação da cerveja. Nesse âmbito, faz-se importante a limpeza de pátios, por exemplo. Numa área ampla como uma de uma microcervejaria, demanda-se muita água para a limpeza. A empresa conta com um sistema de captação de água da chuva, que é utilizada para esse fim. Toda a limpeza de pátio de piso grosso da empresa é realizada com a água captada da chuva, exceto quando essa não se encontra disponível. A Figura 6 a seguir mostra o reservatório da água captada:



Figura 6 – Reservatório de Água Captada da Chuva
Fonte: Própria (2018).

Essa água de lavagem também irá compor o efluente gerado pela empresa durante toda a fabricação. Nele está presente a água de limpeza de equipamentos, pátios, garrafas, banheiros, entre outros, que contém resto de cerveja (incluindo

grãos, lúpulos, leveduras e outros adjuntos), rótulos, colas, detergentes, etc, onde elementos químicos e físicos encontram-se misturados.

Todo esse efluente segue para a Estação de Tratamento de Efluente da empresa. O Park Sul possui uma ETE que recebe o efluente de todas as empresas presentes no condomínio empresarial. Contudo, diferentes segmentos industriais estão presentes no local e, desta forma, os mais distintos efluentes são gerados. Assim, um tratamento inicial nessas próprias empresas faz-se necessário antes que o efluente siga para a ETE do condomínio.

As Figuras 7 e 8 a seguir mostram a ETE instalada na Antuérpia:



Figura 7 – ETE
Fonte: Própria (2018).



Figura 8 – Flotador
Fonte: Própria (2018).

A estação conta com sistema de separação de elementos físicos, flutuador e tratamento biológico. Visa-se obter parâmetros mínimos adequados para envio desse efluente para a estação e tratamento do Park Sul.

A respeito dos resíduos sólidos na empresa, além do que foi discutido a respeito do bagaço de malte e da “lama de fermento”, que possuem destinação adequada em parceria com produtores rurais da região, deve-se mencionar a destinação que é dada pela empresa à embalagens em geral (plásticos e papéis), madeiras e metais.

A cervejaria conta com um pequeno depósito (Figura 9) desses materiais, que são armazenados separadamente. Esse depósito fica disponível para que catadores da região possam recolher esse material e encaminhá-los para reciclagem. Nesse aspecto, a empresa contribui para a destinação consciente desses resíduos sólidos e a geração de renda para esses catadores, mostrando a responsabilidade socioambiental da empresa.



Figura 9 – Depósito de Materiais Recicláveis
Fonte: Própria (2018).

Na parte energética, a empresa possui poucos recursos interessantes. A empresa é tocada por energia elétrica proveniente de concessionária e da caldeira a gás que possui. Contudo, é importante ressaltar que o processo de reutilização da água de resfriamento, que sai com uma temperatura elevada após a troca de calor com o mosto, não só fornece economia de água como também possibilita uma eficiência energética no processo, uma vez que essa água já entra na panela de mostura com temperaturas próximas às necessárias para mosturação.

Outro aspecto que deve ser mencionado é o fato da empresa trabalhar também com latinhas e barris de chopp. As latinhas de alumínio são amplamente recicladas no País. Além disso, a utilização de barris, principalmente em bares e eventos da região, fornece economia de garrafas. Os barris são retornados à

Antuérpia após o uso, para reaproveitamento. A empresa não trabalha com reutilização de garrafas, e isso será discutido a diante.

5.1.2.2 Aspectos negativos

A Cervejaria Antuérpia, durante todo o seu processo, demonstra um bom controle de seus resíduos. Contudo, chama a atenção um ponto principal: o não reaproveitamento de garrafas.

No que diz respeito às garrafas utilizadas para envase, a empresa trabalha apenas com garrafas novas. Não há nenhum sistema de logística reversa que vise o uso de garrafas retornáveis. Isso se deve, talvez, pela imagem que a própria indústria de cervejas especiais passa.

Não só pelo sabor, aroma e qualidade da matéria-prima o consumidor de cervejas especiais é atraído, mas também pelos rótulos e nomes criativos, bem como as garrafas novas e com formatos diferenciados. Nesse aspecto, obter garrafas novas pode se tornar mais um atrativo para o produto.

Contudo, percebe-se aí uma grande disparidade entre as microcervejarias e as grandes cervejarias, que possuem toda uma logística empregada para a recuperação de garrafas para a fabricação de novas cervejas. Além disso, pode-se observar também a diferença entre a microcervejaria e o próprio cervejeiro caseiro estudado nesse trabalho, que utiliza, sempre que possível, garrafas já usadas anteriormente, realizando por si só a limpeza e sanitização dessas para novas produções, o que gera não só economia financeira para o cervejeiro, mas que também contribui para a sustentabilidade ambiental no processo produtivo.

A Antuérpia possui expressivo mercado em Juiz de Fora, e poderia trabalhar sistemas que visasse o retorno de garrafas na compra da cerveja no comércio local. Isso poderia gerar economia para empresa, que não precisa adquirir garrafas novas e possíveis descontos para consumidores, que devolveriam as garrafas para adquirir um novo produto.

Outra questão importante diz respeito ao depósito de resíduos mencionado anteriormente. Apesar da empresa trabalhar a separação desses resíduos bem como facilitar a entrada de catadores, os resíduos se encontram dispostos de forma inadequada. Contudo, há investimentos na área para que os resíduos sejam depositados em um abrigo temporário de resíduos conforme a legislação vigente.

5.2 Cervejeiro artesanal caseiro

5.2.1 Caracterizando o processo

O cervejeiro artesanal caseiro possui uma produção média de 300 litros mensais, os quais são vendidos, em sua maioria, para alguns bares da cidade.

Para o processo de produção, realiza captação de água em poço artesiano presente na propriedade em que reside. Já os insumos (maltes, lúpulos e fermentos) são adquiridos no comércio de Juiz de Fora, que atualmente conta com lojas especializadas nesse tipo de serviço.

Os equipamentos de produção utilizados correspondem aos já citados nesse trabalho: moinho de cereais, *chiller* de contra-fluxo, caldeirões, fogareiro, baldes fermentadores, freezer, arrolhador de tampinhas, dentre outros.

Todo o processo é inteiramente artesanal, e o próprio cervejeiro é responsável por todas as etapas envolvidas, desde a compra de insumos e fabricação, até o envase e comercialização.

Conforme mencionado, a água utilizada é captada de um poço presente no local. Após passar por filtros bacteriológicos, de carvão ativado e de impurezas, a água é encaminhada para a panela de mostura, onde é adicionado o malte e ocorre a conversão do amido deste em açúcares fermentáveis.

Após o processo de mosturação, o mosto segue para a panela de fervura, com o auxílio de uma bomba. Ao mesmo tempo, é adicionada a água de lavagem por cima do malte na panela de mostura. Ao fim desta etapa, todo o mosto encontra-se na panela de fervura, restando apenas o malte umedecido na panela de mostura.



Figura 10 – Sistema de Mosturação e Fervura
Fonte: Própria (2018).

Esse resíduo de malte descrito, após resfriado, é recolhido (Figura 11) e enviado para um produtor de leite vizinho, o qual utiliza o malte para alimentação de suas vacas. Todo o malte é enviado ao produtor. Em média, 90kg de malte (excluindo-se o peso da água retida nos grãos) mensais são aproveitados para essa finalidade.



Figura 11 – Bagaço de Malte em Separação para Produtor de Leite
Fonte: Própria (2018).

Durante o processo de fervura é adicionado o lúpulo, que irá compor o *trub* no final do processo. Esse *trub* é descartado pelo cervejeiro sendo lançado num córrego local após o processo de lavagem dos equipamentos.

À cada batelada, o cervejeiro produz 50L de cerveja. Para tanto, utiliza 25g de fermento. Em um mês, em média, 150g de fermento são utilizados. No processo de fermentação, a levedura se reproduz e cria uma espécie de lama de fermento. Ao final da fermentação, a cerveja é retirada para engarrafamento e a lama é descartada da mesma forma que o *trub*.

Por último, para o processo de engarrafamento, é realizada a lavagem das garrafas utilizando-se, também, a água captada do poço.

5.2.2 Discussão

Acompanhando o processo de produção do cervejeiro em estudo, é possível observar diversos pontos positivos que visam uma produção sustentável, em que o cervejeiro mostra preocupação com a questão ambiental. Contudo, algumas etapas carecem de maiores cuidados, e podem ser trabalhadas com soluções simples.

Dessa maneira, é possível realizar uma discussão classificando o processo utilizado pelo cervejeiro caseiro quanto aos seus aspectos positivos e negativos.

5.2.2.1 Aspectos positivos

Como mencionado anteriormente, a utilização do resíduo de malte para alimentação de gado leiteiro é uma forma eficiente de destiná-lo, pois traz soluções tanto para o cervejeiro quanto para o produtor rural que utiliza o bagaço como fonte extra de nutrição para o gado.

O cervejeiro apresenta hortas na propriedade. Uma possibilidade seria utilizar esse malte em processos de compostagem para adubação. Contudo, tal prática exige conhecimento de técnicas adequadas para sua realização. Entretanto, é importante mencionar essa alternativa, que se trata de uma solução para cervejeiros que não possuem produtores de gado leiteiro nas proximidades.

Outro aspecto positivo, não relatado até então, diz respeito à utilização da água durante a produção. Os equipamentos estão montados numa área de serviço da casa principal existente na propriedade. Assim, máquinas de lavar e tanquinhos estão presentes no local. Para resfriamento do mosto, o cervejeiro utiliza o *chiller* de contra-fluxo (Figura 12). Esse equipamento, por si só, já permite a economia de água. Isso ocorre devido ao mecanismo de troca de calor que ocorre no *chiller*, onde o mosto quente passa dentro de uma tubulação de cobre ou alumínio, na maioria das vezes, e a água fresca passa no sentido contrário, entre a tubulação e uma mangueira, que envolve essa tubulação.

No entanto, além de usar esse equipamento, o cervejeiro direciona a água fresca utilizada no *chiller* para as máquinas de lavar roupas que possui. Dessa forma, ocorre o reaproveitamento dessa água. Além disso, parte dessa água é armazenada e utilizada para regar as hortas presentes na propriedade.



Figura 12 – *Chiller* de Contra-fluxo
Fonte: Própria (2018).

Outra questão interessante a ser comentada é sobre as garrafas utilizadas. O cervejeiro utiliza barris e garrafas para envase. Embora a maior parte da produção seja armazenada em barris, um volume considerável é comercializado em garrafas. Nesse ponto, é interessante mencionar que o cervejeiro em estudo realiza compra de garrafas usadas de bares da região. Dessa maneira, contribui para a reutilização de vasilhames. Curiosamente, esse fato é menos frequente em microcervejarias, conforme observado no estudo de caso da cervejaria Antuérpia.

5.2.2.2 Aspectos negativos

Para o cervejeiro caseiro, a execução de tratamento de efluente é uma etapa complicada, pois envolve investimentos financeiro e humano. Nesse ponto, por ser tratar de um pequeno negócio com recursos limitados, o cervejeiro em estudo opta por destinar seu efluente, através de uma canaleta, para um pequeno córrego que atravessa a propriedade. No entanto, como descrito anteriormente, uma carga elevada de DBO é gerada durante o processo cervejeiro, tornando essa ação um aspecto negativo da produção.

Compondo esse efluente, encontra-se a “lama de fermento” gerada no fermentador após o processo e fermentação. Essa também é inteiramente descartada. Conforme mencionado nesse trabalho, essa “lama” pode ser utilizada na alimentação de suínos. Devido ao fato da propriedade encontrar-se em área rural, foi questionado ao cervejeiro se há presença de criadores de suínos na região. A resposta foi positiva, entretanto o cervejeiro não possuía conhecimento desse tipo de reaproveitamento.

Ainda, a respeito do efluente líquido, toda a água de limpeza de equipamentos e chão do local também é descartada para o córrego (Figura 13), contribuindo para o aumento da DBO.

Parte dessa água de limpeza de equipamentos, principalmente a gerada após o processo de produção, já contendo detergente, poderia ser reutilizada no próprio ambiente, para a limpeza de chão da área de serviço. Além disso, parte dessa também poderia ser utilizada para limpeza de utensílios menores, tais como recipientes, colher cervejeira, fundo-falso, mangueiras, etc.



Figura 13 – Água de Limpeza de Equipamentos
Fonte: Própria (2018).

No dia da visita à propriedade, a chuva era constante. Observou-se que o telhado da casa possui calhas (Figura 14). A região de Juiz de Fora possui

bom índice de chuvas e esse fato pode ser utilizado a favor do cervejeiro. Essa água pode ser captada para o enxágue do chão, por exemplo.



Figura 14 – Calha de Chuva
Fonte: Própria (2018).

Os resultados tornam possível a obtenção de um comparativo entre os dois estudos de caso.

5.3 Comparativo

Tanto o cervejeiro caseiro quanto a microcervejaria Antuérpia demonstram, em seus processos, ações voltadas para a sustentabilidade ambiental na empresa, por razões ambientais, sociais e econômicas.

É possível notar, que o cervejeiro caseiro, por possuir recursos mais limitados, trabalha seu processo de forma puramente artesanal, buscando, através de técnicas simples, tornar sua produção o mais sustentável possível.

Embora ambos possuam soluções muitas vezes parecidas para seus resíduos e efluentes líquidos, algumas diferenças chama atenção, quando se leva

em conta a estrutura e o porte de cada empreendimento. A tabela a seguir ilustra essa situação:

Tabela 12 – Comparativo Antuérpia x Cervejeiro Caseiro

Ações	Soluções	
	Cervejeiro Caseiro	Antuérpia
Problemas		
Bagaço de malte	Doação para produtores de leite	Doação para produtores de leite
<i>Trub</i> grosso	Descarte em curso d'água	Doação para criadores de suínos
Terra diatomácea	Não utiliza	Doação para produção de fertilizantes
“Lama de fermento”	Descarte em curso d'água	Doação para criadores de suínos
Água de resfriamento	Reaproveitamento em máquinas para lavar roupa; regar hortas	Reaproveitada para novo processo de mostura
Lavagem de equipamentos	Água fresca proveniente do poço artesiano	Água da rede pública de abastecimento
Lavagem de piso/pátio	Água fresca do poço	Água de captação de chuva; Água de rede pública de abastecimento
Tratamento de efluente	Não possui	ETE particular e ETE Park Sul
Garrafas	Reutilização	Apenas garrafas novas
Embalagens em geral	Descarte	Disponibilizadas para catadores

Fonte: Própria (2018).

O que se observa, analisando a tabela, é que algumas soluções são comuns aos dois empreendimentos, tais como a doação de malte e a reutilização da água de resfriamento. No entanto, nota-se que muitas medidas adotadas pelo cervejeiro caseiro poderiam ser melhoradas ou corrigidas com maiores informações, à exemplo do reaproveitamento do *trub* e da “lama de fermento” para alimentação suína, ou com maiores recursos financeiros, tal como o tratamento do efluente.

Entretanto, nesse caso, a falta de maiores recursos financeiros para empregar no empreendimento também pode fornecer medidas positivas adotadas pelo cervejeiro caseiro, tal como a reutilização de garrafas, o que não ocorre na microcervejaria estudada.

6 CONCLUSÃO

A indústria cervejeira movimenta um mercado financeiro expressivo. O aumento de microcervejarias no Brasil, visando à produção de cervejas especiais, tem contribuído ainda mais para esse mercado. No entanto, conforme foi possível observar na revisão bibliográfica realizada, a produção de cerveja pode causar inúmeros impactos ambientais.

Através da revisão bibliográfica concluiu-se que há diversas soluções sustentáveis para os resíduos e efluentes sólidos e líquidos que podem ser empregados tanto em microcervejarias quanto em produções caseiras. Parcerias com produtores rurais, instalação de estações de tratamento de efluente e, reaproveitamento da água do processo em outras etapas ou captação da água da chuva, mostram-se como os principais métodos utilizados.

Com técnicas distintas, buscando alcançar o mesmo objetivo, a microcervejaria Antuérpia e o cervejeiro caseiro estudado trabalham com processos que visam à qualidade do produto final. Para tanto, há todo um cuidado com a procedência de insumos e o processo de produção.

Dessa forma, o estudo de caso empreendido mostrou-se eficiente em comprovar que ambos os empreendimentos utilizam soluções sustentáveis em suas produções. Em alguns casos, soluções semelhantes. Entretanto, tanto a microcervejaria, quanto o cervejeiro caseiro, possuem algumas falhas em seus processos, que poderiam ser aprimorados com técnicas simples tais quais as discutidas no referencial teórico.

Sabe-se que os resíduos gerados pelo cervejeiro caseiro são muito menores, em quantidade, que os gerados por uma microcervejaria. No entanto, ao se pensar que o número de cervejeiros caseiros presentes na cidade é grande, mostrando tendências de aumentar ainda mais, o que torna relevante a adoção de medidas sustentáveis por estes em suas produções.

Por fim, conclui-se que o estudo realizado apresentou métodos que podem ser empregados em empreendimentos de pequeno e grande porte, fornecendo soluções onde a sustentabilidade ambiental, além de favorecer a questão ambiental em si, promove a responsabilidade social e economia de recursos financeiros para microcervejarias e cervejeiros caseiros.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE DISTRIBUIÇÃO E DRENAGEM DE ÁGUAS. **FT-QI-10 – DUREZA TOTAL**. Comissão Especializada da Qualidade da Água, 2012. Disponível em <<https://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf>> Acesso em 12 dez. 2018;
- BORGES, M. S.; ASSIS, R. L. **Uma análise de práticas de gestão sustentável do setor cervejeiro e a atividade pecuarista no estado do Rio de Janeiro**. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental. V. 4, N. 1, jan-abr 2010. Disponível em <<https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/212/87>> Acesso em 03 maio 2018;
- BORTOLI, D. A. S. *et al.* **Leveduras e produção de cervejas – Revisão**. Bioenergia em Revista: Diálogos. V. 3, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/77/49>> Acesso em 12 dez. 2018;
- CAPETTI, P. **Quatro cervejas de JF entre as melhores do Brasil**. Tribuna de Minas, 2018. Disponível em <<https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/07-03-2018/quatro-cervejas-de-jf-entre-as-melhores-do-brasil.html>> Acesso 18 set. 2018;
- COLE, M. **Vamos falar de cerveja – um guia completo**. Editora Marco Zero. Barueri, São Paulo, 2011;
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Cervejas e Refrigerantes**. Série P + L. Secretaria de Meio Ambiente – Governo do Estado de São Paulo, 2005. Disponível em <https://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf> Acesso 12 maio 2018;
- DINSLAKEN, D. **Manual do cervejeiro caseiro – um guia completo para iniciantes**. 2016;
- DUTRA, G. V. **Desenvolvimento de um protocolo para a produção de cerveja utilizando uvaia (*Eugenia pyriformes*) como adjunto de sabor e aroma**. Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2017. Disponível em <<http://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1879>> Acesso 15 set. 2018;
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Acesso 14 out. 2018;
- GOVERNO DO BRASIL. **O Brasil é o terceiro no ranking mundial de produção de cerveja**. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/brasil-e-o-terceiro-no-ranking-de-producao-mundial-de-cerveja>> Acesso 16 maio 2018;
- GOULART, M. R. *et al.* **Metodologias para reutilização do resíduo de terra diatomácea, proveniente da filtração e clarificação da cerveja**. Química Nova, Vol.34, No. 4, 625-629, 2011. Acesso 07 nov. 2018;

GUIMARÃES, N. **Cerveja artesanal movimentada cerca de R\$ 3,2 mi por ano em Juiz de Fora**. G1 Zona da Mata. 2014. Disponível em <<http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2014/09/cerveja-artesanal-movimentada-cerca-de-r-32-mi-por-ano-em-juiz-de-fora.html>> Acesso 18 set. 2018;

LIMA, D. A. P.; WALTER F. **Produção mais limpa e sustentabilidade na indústria de cerveja**. XIX ENGEMA – Encontro Internacional de sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. 2017. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/42.pdf>> Acesso em 20 mar. 2018;

LIMBERGER, S. C. **O setor cervejeiro no Brasil: Gênese e Evolução**. Departamento de Geografia da UNICENTRO. Guarapuava – PR. Vol. 6, No. 1, 2013. Disponível em <<https://periodicos.furg.br/cnau/article/view/4769>> Acesso 10 maio 2018;

MARCUSSO, E. F. **As microcervejarias no Brasil atual: sustentabilidade e territorialidade**. Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, São Paulo, 2015. Disponível em <<http://www.ppgsga.ufscar.br/alunos/banco-de-dissertacoes/2015/eduardo-marcusso-versao-final.pdf>> Acesso 21 mar. 2018;

MARCUSSO, E. F.; MULLER, C. V. **A cerveja no Brasil: o ministério da agricultura informando e esclarecendo**. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf/view>> Acesso 10 set. 2018;

MATHIAS, T. R. S. *et al.* **Caracterização de resíduos cervejeiros**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química SENAI. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, Santa Catarina, 2014. Disponível em <<http://pdf.blucher.com.br.s3.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0668-24515-175166.pdf>> Acesso 17 set. 2018;

MATTOS, C. **Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Engenharia de Alimentos. Porto Alegre. 2010. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28403/000769912.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso 20 set. 2018;

MEDEIROS, A. F. **Gestão ambiental em uma de produção artesanal de cerveja**. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2017. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/176151/TCC%20-%20Augusto%20Francisco%20Medeiros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso 17 set. 2018;

MEGA, J. F. *et al.* **A produção de cerveja no Brasil**. Revista CITINO – Ciência, Tecnologia, Inovação e Oportunidade. Vol. 1, No. 1, out-dez 2011. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **A cerveja no Brasil**. Disponível em

<www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/a-cerveja-no-brasil>
Acesso 16 maio 2018;

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **A cerveja no Brasil**. 2018. Disponível em
<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/a-cerveja-no-brasil>> Acesso 22 set. 2018;

NAVARINI, B. **Pós-tratamento de efluente de cervejaria por ultrafiltração**. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – UPF. Passo Fundo, 2013. Disponível em
<<http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2013-2/Bruno%20Navarini.pdf>> Acesso em 17 maio 2018;

O Barbante – Conheça a história da cerveja. Disponível em
<<http://www.cervejariabarbante.com.br/>> Acesso 16 maio 2018;

Padre produz cerveja artesanal em convento de igreja de Juiz de Fora. G1 Zona da Mata, 2015. Disponível em
<<http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2015/02/padre-produz-cerveja-artesanal-em-convento-de-igreja-de-juiz-de-fora.html>> Acesso 16 maio 2018;

PALMER, J. J. **How to Brew**. 2006;

PINHEIRO, R. G. et al. **O simples nacional como forma de crescimento empresarial no segmento de microcervejarias**. Revista de Informação Contábil. V. 10, n. 4, out-dez 2016. Disponível em
<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/ricontabeis/article/view/23240>> Acesso 25 maio 2018;

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Casa Civil. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm> Acesso 16 set. 2018;

REBELLO, F. F. P. **Produção de Cerveja**. IF Sul de Minas – Campus Inconfidentes. Revista Agroambiental V. 1, N. 3, 2009. Disponível em
<<http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v1n32009224>> Acesso 10 maio 2018;

REINOLD, M. R. **O tratamento de efluentes na cervejaria**. Cervesia – Tecnologia Cervejeira. Disponível em
<<https://www.cervesia.com.br/artigos-tecnicos/tecnicos/meio-ambiente/tratamento-de-efluentes/846-o-tratamento-de-efluentes-na-cervejaria.html>> Acesso 11 maio 2018;

REINOLD, M. R. **Os meios filtrantes na cervejaria**. Cervesia – Tecnologia Cervejeira. Disponível em <<https://www.cervesia.com.br/artigos-tecnicos/tecnicos/processo-productivo-producao/filtracao/826-os-meios-filtrantes-na-cervejaria.html>> Acesso 16 set. 2018;

SANTOS, W. A. R. **Um estudo sobre o perfil da estrutura de custos das microcervejarias/cervejarias artesanais da cidade de Juiz de Fora – MG**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Administração e Ciência

Contábeis. Juiz de Fora, 2017. Disponível em <<http://www.gdimata.com.br/wp-content/uploads/2018/03/indus.pdf>> Acesso 09 nov. 2018;

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO – SAAE. **Sistemas de tratamento de esgoto**. Aracruz, jun. 2006. Disponível em <https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Esgoto.pdf> Acesso 18 maio 2018;

SHURSON, J. **What we know about feeding liquid by-products to pigs**. Department of Animal Science. University of Minnesota. 2008. Disponível em <https://pdfs.semanticscholar.org/1418/86c68cb12537a3190fa0b4a21697c73ff6a4.pdf?_ga=2.182797861.200672424.1542014634-439315810.1542014634> Acesso 08 nov. 2018;

SILVA, D. et al. **Produção de cerveja artesanal do tipo weiss e reaproveitamento de resíduos**. I Congresso Internacional de Responsabilidade Socioambiental. Faculdade da Serra Gaúcha. Caxias do Sul – RS, jun. 2015. Disponível em <<http://ojs.fsg.br/index.php/rpsic/article/view/1538/1898>> Acesso 05 maio 2018;

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA – SINDICERV. **A Cerveja**. Disponível em <<http://www.sindicerv.com.br/acerveja.php>> Acesso 20 maio 2018;

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA – SINDICERV. **A Cerveja - Produção**. Disponível em <<http://www.sindicerv.com.br/producao.php>> Acesso 20 maio 2018;

THALITA, S. F. **Uso de polímero natural a base de amido como auxiliar de floculação no pós-tratamento de efluentes UASB com flotação por ar dissolvido**. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2010. Disponível em <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-11022011-164400/?&lang=br>> Acesso 10 maio 2018;

Um brinde à energia limpa. ÉPOCA. 2017. Disponível em <<https://epoca.globo.com/Especial-Publicitario/Heineken/noticia/2017/10/um-brinde-energia-limpa.html>> Acesso 17 set. 2018;

VIEIRA, E. **Desenvolvimento de um protótipo para o controle do processo de brasagem na fabricação de cerveja artesanal**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento de Eletrônica. Ponta Grossa, 2017. Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8453/1/PG_COELE_2017_2_18.pdf> Acesso 17 set. 2018.