



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS EM
UMA CERVEJARIA DE MINAS GERAIS

ISADORA MENDES DIAS
REGEANE AUXILIADORA CRUZ GOMES

BELO HORIZONTE
2019

ISADORA MENDES DIAS
REGEANE AUXILIADORA CRUZ GOMES

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS EM
UMA CERVEJARIA DE MINAS GERAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. DSc. Evandro Carrusca de Oliveira

BELO HORIZONTE
2019

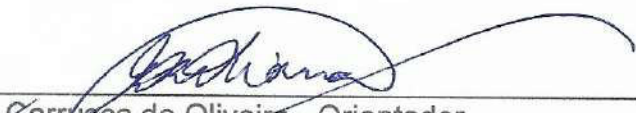
ISADORA MENDES DIAS
REGEANE AUXILIADORA CRUZ GOMES

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS
EM UMA CERVEJARIA DE MINAS GERAIS

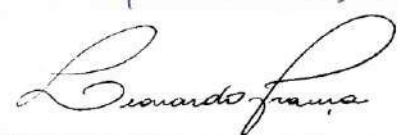
Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheira Ambiental
e Sanitarista.

Data de aprovação: 04 / 12 / 2019

Banca examinadora:


Evandro Carrasca de Oliveira - Orientador
Prof. Dr. do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Carlos Wagner Andrade Gonçalves Coelho - Membro da Banca Examinadora
Prof. Dr. do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Leonardo França da Silva - Membro da Banca Examinadora
Prof. MSc. da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com ajuda de várias pessoas, dentre as quais agradecemos:

Ao professor orientador Evandro Carrusca que nos acompanhou e auxiliou durante todo desenvolvimento do projeto, e por acreditar no nosso trabalho.

Aos funcionários da cervejaria estudada, que colaboraram em todas as visitas ao local e passaram seus ensinamentos sobre todo processo produtivo, permitindo a concretização deste trabalho.

A Deus e aos nossos amigos por terem nos dado força e nos incentivado durante todo caminho até aqui.

Aos nossos pais que sempre estiveram ao nosso lado dando todo apoio nessa caminhada.

RESUMO

MENDES, Isadora Dias ; CRUZ, Regeane Gomes, *Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma cervejaria de Minas Gerais. 2019. 47f.* Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

O setor cervejeiro apresenta grande capilaridade e abrange todo o território nacional, percorrendo o agronegócio, indústria, consumidor, logística, entre outros. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o setor é um dos mais importantes da economia brasileira. Atualmente, a indústria cervejeira produz o líquido em grandes escalas, para atender o mercado consumidor, gerando grandes quantidades de resíduos. Diante desse cenário, este trabalho teve por objetivo avaliar o gerenciamento dos resíduos sólidos de uma cervejaria localizada na região metropolitana de Belo Horizonte - Minas Gerais, bem como analisar as tecnologias e práticas utilizadas pela empresa, relacionadas desde a coleta dos resíduos até a sua disposição final. Para tanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas, visitas e entrevistas com funcionários da cervejaria. Constatou-se, que o gerenciamento de resíduos da cervejaria é eficaz devido a sua união com uma empresa terceira que gerencia toda a parte de resíduos sólidos industriais, atingindo 99,64% de reaproveitamento de todos os seus resíduos sólidos. Embora, os resultados tenham sido em sua maioria positivos, foi possível identificar falhas a respeito dos resíduos enviados ao aterro por falta de coleta seletiva, as quais foram feitas propostas de melhorias relacionadas com a educação ambiental na empresa.

PALAVRAS CHAVE: Gestão de resíduos sólidos, Cervejaria, Reciclagem, Produção e Reutilização.

ABSTRACT

MENDES, Isadora Dias; CRUZ, Regeane Gomes, *Evaluation of industrial solid waste management in a Minas Gerais brewery. 2019. 47 f.* Monograph (Degree in Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center for Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

The beer sector has great capillarity and covers the entire national territory, ranging from agribusiness, industry, consumer, logistics, among others. According to data from the Brazilian Beer Industry Association, the sector is one of the most important in the Brazilian economy. Currently, the brewing industry produces the liquid on a large scale to serve the consumer market, generating large quantities of waste. Given this scenario, this study aimed to evaluate the solid waste management of a brewery located in the metropolitan region of Belo Horizonte - Minas Gerais, as well as to analyze the technologies and practices used by the company, related from waste collection to disposal. To this end, bibliographic research, visits and interviews with brewery employees were carried out. It was found that the brewery's waste management is effective due to its union with a third party company that manages all the industrial solid waste, reaching 99.64% reuse of all its solid waste. Although the results were mostly positive, it was possible to identify failures regarding the waste sent to the landfill due to lack of selective collection, which were proposed improvements in relation to the company's environmental education.

KEYWORDS: Solid waste management, Brewery, Recycling, Production and Reuse.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Programa de minimização de resíduos	14
FIGURA 2 - Ciclo de vida dos produtos	18
FIGURA 3 - Ilustração do processo de fabricação da cerveja.....	25
FIGURA 4 - Localização da cerveja.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais resíduos de cervejaria	27
Tabela 2 - Resíduos sólidos produzidos na cervejaria e sua origem.....	33
Tabela 3 - Resíduos sólidos e sua destinação	36

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira as Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NBR - Norma Brasileira

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 Resíduos Sólidos	11
3.2 Resíduos Sólidos Industriais	13
3.2.1 Gerenciamento dos resíduos sólidos industriais	13
3.2.2 Acondicionamento	14
3.2.3 Coleta e Transporte	15
3.2.4 Estação de Transferência ou Transbordo	16
3.2.5 Tratamento dos resíduos	16
3.3 Ciclo de vida do produto	17
3.4 A cerveja no Brasil	18
3.5 Matéria prima para produção da cerveja	19
3.5.1 Água	19
3.5.2 Malte	19
3.5.3 Lúpulo	19
3.5.4 Leveduras	20
3.5.5 Aditivos	20
3.6 Processo de fabricação da cerveja	20
3.6.1 Brassagem	21
3.6.2 Fermentação	21
3.6.3 Maturação	22
3.6.4 Filtração	22
3.6.5 Acabamento e envasamento	22
3.7 Resíduos do processo de fabricação de cervejaria	24
4. METODOLOGIA	25
4.1 Caracterização da área da empresa de estudo	25

4.2 Análise do gerenciamento de resíduos	26
4.3 Identificação das principais fontes geradoras	26
4.4 Caracterização qualitativa e quantitativa	27
5. RESULTADOS	27
5.1 Infraestrutura Existente	27
5.2 Principais Fontes Geradoras dos Resíduos Sólidos	28
5.3 Resíduos Gerados na Cervejaria	29
5.4 Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos	33
5.5 Avaliação da gestão de resíduos feita pela empresa terceira MS Reciclagem.	35
5.6 Avaliação e propostas de melhoria para o gerenciamento e manejo dos resíduos realizados na Cervejaria.	36
6. CONCLUSÃO	38
7. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais apreciadas e consumidas mundialmente, é produto da fermentação do mosto de cereal malteado (cevada), acrescido ou não de outros cereais ou fontes de açúcares, denominados adjuntos, com adição de lúpulo, por ação de leveduras (TSCHOPE, 2001).

O setor cervejeiro apresenta grande capilaridade e abrange todo o território Nacional, percorrendo o agronegócio, indústria, consumidor, logística, entre outros. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o setor é um dos mais importantes da economia brasileira, responsável por 1,6% do PIB, e por representar 14% da indústria de transformação nacional pela geração de 2,7 milhões de empregos ao longo de toda sua cadeia produtiva.

A indústria cervejeira produz o líquido em grandes escalas, para atender o mercado consumidor, gerando grandes quantidades de resíduos. A destinação inadequada dos resíduos industriais, é responsável pelas agressões ao meio ambiente, podendo impactar negativamente os recursos naturais, contaminando solos, lençol freático, rios e atmosfera. O setor industrial possui significativo impacto em grande parcela dos resíduos, nas mais variadas formas, podendo ser resíduos sólidos, líquidos e resíduos químicos (BORGES & NETO, 2009).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), as indústrias são responsáveis por fazer o gerenciamento de seus resíduos (o transporte, tratamento e destinação final). A lei regulamenta a destinação final dos resíduos produzidos proibindo seu descarte de forma irregular no meio ambiente, em lixões ou aterros não apropriados e queimadas a céu aberto.

O setor empresarial apresenta fortalecimento de práticas visando a sustentabilidade, diminuição do uso de insumos, maior qualidade de produção e a máxima reutilização e reciclagem. Em consequência desse fortalecimento as empresas que visam alcançar uma imagem de comprometimento com o desenvolvimento sustentável repensam o impacto de suas atividades no meio

ambiente, minimizando a geração de resíduos sólidos e emissões (RAUPP et al., 2008).

A indústria cervejeira impacta diversos setores: Ecológico, ambiental, econômico e social, apresentando grande relevância e expressiva necessidade de gestão de resíduos em toda sua cadeia. Justifica-se assim a importância de analisar as práticas de gestão de resíduos industriais no reuso, reciclagem, diminuição e disposição final de resíduos do processo produtivo, feita por uma cervejaria localizada em Minas Gerais (MG), bem como demonstrar as técnicas utilizadas na empresa para se obter um resultado eficiente, e que seja referência para outras empresas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em uma cervejaria localizada em Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a situação dos resíduos industriais da empresa quanto a sua periculosidade, armazenamento, geração, transporte e disposição final.
- Apresentar e analisar as melhores práticas da gestão de resíduos realizadas pela empresa.
- Propor melhorias na gestão dos resíduos sólidos da empresa.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Resíduos Sólidos

Segundo a norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são aqueles que:

“Resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidade torne inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.”

Os resíduos sólidos apresentam uma vasta diversidade e complexidade, sendo que suas características físicas, químicas e biológicas variam de acordo com a fonte ou atividade geradora, podendo ser classificados de acordo com a NBR 10.004:2004 em:

1) Resíduos Classe I – Perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, resíduos que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando mortalidade ou incidência de doenças e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Tal periculosidade envolve características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

2) Resíduos Classe II – Não perigosos;

2.1) Resíduos Classe II A – Não perigosos não inertes: São aqueles que podem apresentar propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

2.2) Resíduos Classe II B – Não perigosos inertes: São aqueles resíduos que, amostrados de forma representativa e quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, criada pela Lei nº 12.305, de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 2010, criou como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. O Decreto nº 7.404/2010 instituiu e delegou ao Comitê Interministerial - CI, composto por 12 Ministérios e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, a responsabilidade de coordenar a elaboração e a implementação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Além da classificação citada, o texto preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos propõe outra forma para agrupar tais resíduos, que considera o local ou atividade em que a geração ocorre:

- **Resíduos Sólidos Urbanos:** divididos em materiais recicláveis (metais, aço, papel, plástico, vidro, etc.) e matéria orgânica.
- **Resíduos da Construção Civil:** gerados nas construções, reformas, reparos e demolições, bem como na preparação de terrenos para obras.
- **Resíduos com Logística Reversa Obrigatória:** pilhas e baterias; pneus; lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; produtos eletroeletrônicos e seus componentes; entre outros a serem incluídos.
- **Resíduos Industriais:** gerados nos processos produtivos e instalações industriais; normalmente, grande parte são resíduos de alta periculosidade.
- **Resíduos Sólidos do Transporte Aéreo e Aquaviário:** gerados pelos serviços de transportes, de naturezas diversas, como ferragens, resíduos de cozinha, material de escritório, lâmpadas, pilhas, etc.
- **Resíduos Sólidos do Transporte Rodoviário e Ferroviário:** gerados pelos serviços de transportes, acrescidos de resíduos sépticos que podem conter organismos patogênicos.
- **Resíduos de Serviços de Saúde:** gerados em qualquer serviço de saúde
- **Resíduos Sólidos de Mineração:** gerados em qualquer atividade de mineração.
- **Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris (orgânicos e inorgânicos):** dejetos da criação de animais; resíduos associados a culturas da agroindústria, bem como da silvicultura; embalagens de agrotóxicos, fertilizantes e insumos.

3.2 Resíduos Sólidos Industriais

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS define resíduos industriais como aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais. Inclui-se também grande quantidade de material perigoso, que necessita de tratamento especial devido ao seu alto potencial de impacto ambiental e à saúde (MMA, 2012).

A Resolução CONAMA n° 313/2002 define resíduos sólidos industriais como:

“Resíduos sólidos industriais são todos os resíduos que resultem de atividades industriais e que se encontrem nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição”

3.2.1 Gerenciamento dos resíduos sólidos industriais

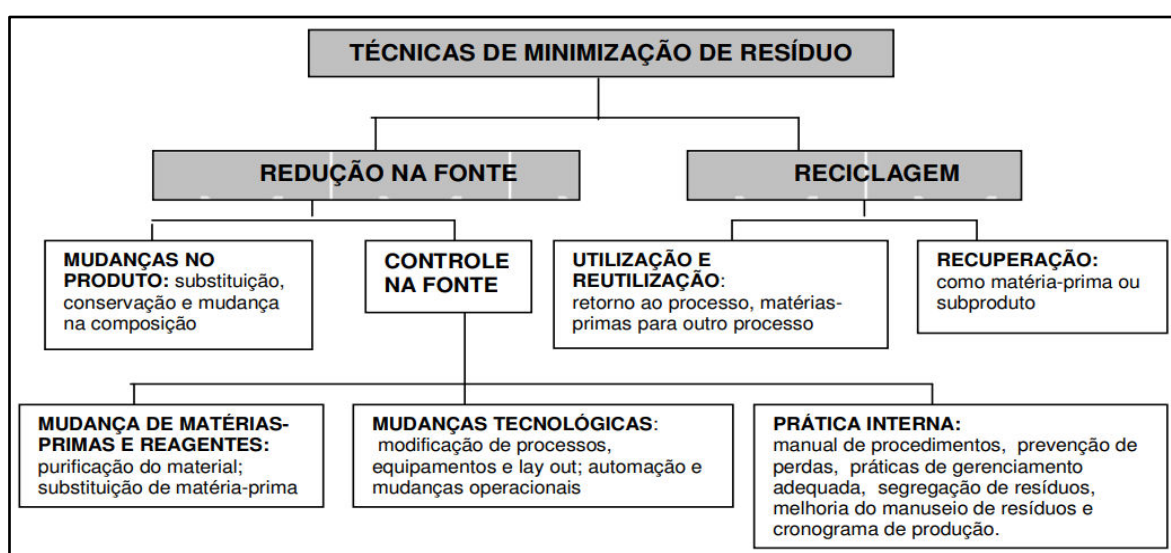
Grande parte da geração de resíduos é proveniente da atividade industrial se tornando um dos maiores responsáveis pelas agressões ao meio ambiente. Se destinados de forma incorreta, podem poluir corpos hídricos, solo, ar, causar enchentes e inúmeros desastres ambientais (BORGES; NETO, 2009).

O gerenciamento desses resíduos, o transporte, tratamento e destinação final é exigido por legislação e normas específicas, como na Lei 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente); Lei 6.803/1980 (diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição); resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 257/263/258 e CONAMA 313); Agenda 21 (Rio-92 – Capítulos 19, 20 e 21); e Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS).

A Lei 12.305/2010 - PNRS regulamenta a destinação final dos lixos produzidos proibindo seu descarte no meio ambiente, em lixões ou aterros sanitários e queimadas a céu aberto e incentivando à reciclagem e a compostagem. Por isso o

reaproveitamento dos resíduos sólidos é uma das alternativas mais eficazes para as indústrias atualmente, tendo como consequência a diminuição e até mesmo a eliminação dos impactos ambientais que o descarte inadequado pode causar. A figura 1 exemplifica um programa de minimização de resíduos que utiliza basicamente duas estratégias: redução na fonte e reciclagem. (Rocca et al , 1993).

FIGURA 1: Programa de minimização de resíduos



FONTE: Rocca et al, 1993

3.2.2 Acondicionamento

Acondicionamento de resíduos sólidos é um processo em que os resíduos são depositados em recipientes apropriados de acordo com suas características e possibilidades de reaproveitamento, tratamento ou reciclagem. Os resíduos são recolhidos e transportados após a etapa de acondicionamento, com equipamentos adequados ou manualmente pelas áreas internas da empresa até a área de armazenamento temporário de resíduos (COPEL, 2019).

O armazenamento dos resíduos acontece em áreas de uso específico, devidamente identificada e estruturada para tal fim, contendo cobertura, piso impermeável e demais estruturas para um tratamento e disposição final adequada. O armazenamento de resíduos Classe I deve seguir as orientações da NBR 12.235:1992

e o armazenamento de resíduos Classe II deve seguir as orientações da NBR 11.174:1990. A agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT estabelece legislação para o transporte de resíduos perigosos que devem atender às normas.

3.2.3 Coleta e Transporte

Um dos métodos mais eficientes de triagem e reaproveitamento dos resíduos industriais, domiciliares e comerciais é a coleta seletiva. A logística desse processo leva em consideração desde a sua origem até a sua reutilização, assim como para depósito final em aterros, incineradores, valas sépticas entre outros. A coleta é uma forma de incentivar a redução, separação e reutilização do material descartado, buscando assim, uma alteração no comportamento em relação aos desperdícios e consumismo da sociedade (RIBEIRO; LIMA, 2000).

Para Cunha e Caixeta Filho (2002) o processo da coleta pode ser classificado como, resíduos contaminados e não contaminados. Os resíduos contaminados são encaminhados para o tratamento ou recuperação. O transporte desses resíduos deve estar de acordo com as características de cada um, como a forma, peso, quantidade, valor dos equipamentos, características do percurso, rotas entre outras normas previstas na regulamentação CONAMA nº 235/1998. Essa resolução estabelece as normas para o gerenciamento de importação dos resíduos no país, principalmente aquelas de resíduos perigosos.

A seguir estão algumas normas que ABNT estabelece além das resoluções para a coleta e transporte dos resíduos de forma segura.

- ABNT, NBR nº 12.810/2016 que dispõe sobre a coleta de resíduos de serviços de saúde, objetivando, principalmente, as condições de higiene e segurança.
- ABNT, NBR nº 7.500/2001 que trata dos símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais.

- ABNT, NBR 13.221/2003, que estabelece os procedimentos para transporte terrestre de resíduos.
- ABNT, NBR 13.463/1995, que estabelece a classificação da coleta dos resíduos sólidos, a coleta regular, seletiva e especial.

3.2.4 Estação de Transferência ou Transbordo

São áreas com instalações preparadas para recepção temporárias dos resíduos, onde os veículos de coleta liberam seus resíduos compactados, e depois de transferidos para veículos com maior capacidade de transporte a longos percursos até a disposição final, geralmente aterros (US EPA, 2001). Essas estações têm como objetivo reduzir o tempo gasto no transporte, e dessa forma diminuindo custos de deslocamentos dos caminhões coletores até o local da disposição final do resíduo.

As modalidades dos sistemas de transferência de transporte de acordo com Monteiro (2001) são:

- Ferroviário: é o mais adequado para longas distâncias ou para cidades que não apresentem boas condições de tráfego rodoviário.
- Rodoviário: o mais empregado é recomendável para distâncias médias de transporte e para locais que não tenham o sistema de tráfego saturado. São estruturadas em dois modelos: Estação com transbordo direto e Estação com armazenamento e compactação.

3.2.5 Tratamento dos resíduos

Diversos são os fatores que tornam necessário o tratamento de resíduos: a carência de áreas para destinação final dos resíduos, a promoção da preservação de recurso valorizando seus componentes, disputa por uso e ocupação das áreas remanescentes com a população periférica e inertização de resíduos sépticos. A finalidade dos procedimentos de tratamento é a diminuição da toxicidade do volume ou destruição dos resíduos através da alteração de suas características, composição e propriedades (GEBBER, 1999).

De acordo com Gebber (1999), existem diversas possibilidades de tratamento de um resíduo, sendo necessário analisar a aplicabilidade para cada resíduo. Dentre as alternativas estão a conversão dos constituintes agressivos em formas menos nocivas ou sem solubilidade, a alteração da estrutura química para que o ambiente assimile mais facilmente, através da destruição de produtos indesejáveis retirando dos resíduos os componentes perigosos, reduzindo seu volume.

3.3 Ciclo de vida do produto

O Ciclo de Vida Completo (ACV) é uma das ferramentas que auxilia na compreensão do processo produtivo das empresas de forma mais abrangente em toda a cadeia, desde sua manufatura, ao uso até a sua reciclagem. Esse processo (Figura 2) quantifica a energia e os resíduos gerados na criação, produção, distribuição e utilização e, por conseguinte os impactos ambientais de sua reciclagem ou gestão, até o fim da vida. A aplicação dessa metodologia auxilia na gestão e minimização de resíduos (NAGEL, 2002).

Figura 2 – Ciclo de Vida de Produtos

Fonte: Autoria Própria (2019).

3.4 A cerveja no Brasil

As colônias europeias foram responsáveis pela chegada da cerveja no Brasil, começando a ser vendidas por diversos comerciantes instalados no país. Já sua produção não possui data precisa de início, mas há registros de um anúncio de venda de cerveja brasileira no Jornal do Comércio do Rio de Janeiro, do dia 27 de outubro de 1836 (SILVA et al., 2016).

Nos últimos anos o Brasil tem ocupado a 3ª posição na lista de maiores consumidores mundiais de cerveja, ficando atrás, apenas, dos Estados Unidos da América (EUA) e China. A produção de cervejas no Brasil é a segunda mais expressiva no setor de bebidas, ficando atrás apenas da produção de refrigerantes.

O ramo cervejeiro representa expressiva relevância e participação em diversos âmbitos, sendo responsável por gerar dezenas de milhares empregos no país (CERVIERI, 2014).

3.5 Matéria prima para produção da cerveja

3.5.1 Água

A água exerce grande influência na qualidade da cerveja, utiliza-se de 4 a 5 litros de água para produzir 1 litro de cerveja, é o ingrediente principal da fabricação, corresponde à 90% da composição, deve ser inócua, clorada, livre de contaminações (KEUKELERIE, 2000).

Ainda segundo Keukelerie (2000), dois tipos de água são utilizadas na fabricação da cerveja: água cervejeira, que é usada no preparo do malte para a moagem, e na lavagem de garrafas, latas e barris; água de serviço, utilizada em processos que não entram em contato com o produto. Alguns parâmetros referentes a água, devem ser seguidos para que ela esteja de acordo com a fabricação da cerveja, deve ser livre de turbidez, pH controlado (5 a 9,5), e livre de microrganismos.

3.5.2 Malte

O malte é uma matéria prima originária do processo artificial de malteação da cevada, é rico em amido, enzimas, possui uma casca que confere proteção ao grão durante a malteação e dá o aroma e sabor característicos do produto (SILVA & FARIA, 2008).

Qualquer cereal pode ser maltado, como centeio, trigo, aveia, milho, entre outros. A escolha, leva em consideração, o poder diastásico e o valor econômico de cada cereal.

3.5.3 Lúpulo

Lúpulo é o nome dado aos frutos secos da planta fêmea de uma espécie chamada *Humulus lupulus*. Um dos ingredientes mais importantes fornece o amargor ao líquido, estabilidade no sabor e a retenção de espuma é a flor seca da planta do lúpulo, natural de muitas zonas temperadas da Europa, dos Estados Unidos e da China (DRAGONE et al., 2007; SILVA & FARIA, 2008).

Os componentes químicos do lúpulo são: água (8 – 14%), proteínas (12 – 24%), resinas totais (12 – 21%), ácidos - alfa 4 – 10%, ácidos beta (3 – 6%), taninos (2 – 6%), celulose (10 – 17%), cinzas (7 – 10%), óleos essenciais (0,5 – 2,0%) (REINOLD, 1997).

3.5.4 Leveduras

Segundo Reinold (1997), os grupos mais frequentes de leveduras para cultivo de cervejarias são: a levedura de baixa fermentação - *Sccharomyces uvarum* (5 - 15 °C) e a levedura de alta fermentação - *Saccharomyces cerevisiae* (12 - 21°C).

A levedura ajuda no processo de fermentação dos carboidratos, produzindo etanol e CO₂, como produtos principais, e ésteres (acetato de etila, acetato de isoamila, acetato de n-propila), ácidos (acético, propiônico) e álcoois superiores (1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil- -1-butanol e 3-metil-1-butanol), como produtos secundários (ARAÚJO et al., 2003).

3.5.5 Aditivos

Enzimas e antioxidantes são utilizados como aditivos para evitar auto-oxidação, também agem de forma competitiva com os radicais livres dos lipídeos, são adicionados à cerveja crua, apenas quando esta é destinada ao engarrafamento.

3.6 Processo de fabricação da cerveja

Segundo a Ambev (2011), as principais etapas do processo de fabricação das cervejas são a brassagem, fermentação e maturação, filtração e envasamento.

3.6.1 Brassagem

A brassagem é a primeira etapa do processo de fabricação, onde as matérias-primas (malte e adjuntos) são misturadas à água e dissolvidas, para a obtenção do mosto, mistura líquida açucarada, que é um ingrediente essencial para a produção da cerveja.

Segundo Silva (2008), alguns processos devem ser seguidos na preparação do mosto:

- Moagem do malte e dos ingredientes adjuntos em moinhos de rolos ou martelo, onde há ruptura da casca e liberação do material amiláceo (amido);
- Mistura com água;
- Aquecimento para facilitar a dissolução (mosturação);
- Transformação do amido em monossacarídeos (glicose) pelas enzimas do malte. A temperatura máxima é 72 °C para evitar a desnaturação dessas enzimas;
- Filtração para separar as cascas do malte e dos adjuntos (tina de clarificação ou filtro prensa) e lavagem da torta (que é o açúcar fermentável). Depois de filtrada, a mostura passa a denominar-se mosto;
- Adição do lúpulo;
- Fervura do mosto para dissolução do lúpulo – solubilização de óleos essenciais (do lúpulo e isomerização dos alfa-hidroxiácidos em isoalfa-hidroxiácidos (a extensão dessa isomerização é responsável pela regulação do amargor da cerveja) – e esterilização;
- Resfriamento, feito em trocadores de calor (9 a 15 °C), seguido de aeração (introdução forçada de O₂ atmosférico) – condições ideais para a levedura realizar a fermentação.

3.6.2 Fermentação

Na etapa de fermentação o mosto é acondicionado em grandes tanques e recebe a levedura após o resfriamento. Os carboidratos fermentáveis são consumidos

pelas leveduras e produzem etanol e CO₂ , como produtos principais, e ésteres (acetato de etila, acetato de isoamila, acetato de n-propila), ácidos (acético, propiônico) e álcoois superiores (1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol), como produtos secundários. (ARAÚJO et al., 2003).

3.6.3 Maturação

Após a fermentação ocorre o processo de maturação, onde a cerveja é resfriada a 0 °C, e as leveduras consomem o carboidrato residual. A cerveja é enviada para tanques maturadores e mantida por períodos variáveis a temperaturas abaixo de 0 °C. A sedimentação de partículas em suspensão acontece, desencadeando reações de esterificação entre os ácidos e os álcoois produzidos na fermentação, produzindo ésteres essenciais para o sabor da cerveja. (SILVA & FARIA, 2008)

3.6.4 Filtração

Na etapa de filtração é onde são removidas as partículas em suspensão, leveduras, e substâncias de cor indesejável para o líquido. A filtração não altera a composição e o sabor da cerveja. (AMBEV, 2011)

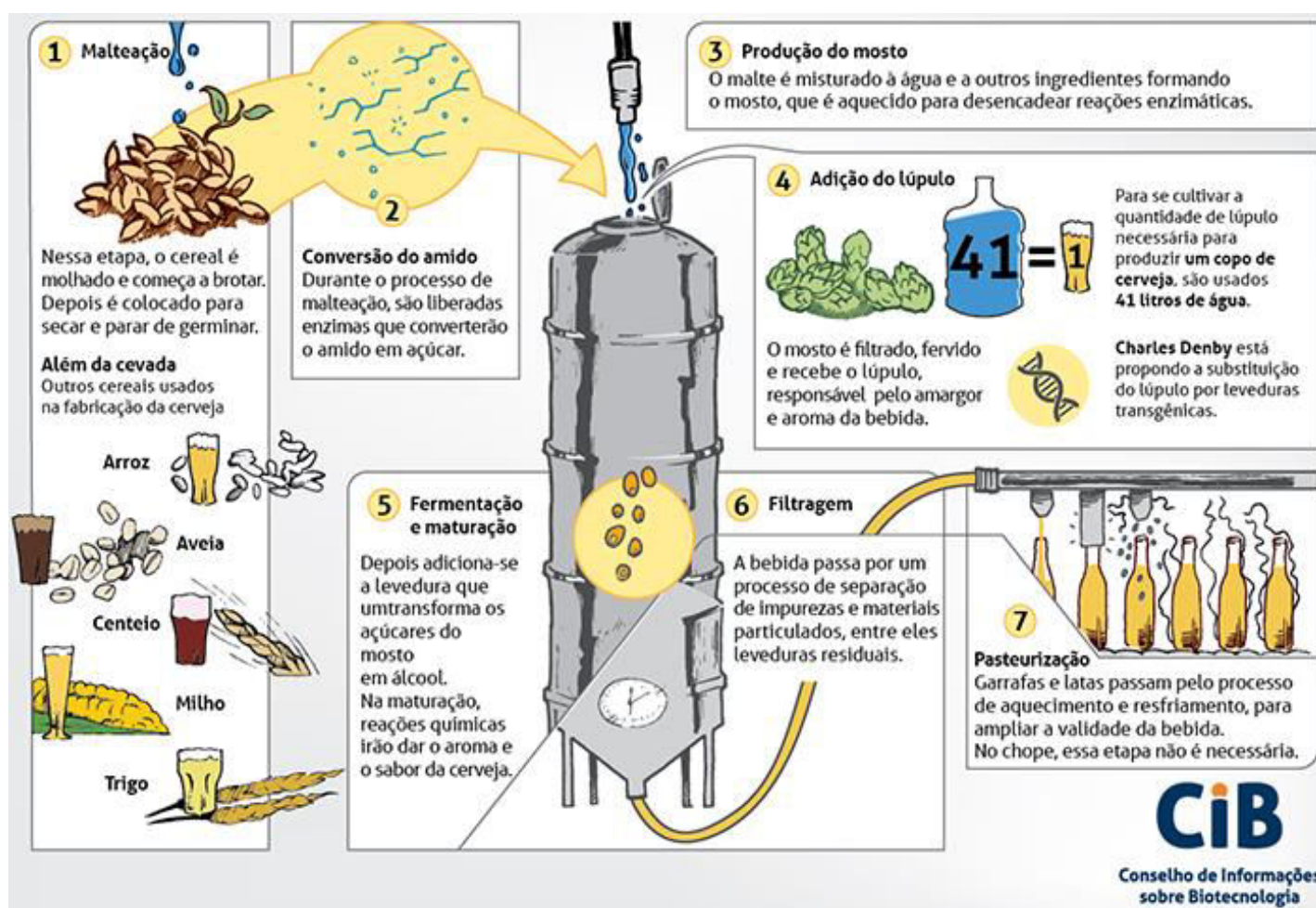
3.6.5 Acabamento e envasamento

Por último acontece a etapa de acabamento e envasamento, onde, visando a aumentar o tempo de validade, a cerveja recebe estabilizantes e antioxidantes, que ajudam na prevenção da oxidação de ésteres, álcoois e outras substâncias responsáveis pelo sabor (FERREIRA et al., 2011).

Os antioxidantes mais comuns são o ácido ascórbico (vitamina C), o ascorbato de sódio e o isoascorbato de sódio. A cerveja já finalizada, é estocada e transferida para o envasamento, no qual contém algumas etapas, como, enchedora, pasteurização, rotuladora e paletização.

Na etapa de pasteurização, os microrganismos são eliminados. As garrafas que recebem o líquido (cerveja), passam por tanques que contêm solução alcalina (NaOH), com temperaturas que variam entre 40 e 70 graus. Depois de serem lavadas, as garrafas são fiscalizadas e vão para a enchedora, após são vedadas e recebem tampas metálicas e rótulos (DRAGONE et al., 2007). O processo de fabricação da cerveja pode ser ilustrados como na figura 3 a seguir.

FIGURA 3: Ilustração do processo de fabricação da cerveja



FONTE: CIB, 2016

3.7 Resíduos do processo de fabricação de cervejaria

Apesar dos avanços tecnológicos, a geração de resíduos do processo de fabricação de cervejas, é dificilmente reduzida. Estes resíduos são responsáveis pela perda de aproximadamente 20L de cada 100 L de água cervejeira utilizada no processo, principalmente pelo elevado teor de umidade na sua composição, entre 80 e 90%, promovendo grande arraste de mosto e perda de extrato, a depender da fase em que o resíduo é retirado, o que acarreta a geração de significativas quantidades de efluentes (PRIEST & STEWART, 2006).

Os resíduos líquidos (mosto) e sólidos (bagaço do malte), são gerados na primeira etapa do processo de fabricação de cerveja, a brassagem. O bagaço do malte é resíduo sólido de maior quantidade gerado no processo cervejeiro (cerca de 85% do total). Em geral, para cada 100 kg de grãos processados, são gerados 125 a 130 kg de bagaço úmido, o que corresponde a cerca de 14 e 20 kg de bagaço para cada hectolitro de cerveja produzida (FILLAUDEAU et al., 2006).

A Tabela 1 lista os principais resíduos de uma cervejaria e a sua respectiva classe segundo a NBR 10.004 da ABNT.

TABELA 1: Principais resíduos de cervejaria

Item	Resíduos	Classe ²
1	Efluente industrial - líquido	I
2	Levedura	II
3	Lodo da ETDI	I ¹
4	Materiais recicláveis	III
5	Resíduo de trub	III
6	Borra de rótulos	II
7	Terra diatomácea	II
8	Resíduos da Videojet	I
9	Gás metano	—
10	Bagaço das peneiras	II
11	Resíduo de óleo BPF	I
12	Bagaço de cevada	II

Fonte: Brasil Alimentos (2002)

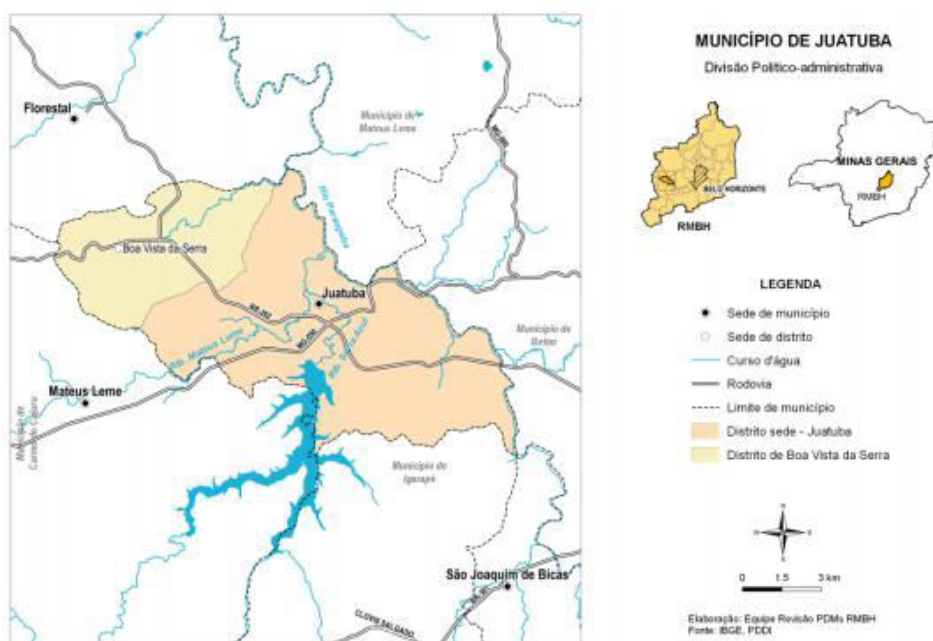
4. METODOLOGIA

O tema desenvolvido pelas autoras neste trabalho de conclusão de curso, abordou duas situações distintas no âmbito do levantamento da geração de resíduo. Isto permitiu desenvolver uma análise individual das peculiaridades do problema na fábrica da cervejaria escolhida.

4.1 Caracterização da área da empresa de estudo

A fábrica da cervejaria estudada está localizada na cidade Juatuba, na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais (Figura 4). De acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, a cidade possui área da unidade territorial de 97,172 km², população de 2.202 habitantes e densidade demográfica de 227,95 hab/km².

FIGURA 4 - Localização distritos, povoados e localidades, Juatuba.



Fonte: IBGE (2010).

4.2 Análise do gerenciamento de resíduos

Para a elaboração desse estudo foi realizada pesquisas descritivas a partir da análise de dados qualitativos internos, que foram coletados durante as visitas à planta da cervejaria.

As práticas ambientais de gestão de resíduos industriais adotadas pela empresa foram analisadas, verificando se as mesmas contribuem para diminuição dos impactos ao meio ambiente causadas pelas atividades do empreendimento. Foi feita a avaliação das técnicas de gestão em relação ao reuso, reciclagem, diminuição e disposição final dos resíduos do processo produtivos, bem como a eficiência da gestão, vantagens e desvantagens.

A fundamentação teórica se deu por meio de livros, artigos e publicações, relatórios, normas e legislações referentes ao tema proposto, com finalidade de obter uma maior compreensão e visibilidade dos processos de fabricação, produção e gestão dos resíduos gerados pelo empreendimento. As informações internas foram fornecidas e orientadas por um especialista em gestão de resíduos da empresa, que também participou de uma entrevista informal, respondendo algumas perguntas consideradas relevantes em relação as práticas de gestão de resíduos sólidos da cervejaria, a fim de se obter um melhor aprofundamento na pesquisa e nos resultados.

Para proteger as informações internas o nome da cervejaria não pode ser revelado e foi atribuído à empresa terceirizada responsável pela gestão de maior parte dos resíduos sólidos da empresa, um nome fictício: “MS Reciclagem”.

4.3 Identificação das principais fontes geradoras

A metodologia para obtenção de dados e informações complementares foi através de pesquisas de documentos e dados secundários de estudos já existentes sobre a cervejaria. Informações sobre os equipamentos e os procedimentos operacionais que são utilizados para armazenamento, coleta, transporte, tratamento

e disposição final de resíduos sólidos, foram obtidas por meio de visitas ao local guiadas por responsáveis técnicos e especialistas da empresa.

4.4 Caracterização qualitativa

Foi realizada a caracterização qualitativa dos resíduos para se conhecer melhor a especificidade de cada um. As informações foram obtidas por meio de dados secundários fornecidos pela cervejaria e visitas ao local.

As visitas à planta da cervejaria foram acompanhadas por um responsável técnico para apresentação sistema de gestão de resíduos provenientes de todo o processo produtivo passando, primeiramente, pelo setor da produção, envase e packaging (embalagem) para conhecimento de todas as fases da cadeia produtiva para levantamento da origem dos resíduos em cada etapa. Após identificar todas as etapas do processo e a respectiva origem da geração de resíduos sólidos, o próximo passo é conhecer a estação de separação, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos e assim, a sua disposição final.

5. RESULTADOS

5.1 Infraestrutura Existente

O levantamento da infraestrutura presente na Cervejaria de Juatuba/MG se deu por observações em visitas feitas ao local e por meio da literatura e trabalhos existentes. A fábrica tem aproxima 40 anos e conta com cerca de 500 funcionários próprios e 200 terceiros.

A cervejaria é considerada de grande porte, com uma área que abrange, galpão de processo produtivo da cerveja, setor de envase e pasteurização, prédio administrativo, refeitório, ETA e ETEI, 2 armazéns (um para estocagem de insumos para produção e outro para armazenar os produtos prontos para distribuição), secadora de fermento, setor de tratamento, separação e destinação de resíduos e galpão de subprodutos. São 5 diferentes linhas de produção de cerveja, diferenciadas

pelo tipo de embalagem sendo: 2 linhas de lata de alumínio (269ml, 350ml e 473ml), 2 linhas de garrafas de vidro retornável (600ml) e 2 linhas de barris de chopp (30 e 50 litros).

A captação de água da cervejaria é feita de três maneiras, superficial proveniente do Ribeirão Serra Azul, sete poços artesianos com outorga de vazões diferentes, e quando necessário a empresa solicita a COPASA que fornece a água de um ponto mais nobre da represa da cidade de Juatuba.

Os resíduos gerados no processo produtivos são alocados em um galpão de subprodutos e resíduos sólidos comandado pela empresa terceira, MS Reciclagem, onde são acondicionados separados e preparados para sua destinação para diversas empresas parceiras.

5.2 Principais Fontes Geradoras dos Resíduos Sólidos

Para identificação das principais fontes geradoras de resíduos sólidos da cervejaria, percorreu-se toda a planta da fábrica e todas etapas do processo produtivo onde são gerados resíduos de quantidades e características diferentes. Por meio de visitas ao local foi possível realizar o levantamento dessas fontes e compreender melhor cada etapa do processo da cervejaria objeto de estudo, sendo elas:

1) Brassagem: A primeira etapa é o descarregamento de malte e aditivos (Depósitos com estrutura equivalente a um prédio de 7 andares). O malte é moído é fervido com parte de água em temperatura ambiente e parte água fervente para que ocorra o cozimento do mosto junto de malte e aditivos. A Brassagem é área quente do processo produtivo. Finalizado esse processo é formado uma espécie de caramelo concentrado de açúcares, passa por um trocador de calor para seu resfriamento e em seguida é direcionado para a Adeegas onde ocorre a fermentação.

2) Adeegas: Estrutura com tanques, ainda como mosto em baixa temperatura ocorre primeiramente a fermentação com a inoculação da levedura (média de

5 dias), após esse processo o mosto já se torna cerveja e em seguida passa pela centrifugação, maturação para apuração de sabores e produção dos ésteres para aroma e sabor (média de 2 dias).

3) Filtração: Neste processo a cerveja chega concentrada e é condicionada em tanques de pressão onde é filtrada e em seguida ocorre o blend para diluição nas concentrações adequadas, carbonatação e, por fim, os últimos ajustes de qualidade para o produto final.

4) Packaging Envase: O líquido da cerveja pronto é enviado por tubulações para a linha de produção correspondente (Lata, Chopp ou Garrafa) e após envasado é enviado para o setor de packaging para finalizar a embalagem e rotulagem.

6) Pasteurizador: Etapa final de transformação da cerveja. O líquido final gerado na filtração é o Chopp com validade de 10 a 15 dias (linhas de barris), após pasteurização a validade é de 6 meses, sendo esse líquido para latas e garrafas.

5.3 Resíduos Gerados na Cervejaria

A identificação dos resíduos foi estabelecida após o conhecimento das fontes geradoras, não foi possível determinar a quantidade de cada resíduo gerado por se tratarem de informações sigilosas da cervejaria. A tabela (2) apresenta os resíduos sólidos gerados pela cervejaria e sua destinação. Em todo o processo da cervejaria são gerados resíduos recicláveis tais como papel, papelão, plástico, metal, alumínio, vidro, madeira, lodo, cinzas, terra diatomácea, bagaço de malte, entre outros.

Tabela 2 - Resíduos sólidos produzidos na cervejaria e sua origem.

Resíduos Sólidos	Origem
Madeira	Proveniente de pallets danificados.
Papelão	Caixas de materiais e rolo de papelão do material plástico utilizado nas embalagens da cerveja.
Bombonas	Produtos químicos
Plástico	Embalagens e proteção plástica que envolve as caixas de cerveja.
Fermento	Proveniente das adegas do processo de fermentação e maturação.
Borra de rótulo	Rótulos de garrafas de vidro retornáveis.
Garrafeira/ Engradado	Garrafeiras com defeitos.
Garrafa de Vidro	Garrafas irregulares do processo de envase e retornáveis não conformes.
Classe 1	Resíduos ambulatoriais.
Não recicláveis	Banheiros, refeitórios e administrativo.
Orgânico	Refeitório, lodo, levedura úmida, pó e palha.
Latinha de alumínio	Latinhas irregulares do processo de envase e que ultrapassaram o limite de vencimento.
Bagaço do malte	Originado no processo de cozimento do mosto após a filtragem

Pó e palha	Resíduos gerados no processo da moagem do malte
------------	---

Fonte: Autoras (2019).

A gestão da maior parte dos resíduos sólidos é feita pela MS Reciclagem, que possui dentro da planta da cervejaria um galpão, onde são recebidos os resíduos do processo produtivo e processo de embalagem circular. A MS é responsável pelo acondicionamento dos resíduos que são separados, e vendidos para empresas parceiras que reutilizam estes materiais. Cada resíduo possui sua complexidade, por isso são tratados em diferentes estações dentro do galpão, sendo eles: latas, papelão, madeira, plástico, garrafeiras, bombonas, barris de Chopp não conformes e borra de rótulo.

As latas de alumínio recebidas no galpão são originadas no processo de produção, quando não atendem os parâmetros de qualidade por alguma inconformidade na embalagem (Por exemplo, deformações ou alterações no lacre da lata) e latas que retornam dos centros de distribuição (Por exemplo, latas furadas ou vencidas). Quando chegam ao galpão as latas são furadas para drenagem do líquido, destinado a ETEI e as latas são prensadas em cubos de volume médio de 1m³ e então, vendidas para uma empresa terceirizada de reciclagem de latas de alumínio.

O papelão é proveniente de embalagens das cervejas e outros objetos, como rolos de papelão que são envolvidos por material plástico. Esse papelão é empilhado e preparado para a venda. A madeira dos pallets quebrados e o plástico também são resíduos comuns na cervejaria, são armazenados e encaminhados para empresas especializadas.

As garrafeiras plásticas (comumente conhecidas como engradados) são os compartimentos em que são armazenadas as garrafas retornáveis de vidro para distribuição para os pontos de venda. As garrafeiras quebradas e inadequadas para armazenagem são enviadas para o galpão onde são trituradas em máquinas próprias e vendidas para uma empresa que utiliza o plástico como matéria prima para materiais

eletromecânicos, o valor médio de venda das garrafeiras é de R\$1.800,00 por tonelada.

As bombonas plásticas são lavadas e furadas para evitar qualquer tipo de reutilização e enviada para empresa especializada, que faz a descontaminação e reaproveitamento das bombonas. Já os barris de Chopp, que não são passíveis de reutilização por alguma não conformidade, são também, furados e enviados para empresa especializada na reciclagem desse material.

A borra de rótulo é originada no processo de lavagem das garrafas reutilizáveis. Chegando ao galpão, são prensadas para retirar sua umidade e são vendidas para uma empresa que trabalha produção de rolos de papel higiênico.

Além dos resíduos geridos no galpão pela MS Reciclagem, destaca-se também o vidro e o fermento seco, por serem vendidos por valores consideráveis e apresentarem expressiva rentabilidade de venda para a cervejaria, esse fato foi destacado pela responsável técnica durante as visitas a planta da fábrica. O vidro direcionado para reciclagem é originado nas quebras que ocorrem no processo de envase, da quebra no processo de lavagem das garrafas que retornam dos pontos de venda para reutilização, e das garrafas que retornam dos centros de distribuição por vencimento ou inconformidades no lote. Nesse último caso, todas as garrafas são esvaziadas (líquido enviado para ETEI), lavadas e quebradas.

O acondicionamento do vidro é feito em duas caçambas suspensas sendo uma para vidro limpo (vendido por um valor mais alto) e outra para vidro sujo (vendida por valor mais baixo). Os vidros são vendidos e retirados por caminhões da empresa terceira localizada no RJ, responsável pela reciclagem.

Já o fermento seco é separado da cerveja por decantação (cerveja sobe e fermento desce), o fermento retirado da cerveja vai para o secador e passa por moinho com martelos e peneiras para ficarem com a menor granulometria possível. Três eletroímãs para retirar qualquer limalha que possa ir junto do fermento. O fermento é então secado, ensacado e vendido para empresas de ração animal. O fermento seco produzido na cervejaria possui grande valor de mercado por possuir alta qualidade.

Sua qualidade é associada a porcentagem de proteína contida no fermento, que é de 76%.

5.4 Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos

O gerenciamento dos resíduos sólidos da cervejaria é realizado pela MS Reciclagem, responsável pelo atendimento das principais indústrias do estado de Minas Gerais e atua também nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A MS é especializada em gerenciamento de resíduos industriais, envolve todo processo produtivo da cervejaria, desde a coleta dos resíduos na linha de produção até a devida destinação da matéria prima no mercado de forma sustentável.

Todos os resíduos sólidos da cervejaria são vendidos ou reutilizados. No ano de 2019 a empresa alcançou a meta de reciclagem de 99,64%. A meta a ser alcançada é de 99,9% de reciclagem de resíduos. Os parceiros para os quais são enviados os subprodutos são previamente avaliados (no que tange aos aspectos ambientais nos locais de destinação), homologados e licenciados pelos órgãos ambientais competentes.

Além de todas essas exigências, a cervejaria realiza auditorias semestrais para garantir a conformidade da MS Reciclagem. A tabela a seguir apresenta os resíduos da cervejaria e sua destinação final.

Tabela 3 - Resíduos sólidos e sua destinação

Resíduos Sólidos	Destinação
Madeira	Vendida para empresa de materiais de construção e decoração.
Papelão	Vendido para empresas de fabricação de caixas de papelão
Bombonas	Vendido para empresa de materiais plásticos que realizam a desinfecção e

	reutilização.
Plástico	Vendido para empresas que o utilizam como matéria prima para confecção de novos produtos.
Fermento	Vendido para indústrias de ração animal
Borra de rótulo	Vendido para indústria de papel higiênico que o utilizam como matéria prima
Garrafeira/Engradado	Vendidos para empresa de plástico e utilizado como matéria prima para materiais eletro mecânicos
Garrafa de Vidro	As garrafas são transferidas para uma unidade da cervejaria no Rio de Janeiro, em que passam por um processo de restauração e retornam para serem utilizadas novamente no processo de envase.
Classe 1	Destinados para incineração
Não recicláveis	Aterro Sanitário
Orgânico	São vendidos para empresas de compostagem.
Latinha de alumínio	Vendidas para uma empresa de reciclagem
Bagaço do malte	Vendido para indústria de ração animal.

Fonte: Próprio Autor (2019).

5.5 Avaliação da gestão de resíduos feita pela empresa terceira MS Reciclagem.

A MS Reciclagem foi fundada há 60 anos, conta com mais de 360 colaboradores em seu corpo de funcionários, atende a 58 indústrias de grande/médio porte e possui 10 unidades localizadas nos municípios de Varginha (Sede), Belo Horizonte, Contagem, Sete Lagoas, Pouso Alegre, Lavras, Extrema e Guaxupé. A empresa é especializada no processo de gestão, segregação, transformação, destinação final e formação de novos recursos de matéria e fontes de energia. Possuem todas as licenças ambientais exigidas e certificação ISO 14.001 – Gestão Ambiental, a empresa em questão foi a primeira empresa mineira do setor a certificar.

A empresa parceira efetivada pela cervejaria atua nas áreas de gerenciamento de resíduos industriais, locação de equipamentos transporte de resíduos, reciclagem de madeira/biomassa, descontaminação cavaco de alumínio, reciclagem de lâmpadas fluorescentes, prensagem de sucata ferrosa, reciclagem de plástico, beneficiamento de fios de cobre e alumínio e comercialização de resíduos recicláveis. Especializada em gerenciamento de resíduos industriais e transformar os mesmos em matéria prima, a MS Reciclagem evolui constantemente seu processo de gestão, segregação, transformação, destinação final e formação de novos recursos de matéria e fontes de energia.

As preocupações com o meio ambiente e geração de resíduos aumentaram nos últimos anos, assim empresas buscam gradativamente se adequarem a nova realidade. Gerir os resíduos é responsabilidade de cada empresa, como seu transporte, tratamento e destinação. Por isso as empresas de reciclagem e gerenciamento de resíduos estão cada vez mais comuns, e sendo contratadas por indústrias com intuito de facilitar a gestão de seus resíduos. As vantagens dessa união segundo funcionários entrevistados da cervejaria estudada foram:

Foco no negócio principal: haveria uma certa complexidade em criar um novo setor para gerir todos os resíduos da cervejaria, já que é uma empresa de grande porte e geradora de inúmeros resíduos com características diferentes. Dessa forma concluiu

que, a empresa contratada para gerir os resíduos, MS reciclagem, é referência em resíduos industriais e tem estrutura adequada, além de permitir que a cervejaria foque em seu negócio principal.

Redução de custos e ampliação de receita: praticamente todos os resíduos sólidos da cervejaria são vendidos e reaproveitados, a MS reciclagem é especializada na reciclagem de resíduos da cervejaria bem como seu transporte e destinação final para outras empresas que pagam pelos resíduos e os utilizam como matéria prima. A MS também está de acordo com avanço das regularizações e exigência de licenças, estando em conformidade com as legislações ambientais.

Planejamento estratégico: a geração de resíduos da cervejaria não é constante e conta com várias épocas de pico, devido a sazonalidade de produção da cerveja, assim, com a efetivação da MS reciclagem, foi possível firmar parceria com várias indústrias que garantem a compra dos resíduos ao longo de todo ano, suprimindo as necessidades de destinação nesses picos. Agrega também, a melhoria da imagem institucional perante o mercado interno e externo, boa relação com os órgãos governamentais e melhora aos novos padrões ambientais.

5.6 Avaliação e propostas de melhoria para o gerenciamento e manejo dos resíduos realizados na Cervejaria.

Apesar de bons resultados obtidos pela cervejaria em relação a reutilização de resíduos sólidos, a empresa ainda possui quantidade razoável de resíduos que são destinados a aterros sanitários. Maior parte desses resíduos são provenientes da segregação inadequada realizada pelos funcionários da empresa, mesmo contendo lixeiras separadas para cada tipo de resíduos.

Diante das informações obtidas, vale considerar como alternativa melhorar os programas de coleta seletiva e educação ambiental dentro da empresa. Dessa forma a conscientização e envolvimento dos funcionários vão gerar aspectos positivos na redução de resíduos de aterro, no aumento de resíduos recicláveis, maior comprometimento dos funcionários com as questões ambientais, melhorias nos

resultados e metas da empresa bem como a sua imagem perante ao mercado e aos funcionários, eficiência na coleta seletiva.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O gerenciamento de resíduos sólidos da cervejaria se mostrou eficiente diante da grande variedade de resíduos gerados. Esse resultado foi avaliado como positivo perante a sua união com uma empresa de reciclagem, que trata de toda a gestão de resíduos sólidos da cervejaria, a MS reciclagem.

A contratação de empresas terceiras para administração de resíduos de grandes indústrias é cada vez mais comum, trazendo uma série de benefícios para empresas associadas, a sociedade e meio ambiente. Para a cervejaria esses benefícios envolvem redução de custos, ampliação de receitas e avanço das regularizações e exigências de licenças.

Na cervejaria estudada constatou-se que a meta de reaproveitamento de resíduos sólidos atingida no ano de 2019 foi de 99,64%, sendo que a maioria desses resíduos são vendidos e utilizados como matéria prima por empresas parceiras.

A MS reciclagem faz todo o gerenciamento dos resíduos sólidos da cervejaria, desde a sua coleta até a sua disposição final, ela conta com uma boa estrutura dentro da área da cervejaria, que facilita todos os seus processos de coleta, transporte, tratamento, armazenamento e destinação final.

Embora, os resultados desse gerenciamento sejam positivos, algumas inconsistências foram identificadas, como a quantidade de resíduos que ainda são destinados ao aterro sanitário. Isso se deve a coleta seletiva feita de forma incorreta por funcionários da cervejaria, mesmo contendo lixeiras específicas para cada tipo de resíduo. Diante desse problema, foi proposto melhorias em relação a educação ambiental na cervejaria, com programas de ensino e conscientização dos funcionários.

7. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7.500/2001. Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12.810/2016. Coleta de resíduos de serviços de saúde. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13.221/2003. Transportes terrestres de resíduos. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13.463/1995. Coleta de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2005.
- AMBEV. Programa de formação técnica cervejeiros. Jacareí: AmBev, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 10.004/2004.** Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Biotecnologia: Alimentos e bebidas produzidos por fermentação.** São Paulo, Vol. 5, 1983.
- ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 23, p. 121-128, 2003.
- BORGES, M. S.; NETO, S. P. S. Meio ambiente x Indústria de cerveja: um estudo de caso sobre práticas ambientais responsáveis. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. **Anais.** Niterói: UFF, 2009.
- BRASIL, Cerv. **DADOS DO SETOR CERVEJEIRO NACIONAL:** Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/civil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: maio-2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 235, de 7 de janeiro de 1998. Altera o anexo 10 da Resolução CONAMA nº23, de 12 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 jan. 1998.

BRASIL. **PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/E99F974D/Doc_PNRS_consultaspublicas1.pdf>. Acesso em: Agosto 2019

CERVIERI, O. J. **O setor de bebidas no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 40, p. [93-129], set. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 313/2002: RESOLUÇÃO CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. 1 ed. Brasília: Brasil, 2002

COPEL. **MANUAL PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. 20-?. Disponível em: <[https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_gerenciamento_residuos_solidos/\\$FILE/Manual%20para%20Gerenciamento%20de%20Resíduos%20v1.88.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_gerenciamento_residuos_solidos/$FILE/Manual%20para%20Gerenciamento%20de%20Resíduos%20v1.88.pdf)>. Acesso em: setembro de 2019

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. Gestão & Produção, v. 9, n. 2, p. 143-161, 2002.

DRAGONE, G.; MUSSATI, S. I.; SILVA, J. B. A. Utilização de mostos concentrados na produção de cervejas pelo processo contínuo: novas tendências para o aumento da produtividade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 27, p. 37-40, 2007.

FERREIRA, R. H.; VASCONCELOS, M. C. R. L.; JUDICE, V. M. M.; NEVES, J. T. R. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em Ciência da Informação**, n. 16, p. 171-191, 2011.

FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. Water, wastewater and waste management in brewing industries. **J. C. Prod.**, v. 14, p. 463-471, 2006.

GERBER, WAGNER. **Impacto ambiental: resíduos sólidos e reciclagem**. Pelotas: UCPEL, 1999. 40p

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo brasileiro**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: maio-2019.

KEUKELERIE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, n. 23, p. 108-112, 2000.

MEGA, J. F.; NEVES E.; ANDRADE C. J.; A produção de cerveja no Brasil. **Revista Citino**, 2011.

MELLO, Elaine Tranni de; PAWLOWSKY, Urivald. Minimização de resíduos em uma indústria de bebidas. **Brasil Alimentos**, Paraná, v. 1, n. 17, p.24-29, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.2012**.Disponívelem:<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/E99F974D/Doc_PNRS_consultaspublicas1.pdf

MISSIAGIA, Rita Rutigliano. **Gestão de Resíduos Sólidos Industriais: Caso Springer Carrier**. 2002. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MONTEIRO, A. **Curso Operador Cervejeiro**. Companhia Brasileira de Bebidas. Goiânia, 2001.

Monteiro, J.H. P. (2001). Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 200p. Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S. (1993). Integrated Solid Waste Management. McGraw-Hill, New York.

NAGEL, M.H. (2002). **Managing the environmental performance of production facilities in the electronics industry: more than application of the concept of cleaner production**. Journal of Cleaner Production xx(2002)xxx-xxx.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. 2 ed., 829p., 2006

REINOLD, R. M. **Manual Prático de Cervejaria**. 1.ed. São Paulo: Aden, 213p, 1997.

RAUPP, F.; LIMBERGER, S. J.; SELIG, P. M. **A convergência na implantação conjunta das técnicas de produção mais limpa e o mecanismo de desenvolvimento limpo**. Florianópolis, 2008.

RIBEIRO, Túlio Franco; LIMA, Samuel do Carmo. Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar: Estudo de Casos. Caminhos de Geografia 1(2)50-69, dez/2000.

ROCCA, A. C. (1993). Resíduos sólidos industriais. São Paulo: CETESB, 1993. 233 p.

SILVA, P. H. A. & FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 28, p. 902-906. 2008.

SILVA, H. A. Cerveja e sociedade. **Contextos da Alimentação: Comportamento, Cultura e Sociedade**, São Paulo, v. 4, n. 2, p.85-91, 2016.

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

US EPA. (2001). Waste Transfer Stations: A Manual for Decision Making. EPA530-K-01-005. Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington.