

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

BIANCA SARA GARCIA ONAGA

Redução dos Impactos Ambientais através da Implementação do Projeto
“Zero Resíduos para o Aterro Sanitário”
Estudo de caso em uma indústria de beneficiamento de borracha

Lorena - SP
2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Onaga, Bianca Sara Garcia

Redução dos impactos ambientais através da
implementação do projeto "Zero Resíduos para o Aterro
Sanitário": estudo de caso em uma indústria de
beneficiamento de borracha / Bianca Sara Garcia
Onaga; orientadora Érica Leonor Romão. - Lorena, 2020.
49 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
Ambiental - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2020

1. Resíduos sólidos. 2. Zero resíduos para aterro
sanitário. 3. Estudo de caso. I. Título. II. Romão,
Érica Leonor, orient.

BIANCA SARA GARCIA ONAGA

Redução dos Impactos Ambientais através da Implementação do Projeto

“Zero Resíduos para o Aterro Sanitário”

Estudo de caso em uma indústria de beneficiamento de borracha

Trabalho de Conclusão de Curso que será apresentado como requisito parcial para obtenção de Título de Engenheira Ambiental da Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo.

Orientadora: Prof. Dra. Érica Leonor Romão

Lorena - SP

2020

RESUMO

ONAGA, B. S. G; Redução dos Impactos Ambientais através da Implementação do Projeto “Zero Resíduos para o Aterro Sanitário”: Estudo de caso em uma indústria de beneficiamento de borracha. 2020. 50p. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo. Lorena, 2020.

Hoje em dia, o gerenciamento de resíduos sólidos tornou-se um grande desafio para as indústrias, que buscam reduzir cada vez mais a sua geração a fim de diminuir os impactos ambientais causados por essa atividade. A presente monografia elucida os processos realizados pela indústria estudada, para alcançar a certificação, corporativa de “Zero Resíduos Para Aterro Sanitário” bem como identifica os impactos ambientais mitigados após a certificação. Nesse contexto, a metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica, juntamente com um estudo de caso composto pela análise dos dados e informações de todo o processo de certificação. A partir da análise dos dados iniciais e pós certificação é possível comparar quais são os ganhos ambientais resultantes dessa mudança no gerenciamento dos resíduos sólidos e que levaram a empresa alcançar a meta estabelecida de destinação de resíduos ao aterro sanitário para uma quantidade inferior a 2%, garantindo a certificação e trazendo benefícios ao meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Zero resíduos para aterro sanitário, Estudo de caso

LISTA DE-FIGURAS

Figura 1 - Geração de resíduos entre os anos de 2014 e 2019 (toneladas)	22
Figura 2 - Média da geração mensal de resíduos no Período I (toneladas)	23
Figura 3 - Resíduos Destinados para Aterro Sanitário (Período I)	24
Figura 4 - Classificação de Descarte de Resíduos.....	25
Figura 5 - Planilha Mestra de Controle Mensal de Resíduos	28
Figura 6 - Destinação dos resíduos de borracha e refugo de mangueira.....	29
Figura 7 - Resíduos destinados ao aterro sanitário em 2016 (toneladas)	32
Figura 8 - Porcentagem de resíduos destinada ao aterro sanitário (2016)	32
Figura 9 - Porcentagem de resíduos destinada ao aterro sanitário (2017)	33
Figura 10 - Geração de resíduos entre os anos de 2018 e 2019 (toneladas)	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo do Fluxo de Resíduos	21
Tabela 2 - Destinação dos resíduos no Período I (Jan/2014 a Jun/2016).....	23
Tabela 3 - Padronização dos Coletores de Resíduos	26
Tabela 4 - Comparação da Destinação dos Resíduos	36
Tabela 5 - Custos com a destinação de resíduos em reais (2014 a 2015)	38
Tabela 6 - Valor referente as empresas de destinação de resíduos	39
Tabela 7 – Custo com a destinação de resíduos (2016 a 2019)	40
Tabela 8 –Quantidade de resíduos destinados (2016 e 2019).....	40
Tabela 9 - Receita gerada com a venda de resíduos (2016 a 2019)	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	OBJETIVO GERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	11
3.1.1	Resíduos Sólidos	11
3.1.2	Resíduos Sólidos Industriais	12
3.2	TIPOS DE DESTINAÇÃO	12
3.2.1	Aterro Sanitário	12
3.2.2	Coprocessamento	13
3.2.3	Reciclagem	14
3.2.4	Incineração	14
3.2.5	Compostagem	15
3.3	RESÍDUO ZERO	15
3.4	PROJETOS DE ATERRO ZERO IMPLEMENTADOS COM ÊXITO	16
3.4.1	Programa Ford Zero Resíduos para Aterros	16
3.4.2	Zero Aterro da Schaeffler Brasil	17
3.4.3	Zero Waste to Landfill Nestle USA	18
4	METODOLOGIA	19
4.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	19
4.2	ESTUDO DE CASO	19
4.3	ANÁLISE DE DADOS.....	20
4.4	AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADE IMPLEMENTADAS	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1	GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	20
5.2	PERÍODO I.....	22
5.3	PERÍODO II.....	24
5.3.1	Coleta seletiva e redução da geração de resíduos	25
5.3.2	Estratégias para redução de resíduos	27
5.3.2.1	Controle da geração de resíduos	27
5.3.2.2	Resíduos de Borracha e Refugo de Mangueira	29
5.3.2.3	Resíduos de Construção Civil	29
5.3.2.4	Papel e papelão.....	30
5.3.2.5	Plástico	30
5.3.2.6	Resíduos Alimentares e de Jardinagem.....	31
5.3.2.7	Resíduo Comum.....	31
5.3.2.8	Outros Resíduos.....	31
5.3.3	Resultados do Período II	32
5.4	PERÍODO III.....	34

5.4.1	Controle de Resíduos	34
5.4.2	Novos Projetos	35
5.4.2.1	Projeto Recicla	35
5.4.2.2	Projeto de Redução de Resíduos de Madeira	35
5.4.2.3	Projeto de Redução de Resíduos do Banheiro	36
5.4.3	Resultados do Período III	36
5.5	CUSTOS DAS DESTINAÇÕES	37
6	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A história do lixo está intimamente relacionada com a história da humanidade. Inicialmente, os homens eram nômades, moravam em cavernas e sobreviviam da caça, pesca e coleta. Devido às constantes mudanças de localização e ao fato dos resíduos deixados serem predominantemente orgânicos, o lixo não era considerado um problema para os nossos antepassados (JAMES, 1992).

Com o início da civilização humana os homens tornaram-se sedentários e intensificaram o processo de fabricação de artefatos cerâmicos e metálicos, a fim de facilitar as suas atividades diárias. Essa mudança no estilo de vida de nossos ancestrais aumentou a geração de resíduos, resultando em seu acúmulo, o que com o passar do tempo tornou-se um problema diretamente ligado ao aumento do consumo humano (JAMES, 1992).

A preocupação com a geração de resíduos sólidos começou a aumentar após a Revolução Industrial, porém o tema ganhou visibilidade somente a partir de 1970 ao ser abordado em grandes conferências mundiais, Estocolmo em 1972, ECO 92 (Rio de Janeiro) e Tbilisi em 1997 (SILVA, et al., 2015).

Atualmente a crescente preocupação com as questões ambientais gera um novo desafio ao setor de produção e bens de serviço, fazendo com que as empresas busquem soluções de gestão ambientalmente sustentáveis, socialmente aceitáveis e economicamente compatíveis com o mercado (GONZAGA, 2005).

Partindo do aumento da consciência e preocupação ambiental, surgiu o conceito "Aterro Zero", que objetiva reduzir a destinação de resíduos para aterro sanitário adotando medidas durante todas as etapas do ciclo produtivo até alcançar o Zero Resíduos para Aterro. Para atingir esse objetivo implementam-se medidas afim de reduzir a geração de resíduos e de fazer com que todos os resíduos possam voltar para o ciclo produtivo ou para a natureza, porém sem causar impactos ambientais (STRAUCH; ALBUQUERQUE, 2008).

Juntamente com o contexto socioambiental atual, a corporação a qual a empresa estudada está inserida iniciou um programa de incentivo visando diminuir a emissão de gases do efeito estufa, principalmente o metano. Dentre os programas de incentivo encontra-se a certificação "Zero Resíduos para Aterro" que tem como

objetivo garantir que uma quantidade inferior a 2% dos resíduos produzidos pela Planta seja enviado ao aterro sanitário.

A partir desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo mostrar, através de uma revisão bibliográfica e de um estudo de caso, as etapas percorridas e as modificações realizadas no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos para uma empresa, do setor de beneficiamento de borracha, alcançar a certificação de Zero Resíduos para Aterro.

Com a proposta de gerenciamento de resíduos e ações realizadas pela empresa para alcançar a meta estabelecida, espera-se que o presente trabalho possa servir como exemplo para outras empresas que buscam melhorias para a destinação de seus resíduos, e para a conscientização de seus funcionários, favorecendo ao meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho apresentado tem como objetivo alcançar a meta estabelecida pela corporação de destinar ao aterro sanitário uma taxa anual inferior a 2% do montante de resíduos produzidos, através da reutilização, compostagem, reciclagem, coprocessamento e incineração com recuperação de energia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os processos do gerenciamento de resíduos, bem como as quantidades e o tipo de destinação dos resíduos industriais antes e após a implementação do plano “Zero Resíduos para Aterro”;
- Analisar todas as etapas de implementação do projeto "Zero Resíduos para Aterro", levantamento de dados e controle do descarte de resíduos;
- Identificar os ganhos ambientais obtidos através das medidas implementadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os atuais sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos buscam criar um sistema circular, onde a prioridade é reaproveitar e reutilizar cada vez mais os resíduos dentro do próprio sistema produtivo afim de diminuir a quantidade de resíduos sólidos gerados (DEMAJOROVIC, 1995). Faz parte do gerenciamento de resíduos sólidos a geração dos resíduos, a coleta, o tratamento e a disposição adequada dos resíduos e de todos os seus subprodutos.

3.1.1 Resíduos Sólidos

A norma ABNT NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 1) define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, 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 cujas particularidades tornem 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 são classificados de acordo com a sua periculosidade e solubilidade. Resíduos Classe I são considerados perigosos, essa classificação é dada devido a inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade do resíduo.

Os Resíduos Classe II são considerados não perigosos, essa classe é subdividida em Classe IIA, que contempla resíduos não inertes, ou seja, possuem propriedades como biodegradabilidade, solubilidade em água ou combustibilidade; e os Resíduos Classe IIB, que são considerados inertes, ou seja, nenhum de seus constituintes foi solubilizado ao entrar em contato com água destilada à temperatura ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

3.1.2 Resíduos Sólidos Industriais

De acordo com o artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS e com a Resolução CONAMA nº313/2002, resíduos sólidos industriais são aqueles produzidos a partir de processos produtivos e instalações industriais que se encontram nos estados sólido, semi-sólido ou gasoso (quando contido).

Resíduos no estado líquido são considerados resíduos sólidos industriais quando as suas propriedades não permitem que o mesmo seja lançado na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, como por exemplo: lodo proveniente de estações de tratamento e líquidos gerados por equipamentos de controle de poluição.

3.2 TIPOS DE DESTINAÇÃO

A escolha da destinação do resíduo é uma das partes mais importantes do processo de gerenciamento de resíduos sólidos, pois uma destinação adequada garante que os impactos ambientais causados pelo descarte do resíduo sejam os menores possíveis.

3.2.1 Aterro Sanitário

A NBR 10004 da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) define aterro sanitário como (2014, p. 62):

Aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário.

Segundo Fernandes (2006) e Reis (2006), aterro sanitário define-se como uma instalação planejada e projetada por engenheiros, juntamente com uma equipe multidisciplinar de profissionais visando a disposição final de resíduos sólidos a fim de minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde pública

Aterros sanitários utilizam de técnicas de compactação e cobertura diária dos resíduos a fim de isolar os resíduos do ambiente, formando câmaras. Dentro das

câmaras ocorre a biodegradação do resíduo liberando biogás e chorume, para evitar que o chorume infiltre no solo, comprometendo lençóis freáticos, é necessário impermeabilizar o solo com um revestimento espesso e de baixa permeabilidade e para evitar o acúmulo de gás metano é necessário um sistema de drenagem para a queima ou beneficiamento e utilização do biogás (PORTELA; RIBEIRO, 2014) e (MORAIS, 2004). Segundo Humer e Lechner (1999), 1 tonelada de resíduo sólido depositado em aterro sanitário resulta em aproximadamente 160 a 250 metros cúbicos de biogás, composto por aproximadamente 55% de metano, que é considerado um dos gases mais responsáveis pelo efeito estufa, atrás somente do dióxido de carbono.

Para selecionar uma área de implementação do aterro sanitário é necessário realizar algumas análises a fim de verificar a viabilidade do projeto. Primeiramente é feito um levantamento de dados geológicos, pedológicos, hidrológicos, de infraestrutura, climáticos, de compatibilidade com a rede viária e de serviços públicos, um estudo da legislação e do tempo de vida útil do aterro. Esses estudos são importantes pois indicam a viabilidade do empreendimento, tanto no sentido ambiental quando no sentido econômico (LINO, 2007).

3.2.2 Coprocessamento

O coprocessamento é uma técnica adotada pela indústria de cimento visando diminuir a utilização de combustíveis fósseis no processo da queima nos fornos rotativos de clínquer. Para isso utiliza resíduos industriais e passivos ambientais com alto poder calorífico como alternativa para os combustíveis fósseis. Os resíduos coprocessados são chamados de combustíveis alternativos ou secundários (BELATO, 2013).

Como afirma Malard (2016), as emissões atmosféricas são uma das principais preocupações na realização do coprocessamento. Dentre os parâmetros ambientais que devem ser observados com cautela destacam-se os materiais particulados, óxidos de enxofre e nitrogênio, dióxido de carbono e alguns metais tóxicos como cromo, mercúrio e chumbo. Por esse motivo, antes de optar pelo coprocessamento devemos respeitar a hierarquia do gerenciamento dos resíduos sólidos, ou seja, a primeira opção sempre deverá ser a não geração, ou redução do resíduo, em seguida o reaproveitamento, logo após a reciclagem e como última opção o coprocessamento.

3.2.3 Reciclagem

Moura (2011) e Fonseca (2013) afirmam que o objetivo da reciclagem é reprocessar materiais já usados a fim de gerar novos produtos. Os benefícios ambientais desse processo estão relacionados a preservação de recursos naturais, através do reaproveitamento da matéria-prima, acarretando na diminuição da poluição do solo, água e ar e na economia energética.

Também é importante ressaltar que a reciclagem está diretamente ligada ao aumento de vida útil dos aterros sanitários, visto que minimiza a quantidade de resíduos a serem dispostos no local (SALOMÃO, 2011).

No Brasil, a reciclagem é bastante utilizada no setor industrial, os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IBGE, 2011) mostra que 98,3% do alumínio, 57,1% de garrafas PET, 47% do vidro, 47% do aço e 45,5% do papel gerado foram enviados para a reciclagem.

Entretanto, quando falamos de resíduos sólidos urbanos apenas 13% são destinados à reciclagem (IPEA, 2007), segundo pesquisa realizada em 2018, das 1.816 pessoas entrevistadas, 66% afirmaram saber pouco, ou nada sobre a coleta seletiva de resíduos (ABRELPE, 2017).

3.2.4 Incineração

O processo de incineração ocorre através da combustão controlada das substâncias orgânicas que compõe o resíduo gerando cinzas, calor e gases da combustão como produtos finais SANTOS (2011).

Segundo Santos (2011) as principais vantagens desse processo são a diminuição da massa, do volume e da periculosidade inicial do resíduo. Porém, como apontado por Gutberlet (2011), antes de adotar o método da incineração existem alguns impactos negativos a serem considerados. Entre os impactos negativos destaca-se a produção e liberação de uma elevada quantidade de cinzas e gases tóxicos provenientes da queima dos resíduos.

O GREENPEACE (2011) acredita que os potenciais impactos ao meio ambiente e à saúde humana, juntamente com o alto valor associado ao processo faz com que parte da sociedade e dos governantes sejam receosos quanto ao uso da

incineração. No Brasil a incineração é utilizada, em maior escala, no tratamento de resíduos de saúde, 37,4% dos resíduos sólidos do serviço de saúde são incinerados (ABRELPE, 2013).

3.2.5 Compostagem

Conforme Bueno et al. (2010) e Budiziak, Maia e Mangrich (2004), pode-se definir a compostagem como sendo um modo natural e econômico de reciclagem de matéria orgânica através de um processo biológico aeróbio e exotérmico de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos resultando na formação de composto um estável e livre de patógenos.

Dentre as vantagens ambientais da compostagem, podemos citar a redução na emissão do gás metano e o aumento da vida útil de aterros sanitários, e dentre as desvantagens destaca-se apenas a possível produção de mau odor e do escoamento do chorume (MASSUKADO, 2018).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002) no ano 2000 existiam cerca de 260 usinas de compostagem no Brasil tratando ao todo aproximadamente 6500 toneladas de resíduo por dia.

3.3 RESÍDUO ZERO

A história do Resíduo Zero baseia-se nos ciclos da natureza os quais permitem que os resíduos de um organismo se tornem recursos para outros, criando fluxos cíclicos de material em um estado de constante equilíbrio (SNOW; DICKSON, 2003).

O termo Resíduo Zero origina-se do termo em inglês "Zero Waste", se traduzido literalmente significaria Desperdício Zero. Para Doppelt e Dowling-Wu (1999) alcançaríamos o objetivo de Resíduo zero apenas quando todos os materiais, ao invés de serem destinados para aterros sanitários, fossem devolvidos ao ciclo de produção como matéria-prima para novos produtos ou serviços, ou fossem decompostos naturalmente a fim de se reintegrarem na natureza sem causar impactos ambientais.

Já para Snow e Dickson (2003) esse termo equivale a alguns outros termos usados anteriormente pelo setor manufatureiro, como zero emissões atmosféricas,

zero acidentes e zero defeitos ou em campanhas do setor público, como livre de fumo e sem armas nucleares. Todos esses termos foram adotados inicialmente como metas impossíveis, mas que hoje mostram que causaram grandes mudanças no meio industrial e na sociedade. Para eles, o importante é não focar apenas no zero, pois a partir do momento em que começarmos a trabalhar na redução, o termo Resíduo Zero já será um sucesso.

3.4 PROJETOS DE ATERRO ZERO IMPLEMENTADOS COM ÊXITO

3.4.1 Programa Ford Zero Resíduos para Aterros

A Ford Motor Company foi fundada em 16 de junho de 1930 por Henry Ford e tem como foco a produção de veículos. Nos anos 20 revolucionou a história das indústrias ao estabelecer uma técnica de manufatura, baseada na linha de montagem contínua para a produção em série do modelo Ford T (Ford Motor Company, 2020).

Henry Ford foi grande idealista dos conceitos ambientais, deste modo a empresa sempre mostrou preocupações com o meio ambiente. Prova disso é a certificação global na norma ISO 14001 e a iniciativa do projeto Zero Resíduos para Aterro Sanitário nas Plantas Brasil (MESZ et al., 2018).

Segundo Mesz et al. (2018) o programa Zero Resíduos para Aterro tem como objetivo zerar a destinação de resíduos para aterro sanitário de todas as Plantas Ford Brasil (2018, p. 1)

O programa denominado “Zero Resíduos para Aterro” (Zero Waste to Landfill) teve como objetivo anular a quantidade de resíduos, das Plantas Ford Brasil, destinados para aterro, através da disseminação de informação para a conscientização ambiental, do consumo sustentável, diminuição de geração de resíduos direto nas fontes, reuso interno de resíduos, diversas ações de destinação à reciclagem e a destinação ambientalmente correta dos resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados, os chamados rejeitos.

Para atingir o objetivo do projeto as seguintes medidas foram implementadas:

- Caracterização de todos os resíduos que inicialmente eram destinados para aterro sanitário;
- Caminhadas pelas Plantas, realizadas pelos funcionários de meio ambiente a fim de identificar oportunidades de melhoria;
- Padronização dos coletores de todas as Plantas;

- Reciclagem de copos plásticos, papel toalha, bitucas de cigarro e embalagens de isopor;
- Reutilização da sílica em gel, utilizada como desumidificador de peças, na pavimentação e no cimento de obras da fábrica;
- Compostagem dos resíduos orgânicos do restaurante e dos resíduos de jardinagem;
- Realização de ações ambientais a fim de ensinar e conscientizar todos os colaboradores sobre a importância da coleta seletiva;

O resultado da implementação dessas medidas foi que em janeiro de 2017 todas as Plantas Ford Brasil atingiram a meta de Zero Resíduos para Aterro e o projeto ganhou o Prêmio FIESP de Mérito Ambiental no ano de 2018 (MESZ et al., 2018).

3.4.2 Zero Aterro da Schaeffler Brasil

Fundada em agosto de 1958 pelos irmãos Wilhelm Schaeffler e Georg Schaeffler a Schaeffler do Brasil é uma multinacional que atua no setor automobilístico e que hoje engloba três grandes marcas, INA, FAG e LuK (Schaeffler do Brasil, 2019).

A Schaeffler do Brasil atingiu a certificação Zero Resíduos para Aterro Sanitário em março de 2019 quando todos os resíduos gerados na fábrica passaram a ser destinados para reciclagem, coprocessamento ou incineração.

Também a fim de promover ações para destinação sustentável de resíduos, a Schaeffler do Brasil implementou o projeto “Reuso do óleo mineral”, que recupera o óleo usado em máquinas com a finalidade de retorná-lo ao processo produtivo. Esse projeto diminui a geração de resíduos, bem como os custos com a aquisição de óleo novo. Outro projeto de destaque implementado foi um projeto a fim de reutilizar o óleo de cozinha dos restaurantes para a fabricação de sabão em pedra. A fabricação do sabão é realizada por uma instituição de educação socioambiental e a renda gerada com a venda é destinada a ações sociais (Schaeffler do Brasil, 2019).

3.4.3 Zero Waste to Landfill Nestle USA

A história da Nestle USA começou em 1866 com George e Charles Paige fundando a *Anglo-Swiss Condensed Milk Company*. Em 1905 a empresa fundiu-se com a Henry Nestlé surgindo assim a *Nestlé Company*. Hoje o Grupo Nestlé possui mais de 2000 marcas e está presente em 191 países (Nestlé USA, 2019).

Globalmente, a Nestlé se comprometeu a melhorar a eficiência de recursos em suas operações, todas as fábricas da Nestlé USA empregam sistemas de gerenciamento ambiental certificados pela ISO 14001 para ajudar a gerenciar seu impacto ambiental, incluindo a eliminação de resíduos. No ano de 2015, 15% de todas as fábricas da Nestlé no mundo já haviam atingido a marca de Zero Resíduos para Aterro (BURGE, 2015).

Para atingir e manter a certificação de Zero Resíduos para Aterro, a Nestlé USA busca sempre estudar novas maneiras de reutilizar, reciclar e recuperar energia ao descartar produtos de fabricação. Os resíduos da empresa são destinados para compostagem, reciclagem, produção de energia e fornecimento de produtos seguros para a alimentação animal. Afim de conscientizar os colaboradores sobre a importância de minimizar a geração de resíduos foram criadas medidas corporativas e em parceria com fornecedores de resíduos também foram criados programas de reciclagem para garantir o descarte dos subprodutos de fabricação de acordo com as diretrizes e os padrões de sustentabilidade ambiental da Nestlé (BURGE, 2015).

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho dividiu-se primeiramente em uma pesquisa bibliográfica, seguida de um estudo de caso.

4.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Segundo Gil (2007), pesquisa bibliográfica possui caráter exploratório, permite aprimorar ideias e descobrir intuições, possibilitando uma maior familiaridade com o estudo em questão. Desenvolvida com base em material já elaborado, é o primeiro passo para todas as pesquisas científicas (WEBSTER; WATSON, 2002).

Inicialmente foram descritos conceitos teóricos sobre resíduos sólidos e tipos de destinação e em seguida apresentou-se projetos de "Aterro Zero" de quatro empresas que foram implementados com êxito.

4.2 ESTUDO DE CASO

Para Yin (2005), estudo de caso compreende um método abrangente de uma investigação empírica usando do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode ser considerado descritivo, exploratório ou explanatório, incluir abordagens quantitativas e/ou qualitativas de pesquisa, bem como analisar múltiplos ou apenas um caso único. É necessário escolher o tipo de estudo de caso de acordo com o objetivo do projeto.

Segundo Patton (2002), é um método que busca reunir informações sistêmicas e detalhadas sobre algum fenômeno ou tema.

O presente trabalho traz um estudo de caso único, descritivo, quantitativo e qualitativo referente a uma indústria do setor de beneficiamento de borracha e como essa alcançou a certificação de "Zero Resíduos para Aterro".

4.3 ANÁLISE DE DADOS

Segundo o Sistema Integrado de Gestão de Saúde, Segurança e Meio Ambiente da empresa analisada, considera-se Zero Resíduo para Aterro as plantas que destinarem uma quantidade menor do que 2% do resíduo anual para aterro sanitário. Esse valor foi definido após a corporação estabelecer a meta de, até o ano de 2025, reduzir em 20% as emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, tomando como base as emissões do ano de 2015. Para atingi-lo, foi realizada uma análise dos dados, fornecidos pela empresa, abrangendo três períodos de tempo.

- Período I: Entre janeiro de 2014 e junho de 2016, quando a empresa não buscava alternativas para os resíduos destinados para aterro sanitário;
- Período II: Entre julho de 2016 e dezembro 2017, período em que o projeto Zero Resíduos para Aterro foi pensado, desenvolvido e implementado;
- Período III: Entre os anos de 2018 e 2019 como forma de certificar a solidez do projeto.

4.4 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS

Avaliou-se a eficácia das atividades implementadas através da elaboração de gráficos e tabelas com a finalidade de comparar a geração de resíduos entre os períodos apresentados. Os dados foram fornecidos pela própria empresa e baseiam-se nas quantidades mensais de descarte de resíduos sólidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A empresa estudada atua na área de beneficiamento de borracha e gera cerca de 550 toneladas de resíduos sólidos por ano. A Tabela 1 lista todos os resíduos produzidos pela empresa, juntamente com a sua fonte de origem. O resíduo comum refere-se aos resíduos classificados como não perigosos, mas que não são passíveis de reciclagem, tais como: sobras de papel toalha e papel higiênico usados, tecidos, lã

de vidro, materiais inertes não contaminados ou outros resíduos não passíveis de separação. Resíduos identificados como diversos contaminados referem-se a todos os resíduos contaminados com óleo, graxa, e outros produtos químicos que apresentam periculosidade direta ou indireta à saúde ou ao meio ambiente, tais como: infectantes, produtos químicos, equipamentos de proteção individual (EPIs), estopas, madeira, latas de tinta, papel, plástico, papelão e demais resíduos que estejam contaminados com óleo, graxa, tinta, solvente ou negro de fumo.

Tabela 1 - Resumo do Fluxo de Resíduos

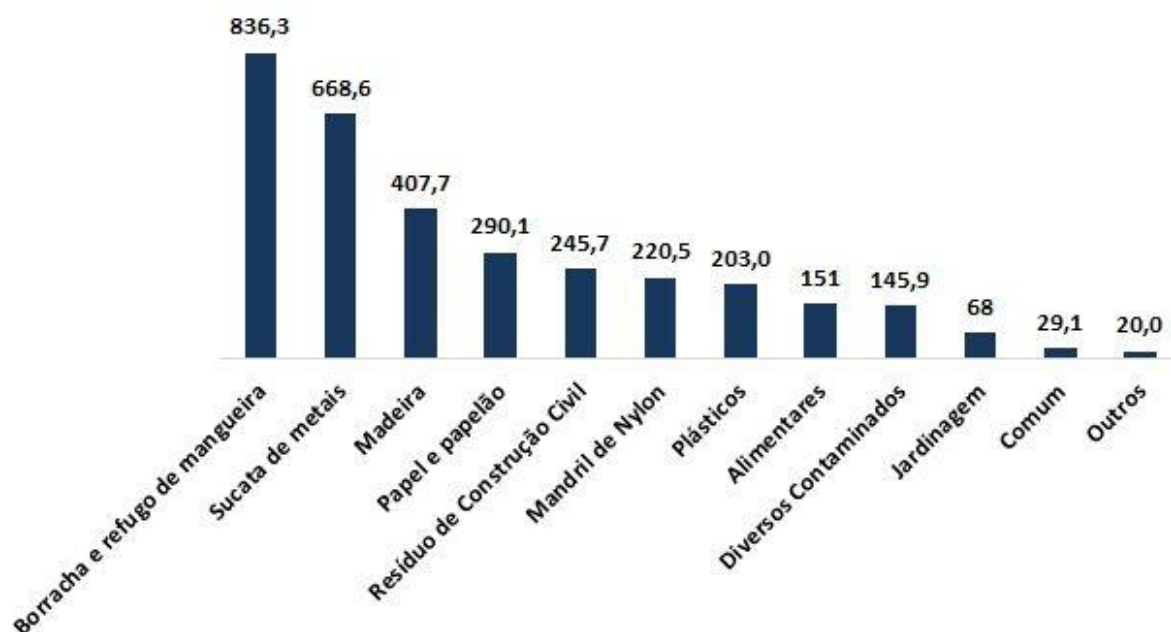
Tipo de resíduos	Origem
Borracha e refugo de mangueira	Manufatura
Sucata de metais	Manufatura
Madeira	Logística
Papel e papelão	Todas as áreas
Resíduos de Construção Civil	Todas as áreas
Mandrill de Nylon	Manufatura
Plásticos	Todas as áreas
Alimentar	Restaurante
Diversos Contaminados	Manufatura, Manutenção e Logística
Jardinagem	Todas as áreas
Comum	Todas as áreas
Pilhas e Baterias	Todas as áreas
Lâmpadas	Todas as áreas
Ambulatorial	Ambulatório
Lubrificantes e Óleos	Manufatura
Vidro	Todas as áreas
Sucata Eletrônica	Manutenção e Tecnologia da Informação
Óleo Vegetal	Restaurante

Fonte: O autor (2020)

Entre os anos de 2014 e 2019 a empresa gerou quase 3.286 toneladas de resíduos, conforme apresentado na Figura 1, a coluna "outros" engloba resíduos gerados em pouca quantidade como pilhas e baterias, lâmpadas, ambulatorial, lubrificantes e óleos, vidro, sucata eletrônica e óleo vegetal. Desse montante, aproximadamente 450,8 toneladas (14%) foram destinadas ao aterro sanitário, 2.150,6 toneladas (65%) para reciclagem, 553,6 toneladas foram coprocessadas

(17%), 130,4 toneladas foram destinadas a compostagem (4%) e 0,07 toneladas foram incineradas (0,002%).

Figura 1 - Geração de resíduos entre os anos de 2014 e 2019 (toneladas)



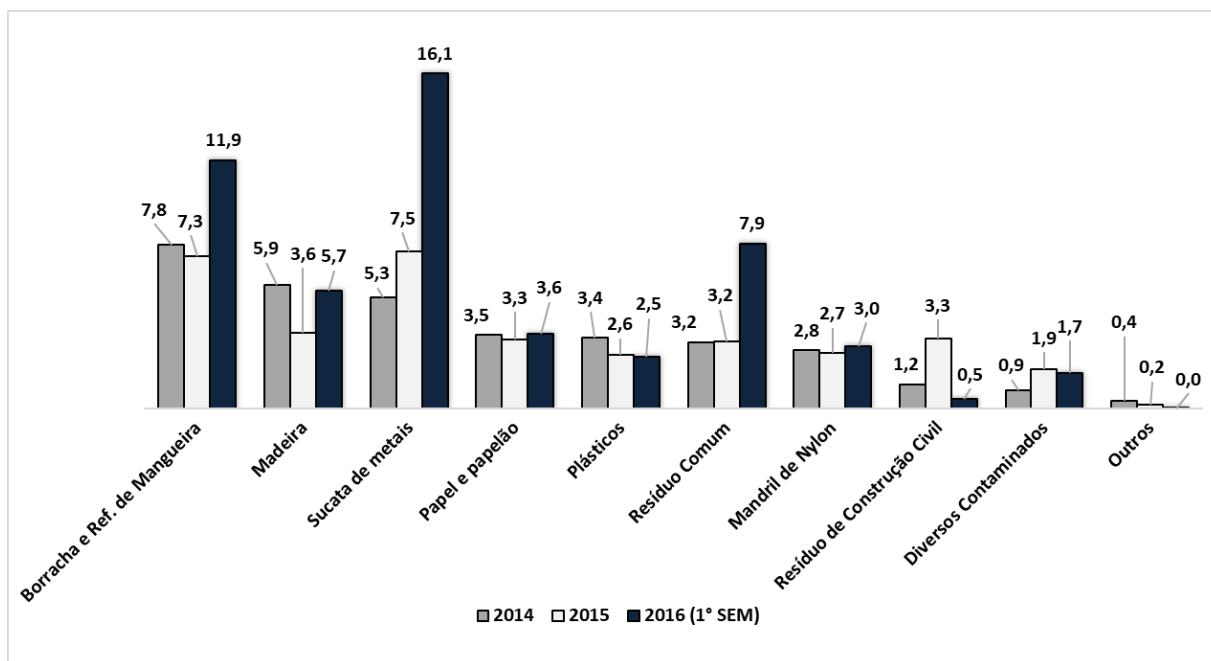
Fonte: O autor (2020)

5.2 PERÍODO I

O Período I engloba os meses entre janeiro de 2014 e junho de 2016. Durante esse período não havia indícios de nenhum projeto ou plano de redução dos resíduos destinados para aterro sanitário, bem como de educação ambiental a fim de orientar os colaboradores sobre a importância da separação correta dos resíduos.

A Figura 2 mostra a média mensal de resíduos gerados durante todo o Período I. Observa-se uma média significativamente maior de resíduos de borracha e refugo de mangueira e de sucata de metais no primeiro semestre do ano de 2016. Esse aumento relaciona-se à renovação dos produtos de mostruário e também à adequação das máquinas à Norma Regulamentadora – NR 12 de set. 2015, que prevê que máquinas e equipamentos devem ser intrinsecamente seguros a fim de garantir a segurança de todos os colaboradores (Brasil, 1978).

Figura 2 - Média da geração mensal de resíduos no Período I (toneladas)



Fonte: O autor (2020)

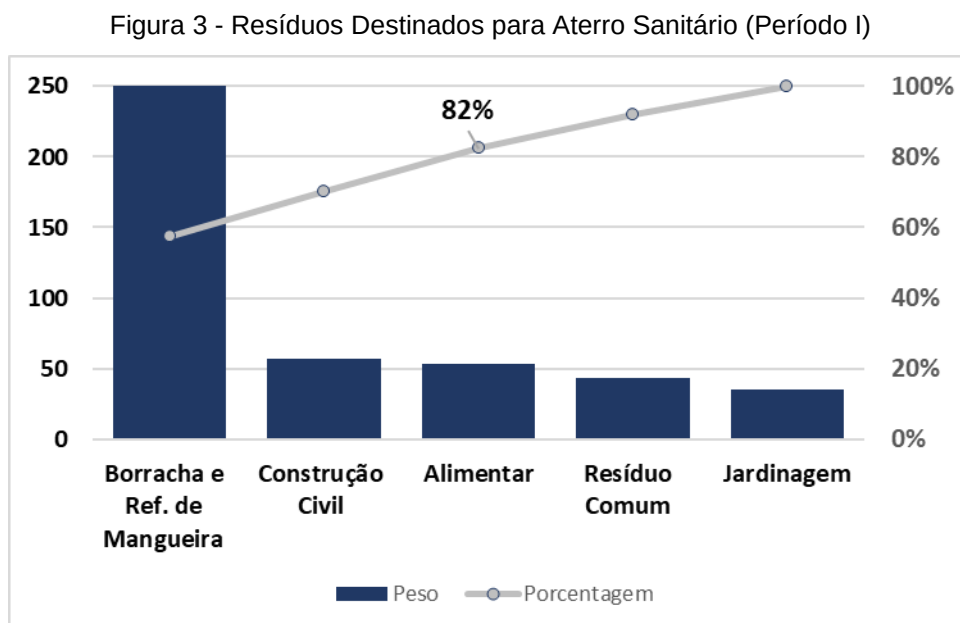
A Tabela 2 mostra a quantidade e o tipo de destinação de cada resíduo, bem como a porcentagem representada por eles.

Tabela 2 - Destinação dos resíduos no Período I

Resíduo	Quantidade gerada (t)	Destinação	Porcentagem da destinação
Borracha e Ref. de Mangueira	252,75	Aterro Sanitário	38%
Resíduo Comum	39,61	Aterro Sanitário	
Construção Civil	56,63	Aterro Sanitário	
Alimentar	53,59	Aterro Sanitário	
Jardinagem	34,85	Aterro Sanitário	
Papel e Papelão	103,47	Reciclagem	46%
Plástico	86,76	Reciclagem	
Sucata de Metais	250,28	Reciclagem	
Mandril de Nylon	83,31	Reciclagem	
Outros	7,04	Reciclagem	
Madeira	148,16	Coprocessamento	17%
Diversos contaminados	43,84	Coprocessamento	
Ambulatorial	0,09	Incineração	0%

Fonte: O autor (2020)

A Figura 3 mostra no eixo esquerdo a quantidade dos resíduos gerados no período I e no eixo direito a proporção dos resíduos destinados para aterro sanitário.



Fonte: O autor (2020)

Ao analisar os dados da Tabela 2 e da Figura 3, conclui-se que durante o Período I (janeiro de 2014 e junho de 2016), 38% dos resíduos gerados pela empresa foram destinados ao aterro sanitário, o equivalente a aproximadamente 440 toneladas de resíduos. Dentre esse montante, os resíduos de borracha e refugo de mangueira, juntamente com os resíduos de construção civil e resíduos alimentares representam 82%. Esse valor fez com que a empresa focasse principalmente em descobrir alternativas para a destinação desses resíduos, pois encontrar essas alternativas de destinação é crucial para atingir a meta de destinar menos do que 2% dos resíduos ao aterro sanitário.

5.3 PERÍODO II

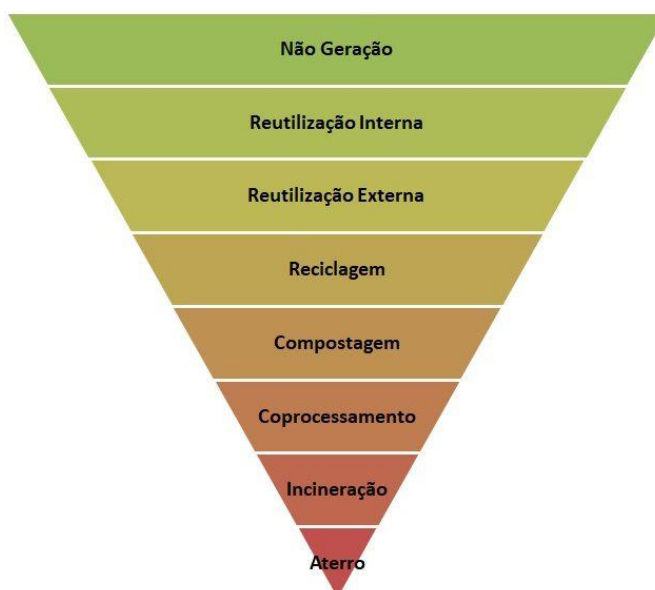
O Período II engloba entre os meses de julho de 2016 a dezembro de 2017, durante o segundo semestre de 2015 os projetos e ideias foram discutidos e logo no início de 2016 as ações a fim de atingir a certificação de Resíduo Zero para Aterro começaram a ser implementadas, com a realização das etapas listadas a seguir.

5.3.1 Coleta seletiva e redução da geração de resíduos

A conscientização dos colaboradores é a base para a implementação do projeto Zero Resíduos para Aterro e para garantir esse aspecto foram implementados os seguintes programas, capazes de despertar a cultura da coleta seletiva e da redução da geração de resíduos, visando um maior engajamento dos colaboradores da planta com a cultura de preservação ambiental da empresa:

- A. Treinamentos: Para instruir os colaboradores sobre o descarte correto dos principais resíduos gerados, mostrar a importância da coleta seletiva, bem como para apresentar a classificação de descarte de resíduos adotada pela empresa, criou-se a abordagem representada pela Figura 4, abordagem semelhante a metodologia dos 5R's, repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar. Os treinamentos são realizados na forma de reciclagem ou seja, atualização dos conhecimentos, oferecidos aos funcionários durante a Semana de Meio Ambiente, Semana Interna de Prevenção de Acidentes de Trabalho e em alguns eventos durante o ano. Afim de englobar todas as pessoas que frequentam a planta, os principais tópicos dos treinamentos foram adicionados a integração dos novos funcionários e também a integração de prestadores de serviço, com reciclagem anual.

Figura 4 - Classificação de Descarte de Resíduos



Fonte: O autor (2020)

- B. Caminhada Ambiental: Visando o engajamento foi criado o programa "Caminhada Ambiental", onde semanalmente 3 colaboradores são escolhidos aleatoriamente para dar uma volta pela planta com a finalidade de identificar pontos de melhorias em questões de âmbito ambiental.
- C. Padronização dos coletores: A padronização dos coletores de resíduos, conforme indicado na Tabela 3, tem como finalidade facilitar a separação e estimular a conscientização ambiental. Não foi impedida a utilização de outros tipos de recipientes ou cores suplementares para melhorar a segregação, desde que estes estejam devidamente identificados e em boas condições.

Tabela 3 - Padronização dos Coletores de Resíduos

Resíduo	Tipo de coletor
Plásticos em Geral	Vermelho
Papeis e Papelões	Azul
Vidros	Verde
Metal	Amarelo
Orgânico	Marrom
Resíduo Comum	Cinza
Diversos Contaminados	Laranja
Resíduo Ambulatorial	Branco
Outros resíduos	Identificado conforme o resíduo descartado

Fonte: O autor (2020)

Observa-se que foram mantidas as cores padrões da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos destinados para coleta seletiva e foram adicionadas outras cores para resíduos específicos da empresa. Essa ação visa também fazer com que o funcionário tente levar para casa, agregar na sua rotina, o processo de coleta seletiva.

A aceitação e resposta dos funcionários em relação aos treinamentos e a "Caminhada Ambiental" foi muito positiva, os colaboradores se mostram muito interessados durante a realização das atividades e mesmo quando não são os sorteados para participar da "Caminhada Ambiental" verificam e apontam situações de melhorias que podem ser implementadas pela fábrica. Os resultados relacionados a coleta seletiva da Planta surgiram rapidamente, a empresa responsável pela coleta interna dos resíduos, sinalizou em seus relatórios diários uma melhora quase

instantânea na quantidade de resíduos descartados em locais e recipientes inadequados, mostrando o engajamento e comprometimento de todos os colaboradores da Planta.

5.3.2 Estratégias para redução de resíduos

As estratégias consistem em aplicar ações, métodos, técnicas e tecnologias, visando coletar e destinar todos os resíduos de forma socialmente justa, ambientalmente correta e economicamente viável.

5.3.2.1 Controle da geração de resíduos

Mensalmente o time de saúde, segurança e meio ambiente, juntamente com a empresa responsável pela limpeza da Planta, realiza auditorias a fim de verificar se o descarte de resíduos está sendo efetuado da maneira correta. Além das auditorias mensais a empresa responsável pela limpeza recebeu um treinamento para reportar qualquer observação de descarte de resíduo em local indevido.

Caso seja identificado descarte indevido, o tema é imediatamente inserido na comunicação diária da fábrica e uma orientação é passada para todos os colaboradores na reunião que antecede os turnos de trabalho.

Como medida de controle, restringiu-se o acesso a área de resíduos. Apenas colaboradores treinados para realizar o descarte, bem como o time de saúde, segurança e meio ambiente possuem acesso a área. Inicialmente a área era aberta, dificultando o controle dos materiais descartados, deste modo, fechou-se a área, através da instalação de um portão, e estabeleceu-se horários de descarte. Durante os horários estabelecidos funcionários previamente treinados ficam no local recebendo, segregando e armazenando corretamente os resíduos que necessitam ser descartados diretamente nas caçambas.

Com o objetivo de garantir a confiabilidade dos dados de descarte de resíduos bem como para melhorar o monitoramento mensal da geração de resíduos, otimizou-se as planilhas previamente utilizadas na gestão. Cada resíduo possui uma planilha de controle separada, nessa planilha insere-se o ticket de pesagem da balança (entrada e saída), o número do manifesto de transporte de resíduo (MTR) e o número

da nota fiscal. Além da planilha individual, criou-se uma planilha mestra, Figura 5 a fim de unificar as quantidades de resíduos descartadas mensalmente, manter os procedimentos documentados, facilitar a análise dos dados e ajudar a identificar possíveis pontos de melhoria, assegurando uma gestão coerente e contínua dos resíduos sólidos.

Figura 5 - Planilha Mestra de Controle Mensal de Resíduos

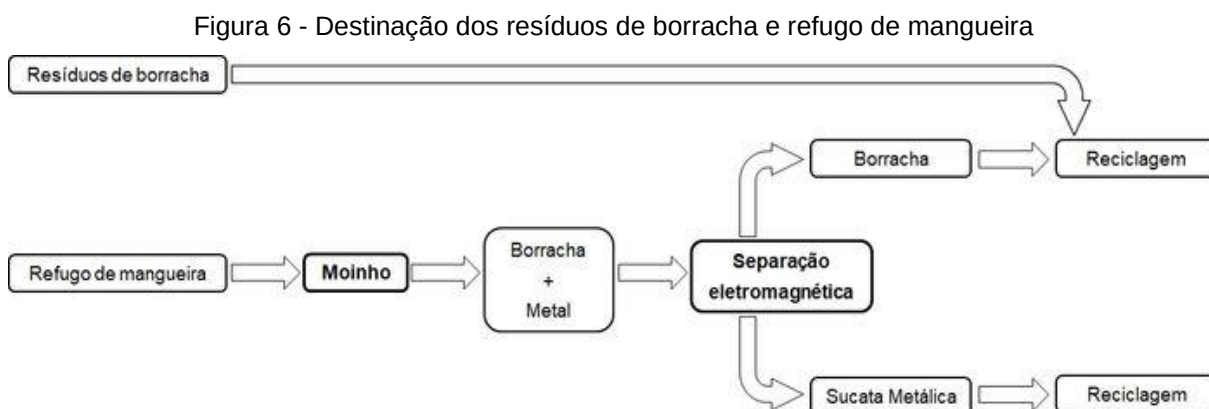
	Total (Kg)	151.163	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	2019 TOTAL
1	EPIs, estopas, madeira, latas de tinta, papel, plástico, papelão e demais resíduos contaminados com óleo, graxa, tinta, solvente, desmoldante, desengraxante, negro de fumo.		5.000	2.180	2.130	1.733									11.043
2	Óleo lubrificante usado proveniente da manutenção dos equipamentos.		0	0	0	0									0
3	Lixo tecnológico (sucata eletrônica).		0	60	0	0									60
4	Lâmpadas fluorescentes, mistas, eletrônicas, mercúrio.		0	10	0	0									10
5	Baterias e pilhas alcalinas.		0	0	0	0									0
6	Lodo de ETE.		0	0	0	0									0
7	Resíduo ambulatorial		0	0	0	0									0
8	Lodo do sistema de tratamento de esgotos (fossa)		0	0	0	0									0
9	Resíduos do Restaurante	Óleo Vegetal Usado	0	0	0	0									0
10	Resíduos do Restaurante	Resíduos Alimentares	1.510	1.610	1.950	1.210									6.280
11	Resíduos de jardinagem.		590	6.330	0	870									7.790
12	Mandril de Nylon		5.640	0	4.680	0									10.320
13	Resíduo de Construção Civil		3.820	0	20.640	2.500									26.960
14	Ponteiras de mangueiras e restos de borracha não		0	9.180	0	8.720									17.900
15	Sucata de metais		12.860	10.850	1.880	5.370									30.960
---	TOTAL RESÍDUOS		29.420	30.220	31.280	20.403	0	0	0	0	0	0	0	0	111.323
16	Resíduo Comum - Sobras de papel toalha e papel		40	500	110	50									700
	TOTAL RESÍDUOS PARA ATERRO		40	500	110	50	0	0	0	0	0	0	0	0	700
17	Madeira		7.210	2.760	5.760	4.160									19.890
18	Papel e papelão		5.230	2.350	2.340	2.880									12.800
19	Plásticos		1.350	2.020	1.300	1.370									6.040
20	Vídeos		0	410	0	0									410
	TOTAL RECICLÁVEIS		13.790	7.540	9.400	8.410	0	0	0	0	0	0	0	0	39.140
	Total		43.250	38.260	40.790	28.863	0	0	0	0	0	0	0	0	151.163
	% para aterro		0,09248555	1,31	0,27	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46

Fonte: O autor (2020)

Por fim, para monitorar a validade dos Certificados de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI) e das licenças de operação das empresas responsáveis por transportar e receber os resíduos gerados na Planta, otimizou-se a planilha de controle de licenças, onde as datas de validade são inseridas, fazendo com que 180 dias antes de expirar a data de validade apareça um lembrete informando que é preciso iniciar o processo de renovação. Afim de certificar a integridade das empresas que recebem os resíduos destinados pela Planta, realizam-se visitas e auditorias semestrais para garantir que todos os processos não apresentem nenhuma não conformidade.

5.3.2.2 Resíduos de Borracha e Refugo de Mangueira

Os resíduos de borracha e refugo de mangueira sempre foram os resíduos de maior desafio da empresa, pois separar a borracha da trama metálica estrutural da mangueira é um processo que demanda conhecimento tecnológico e recursos financeiros. Porém, mesmo com todas as dificuldades a empresa decidiu zerar a destinação dos resíduos de borracha para aterro sanitário, pois a borracha não possui um período de decomposição determinado, gerando assim um enorme prejuízo ambiental. Para atingir esse objetivo adquiriu-se um moinho para trituração dos resíduos, após triturado o resíduo é enviado para uma empresa responsável por fazer a separação eletromagnética do metal e da borracha e os produtos finais são destinados para a reciclagem. A Figura 6 mostra o processo percorrido pelos resíduos de borracha e refugos de mangueira até a destinação final.



Fonte: O autor (2020)

5.3.2.3 Resíduos de Construção Civil

Inicialmente destinava-se os resíduos de construção civil para aterro sanitário, visando alterar o tipo de destinação iniciou-se uma busca a fim de encontrar uma empresa na região que pudesse reutilizar ou reciclar esse resíduo. O maior desafio foi encontrar uma empresa que possuísse toda a documentação e licenças regulatórias para poder receber o resíduo.

Encontrou-se uma empresa que tritura os resíduos de construções civil a fim de incorporá-lo a matéria-prima utilizada para a produção de concretos não estruturais. A coleta desses resíduos é realizada aproximadamente 1 vez ao mês,

durante a permanência do resíduo na empresa, sendo acondicionado em uma caçamba alocada em área coberta.

5.3.2.4 Papel e papelão

Papel e papelão não contaminados são destinados para a reciclagem, portanto as medidas tomadas pela empresa objetivaram reduzir a quantidade de papel e papelão utilizados, bem como evitar a contaminação por óleo e graxa.

Nos prédios administrativos foram implementados avisos nas telas iniciais dos computadores e em frente as impressoras e copiadoras alertando para revisar os documentos antes da impressão, bem como para imprimir com consciência.

Nos prédios da manufatura foram implementados coletores para papel e papelão contaminados e não contaminados e os colaboradores foram orientados a descartar os resíduos separadamente a fim de evitar novas contaminações e diminuir a quantidade de resíduos contaminados enviados para coprocessamento.

Na logística algumas caixas de papelão foram substituídas por caixas plásticas e gaiolas metálicas, ambas reutilizáveis.

Nos banheiros foram implementados coletores específicos para papel toalha, através dessa medida a empresa responsável pela reciclagem do papel e do papelão passou a aceitar também os resíduos de papel toalha, que anteriormente eram destinados para aterro sanitário.

5.3.2.5 Plástico

Assim como o papel e papelão, os resíduos de plástico não contaminados são destinados para a reciclagem, por esse motivo foram adotadas medidas a fim de diminuir a quantidade de plásticos utilizados.

No prédio administrativo foi incentivado o uso de copos reutilizáveis, a empresa forneceu aos colaboradores canecas metálicas como opção ao copo plástico, no setor produtivo essa medida é inviável devido ao alto risco de contaminação, porém alterou-se o copo plástico de 150 mililitros para um copo de 110 mililitros. A instalação de bebedouros não foi considerada devido a falta de pontos de instalação nos setores de produção.

5.3.2.6 Resíduos Alimentares e de Jardinagem

Inicialmente destinava-se os resíduos alimentares e de jardinagem para aterro sanitário, visando alterar o tipo de destinação buscou-se adequar o armazenamento e separação dos resíduos a fim de destiná-los para a compostagem.

Resíduos alimentares contaminados com sangue e frutas cítricas são colocados em recipientes separados e são destinados a aterro sanitário, todos os outros resíduos alimentares orgânicos são acondicionados em bombonas e acondicionados ao abrigo da chuva e do sol para evitar liberação de água contaminada com alimentos em decomposição e mal odor até a coleta para destiná-los a uma empresa que realiza a compostagem dos resíduos, que ocorre duas vezes por semana.

Os resíduos de jardinagem também passaram a ser destinados para uma empresa que realiza a compostagem, porém são acondicionados em caçambas ao abrigo do sol e da chuva e a periodicidade de coleta não é tão grande.

5.3.2.7 Resíduo Comum

O resíduo comum, composto por papel higiênico usado, tecidos, lã de vidro, materiais inertes não contaminados ou outros resíduos não passíveis de separação, é o único resíduo destinado ao aterro sanitário.

5.3.2.8 Outros Resíduos

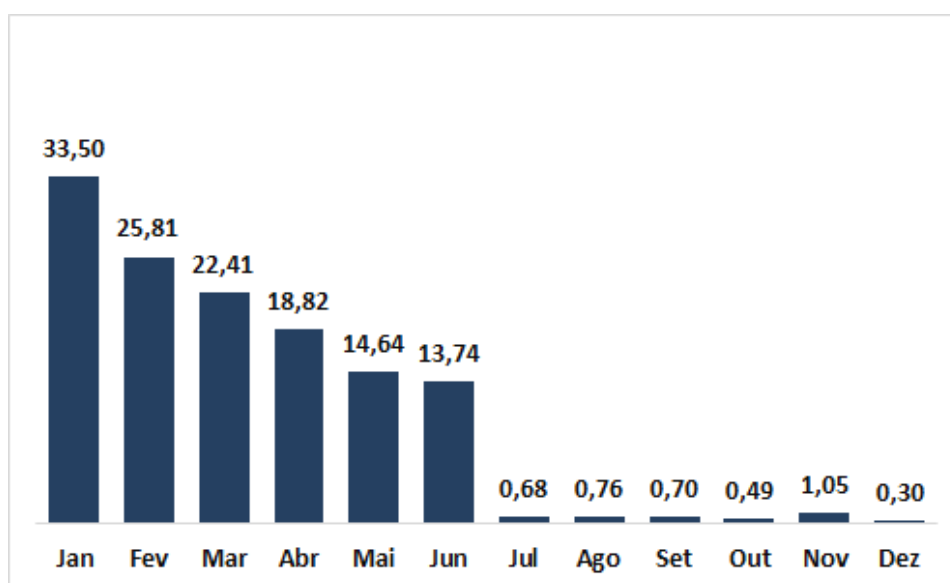
Os resíduos de mandril de nylon e de sucata de metais são resíduos passíveis de serem vendidos, no qual são estocados e quinzenalmente destinados para venda. O destino final do mandril de nylon é a reutilização, a sucata de metais é encaminhada para uma siderúrgica que utiliza o material na produção de aço.

Os resíduos contaminados são destinados ao coprocessamento e os resíduos ambulatoriais são destinados a incineração com reaproveitamento de energia.

5.3.3 Resultados do Período II

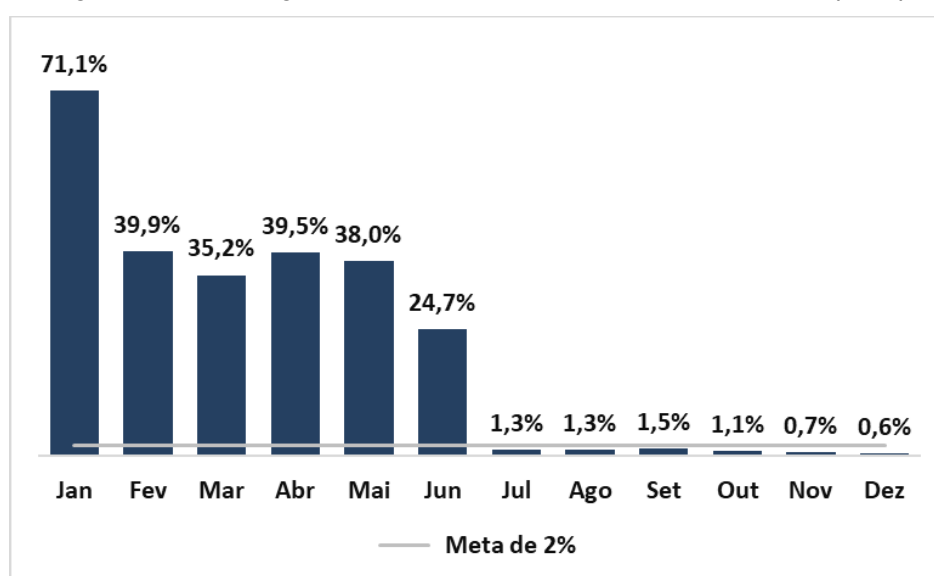
A análise dos dados do Período II (julho de 2016 e dezembro de 2017), mostra que durante o ano de 2016 houveram mudanças significativas nos dados referentes a destinação de resíduos para aterro sanitário, como apresentado nas Figuras 7 e 8. Sendo, que a partir do mês de junho de 2016, as medidas, até então propostas, foram implementadas.

Figura 7 - Resíduos destinados ao aterro sanitário em 2016 (toneladas)



Fonte: O autor (2020)

Figura 8 - Porcentagem de resíduos destinada ao aterro sanitário (2016)

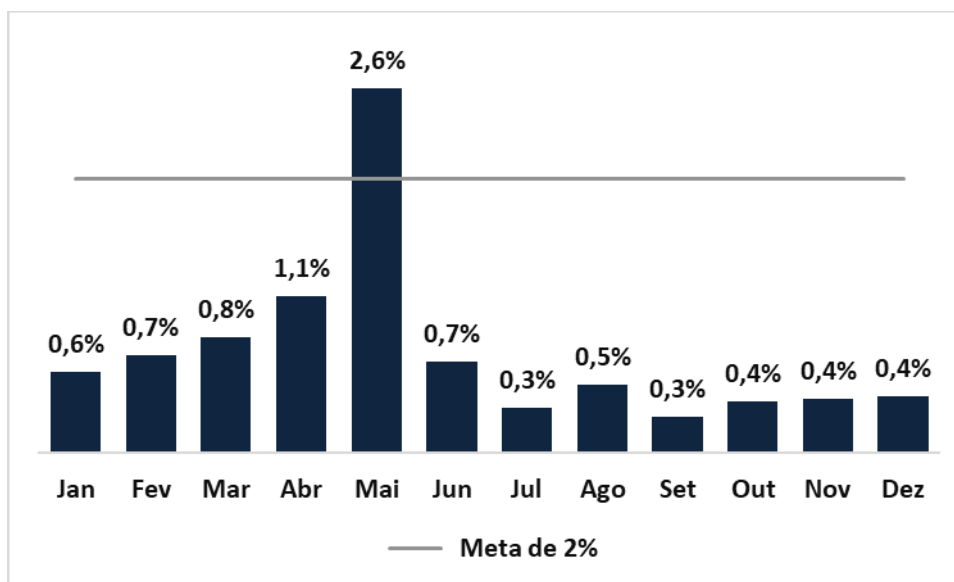


Fonte: O autor (2020)

Durante o primeiro semestre do ano de 2016 as medidas começaram a ser implementadas, nota-se uma diminuição gradual na quantidade de resíduos destinada ao aterro sanitário e no mês de julho de 2016, momento em que todas as ações apresentadas no item 5.3 foram implementadas, podemos observar uma queda de 23,4% dos resíduos destinados ao aterro sanitário, atingindo a meta estabelecida corporativamente de enviar uma quantidade inferior a 2% dos resíduos gerados ao aterro sanitário.

A Figura 9 mostra a porcentagem de resíduos destinados ao aterro sanitário durante o ano de 2017. Observa-se que no mês de maio ultrapassou-se a meta máxima de 2%, isso ocorreu devido aos resíduos de varrição dos telhados, pois esses não estavam previstos no escopo dos resíduos enviados para a empresa de compostagem e no mês em questão a empresa não foi capaz de absorver essa maior quantidade de resíduos, bem como não foi possível manter o resíduo na Planta para destiná-lo posteriormente devido a limitação de espaço da área de descarte de resíduos.

Figura 9 - Porcentagem de resíduos destinada ao aterro sanitário (2017)



Fonte: O autor (2020)

Essa grande alteração na porcentagem de resíduos enviados ao aterro sanitário no ano de 2016, bem como a manutenção dos resultados durante o ano de 2017 mostra que as iniciativas e projetos implementados foram assertivos e trouxeram resultados positivos. Durante o ano de 2017 a empresa gerou 674,3 toneladas de

resíduos, desse montante apenas 4,72 toneladas foram destinadas ao aterro sanitário, totalizando apenas 0,7% do total de resíduos gerados durante o ano. Essa quantidade de resíduos destinadas no Período II fez com que em dezembro de 2017, 1 ano e 6 meses após a implementação de todas as medidas descritas no item 5.3, a planta recebesse a certificação corporativa de “Zero Resíduos para Aterro Sanitário”.

5.4 PERÍODO III

O Período III engloba os anos de janeiro de 2018 a dezembro 2019 e mostra o controle adotado, afim de manter a certificação “Zero Resíduos para Aterro Sanitário”, projetos em andamento, para melhorar ainda mais o processo de gestão de resíduos, e os resultados obtidos após a implementação de todas as medidas e projetos.

5.4.1 Controle de Resíduos

A fim de otimizar o controle da geração de resíduos instalou-se um *software* que interliga a pesagem do resíduos na balança com o sistema de controle de resíduos, esse *software* permite que o peso da caçamba seja calculado ao chegar na empresa e garante que na saída do resíduo o seu peso líquido seja corretamente calculado. Essa melhoria aumenta a precisão da pesagem, pois evita o erro proveniente da tara das caçambas, que era fornecido previamente pela empresa responsável pela coleta. Segundo levantamento realizado pela empresa, o erro de pesagem resultou em uma diferença de aproximadamente 5 toneladas de resíduos no ano de 2017.

Também almejando um melhor controle, a empresa matriz criou um sistema corporativo para que todos os indicadores de meio ambiente e de segurança sejam lançados mensalmente. Esse sistema permite que ao lançar a quantidade de resíduos geradas no mês os indicadores sejam gerados automaticamente, prevenindo possíveis erros humanos e agilizando o processo de análise. O sistema também é utilizado para auditar semestralmente a certificação e comparar a geração de resíduos de todas as plantas do mundo. Caso a planta destine mais que 2% dos resíduos gerados no semestre ao aterro sanitário, para manter a certificação é necessário rever todas as ações já implementadas e traçar um plano de readequação de geração e destinações dos resíduos, esse plano será monitorado pela matriz corporativa durante o semestre seguinte e se todas as metas traçadas forem atingidas a certificação é

mantida. Caso contrário traça-se um novo plano, dessa vez anual a fim de conseguir a recertificação.

5.4.2 Novos Projetos

Durante os anos de 2018 e 2019, os projetos implementados no Período II foram mantidos e foram criados novos projetos visando otimizar o processo de conscientização ambiental.

5.4.2.1 Projeto Recicla

O Projeto Recicla possui a finalidade de conscientizar ainda mais os colaboradores sobre a importância da reciclagem, não somente dos resíduos da empresa, mas também dos resíduos gerados em casa. Para isso, instalou-se coletores de tubos de pasta de dente e lacres de alumínio no saguão principal da fábrica e os colaboradores foram incentivados a trazer os resíduos de suas casas para atingir a meta de encher os coletores.

Quando um coletor de tubo de pasta de dente é preenchido, envia-se para uma empresa responsável por reciclar o material e transformá-lo em bancos e armários. Os armários adquiridos pela troca foram instalados nos vestiários, afim de substituir os armários de metal que não estavam em bom estado e os bancos foram colocados nas áreas de descanso e jogos.

Quando um coletor de lacres de alumínio é preenchido, o lacre é vendido para uma cooperativa de reciclagem e o valor arrecadado é utilizado para compra de cadeiras de rodas e de banho para instituições da cidade. Para realizar a entrega das cadeiras, sorteia-se um grupo de colaboradores da empresa, para que eles possam acompanhar o resultado da coleta seletiva.

5.4.2.2 Projeto de Redução de Resíduos de Madeira

Iniciou-se um projeto a fim de reduzir a geração de resíduos de madeira, esse projeto ainda está sendo implementado e tem dois principais objetivos, o primeiro é reaproveitar paletes de madeira recebidos juntamente com materiais de fornecedores para suprir parte da movimentação interna de cargas e o segundo é criar uma área

específica para fazer a restauração de paletes danificados para reintroduzi-los na operação logística.

5.4.2.3 Projeto de Redução de Resíduos do Banheiro

A fim de diminuir ainda mais os resíduos destinados para aterro sanitário a fábrica iniciou um projeto que visa utilizar papel higiênico hidrossolúvel nos banheiros. A iniciativa ainda está sendo implementada, pois mesmo sendo hidrossolúvel o processo demora alguns minutos para ser concluído e por esse motivo é necessário adaptar alguns encanamentos da fábrica para que não ocorra o entupimento.

5.4.3 Resultados do Período III

No período III que engloba os anos de janeiro de 2018 a dezembro 2019 foi realizado uma comparação da destinação dos resíduos gerados antes e após a implementação das medidas de gerenciamento de resíduos, conforme apresentado na Tabela 4.

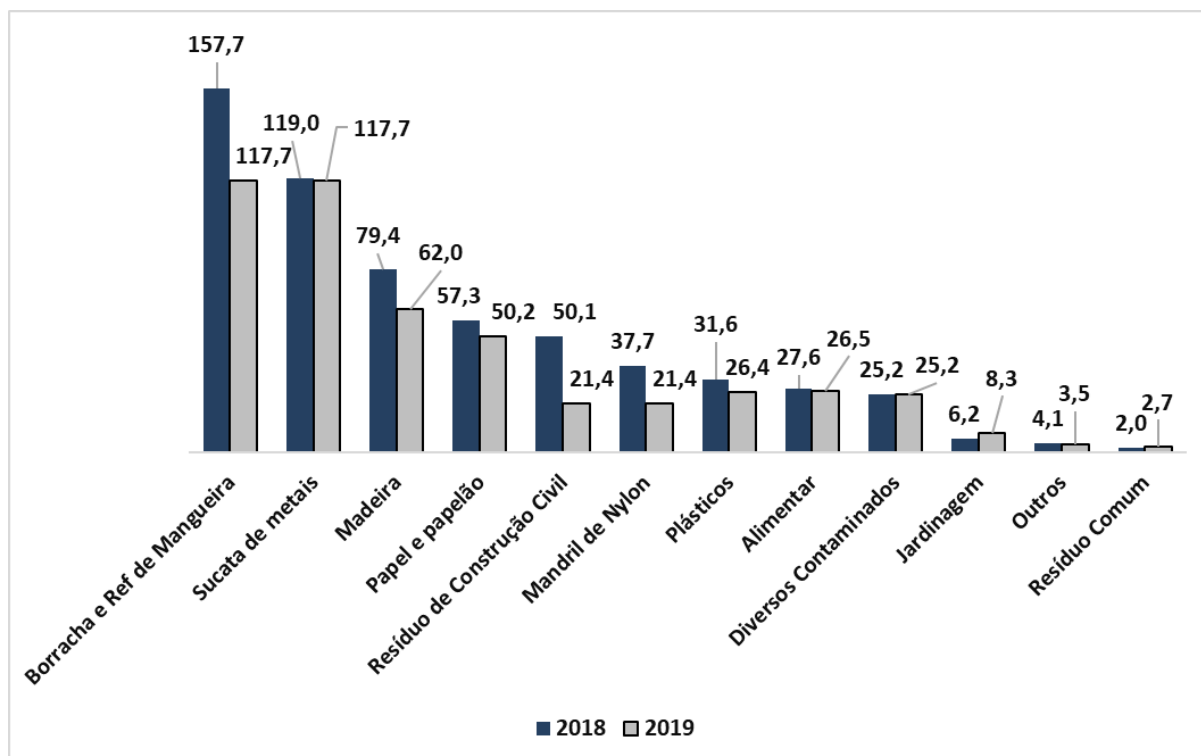
Tabela 4 - Comparação da Destinação dos Resíduos

Resíduo	Inicialmente	Após Medidas de Gestão
Borracha e Ref. de Mangueira	Aterro Sanitário	Reciclagem
Sucata de Metais	Reciclagem	Reciclagem
Madeira	Coprocessamento	Coprocessamento
Papel e Papelão	Reciclagem	Reciclagem
Construção Civil	Aterro Sanitário	Reciclagem
Mandrill de Nylon	Reciclagem	Reciclagem
Plástico	Reciclagem	Reciclagem
Alimentar	Aterro Sanitário	Compostagem
Diversos Contaminados	Compostagem	Compostagem
Jardinagem	Aterro Sanitário	Compostagem
Outros	Reciclagem	Reciclagem
Resíduo Comum	Aterro Sanitário	Aterro Sanitário
Ambulatorial	Incineração	Incineração

Fonte: O autor (2020)

A Figura 10 apresenta a quantidade de resíduos gerados no ano de 2018 e 2019.

Figura 10 - Geração de resíduos entre os anos de 2018 e 2019 (toneladas)



Fonte: O autor (2020)

Ao analisar a Tabela 4 e a Figura 10, observa-se que apenas o resíduo comum continua sendo destinado ao aterro sanitário, esse resíduo corresponde a aproximadamente 0,42% (4,7 toneladas) do montante de resíduo produzido no período III (1109,16 toneladas), mostrando que as ações implementadas durante o Período II foram eficazes e continuam gerando resultados positivos, garantindo assim a manutenção da certificação.

5.5 CUSTOS DAS DESTINAÇÕES

Levantou-se os custos referentes às destinações dos resíduos gerados entre os anos de 2014 e 2019 afim de avaliar a variação dos gastos com a destinação de resíduos.

A Tabela 5 mostra o valor gasto por tipo de destinação entre os anos de 2014 a 2015, período anterior a implementação das medidas de redução de destinação de resíduos ao aterro sanitário.

Tabela 5 - Custos com a destinação de resíduos em reais (2014 - 2015)

Tipo de Destinação	2014	2015
Aterro Sanitário	72.920,00	83.047,00
Reciclagem	62.546,24	51.884,15
Coprocessamento	24.492,00	20.714,34
Custo total anual	159.958,24	155.645,49

Fonte: O autor (2020)

Durante os anos de 2014 e 2015, de acordo com a destinação apresentada na Figura 2, destinou-se o total de 312 toneladas para o aterro sanitário (resíduo comum, construção civil e borracha e refugo de mangueira), 161 toneladas para a reciclagem (plástico, papel e papelão e outros) e 148 toneladas para o coprocessamento (madeira e diversos contaminados). Observa-se que em média, durante os anos de 2014 e 2015 o gasto com a destinação de resíduos para aterro sanitário foi de aproximadamente R\$ 500,00 por tonelada de resíduo destinado, enquanto o gasto com a destinação para a reciclagem foi de R\$ 712,00 por tonelada e para o coprocessamento foi de R\$ 306,00 por tonelada. Nota-se que a Tabela 5 não apresenta gastos específicos com a destinação de resíduos de borracha, resíduos de construção civil e compostagem, isso ocorre pois no período em questão esses resíduos eram destinados ao aterro sanitário, portanto estão inclusos no valor total de destinação ao aterro sanitário.

Nos anos de 2014 e 2015 destinou-se cerca de 620,5 toneladas de resíduos, o gasto médio com a destinação de resíduos nesse período foi de aproximadamente R\$ 509,00 por tonelada de resíduo destinado.

A partir do ano de 2016 o pagamento referente a destinação de resíduos começou a ser efetuado mensalmente, a mudança foi realizada pois a matriz corporativa criou parcerias com empresas responsáveis pelo transporte, recebimento e tratamento dos resíduos sólidos. Essas parcerias foram realizadas a fim de atender todas as plantas do Brasil, garantindo uma melhor previsibilidade dos gastos com a

destinação de resíduos. Contratou-se as empresas responsáveis pela destinação dos resíduos, especificadas a seguir:

- Empresa 1: Responsável pelo transporte de todos os resíduos recicláveis (papel e papelão, plástico, vidro, pilhas e baterias, lâmpadas, lubrificantes e óleos, sucata eletrônica e óleo vegetal). O único custo gerado por esses resíduos é o custo do transporte. A empresa 1 possui um contrato fixo mensal para realizar uma coleta semanal de cada tipo de resíduo.
- Empresa 2: Responsável pelos resíduos enviados ao coprocessamento (diversos contaminados e madeira) e a incineração (ambulatório). O custo dessa empresa varia de acordo com a quantidade de resíduos destinados.
- Empresa 3: Responsável pelos resíduos enviados a compostagem (resíduo alimentar e jardinagem). Essa empresa é paga mensalmente para realizar 10 coletas mensais, independentemente da quantidade de resíduo gerado.
- Empresa 4: Responsável pelos resíduos destinados ao aterro sanitário (resíduo comum). O custo dessa empresa varia de acordo com a quantidade de resíduos destinados.
- Empresa 5: Responsável pelos resíduos de borracha e refugo de mangueira destinados a reciclagem. Essa empresa é paga de acordo com a quantidade de resíduos destinados.
- Empresa 6: Responsável pelos resíduos de construção civil destinados a reciclagem. Essa empresa é paga de acordo com a quantidade de resíduos destinados.

A Tabela 6 mostra o valor pago para essas empresas entre os anos de 2016 e 2019.

Tabela 6 - Valor pago para a destinação de resíduos (Valor em reais – R\$)

Ano	2016	2017	2018	2019
Empresa 1	4.500,00/mês	4.500,00/mês	4.800,00/mês	4.800,00/mês
Empresa 2	500,00/t	500,00/t	540,00/t	540,00/t
Empresa 3	6.000,00/mês	6.000,00/mês	7.000,00/mês	7.000,00/mês
Empresa 4	300,00/t	300,00/t	370,00/t	370,00/t
Empresa 5	400,00/t	400,00/t	470,00/t	470,00/t

Empresa 6 270,00/t 270,00/t 310,00/t 310,00/t

Fonte: O autor (2020)

A Tabela 7 mostra o gasto total por ano com a destinação de resíduos entre os anos de 2016 e 2019.

Tabela 7 – Custo com a destinação de resíduos de 2016 a 2019 (Valor em real – R\$)

Ano	2016	2017	2018	2019	TOTAL
Empresa 1	54.000,00	54.000,00	57.600,00	57.600,00	223.200,00
Empresa 2	53.560,00	52.285,00	57.731,40	47.142,00	210.718,40
Empresa 3	36.000,00	72.000,00	84.000,00	84.000,00	276.000,00
Empresa 4	31.668,00	1.416,00	754,80	980,50	34.819,30
Empresa 5	50.148,00	71.936,00	74.123,70	64.723,70	260.931,40
Empresa 6	5.813,10	25.928,10	15.540,30	6.633,38	53.914,88
TOTAL	255.189,10	301.565,10	313.750,20	285.079,58	1.059.583,98

Fonte: O autor (2020)

A Tabela 8 mostra a quantidade total de resíduos destinados entre os anos de 2016 e 2019.

Tabela 8 –Quantidade de resíduos destinados entre os anos de 2016 e 2019 (toneladas)

Ano	2016	2017	2018	2019	TOTAL
Empresa 1	84,1037	95,27	92,95	79,89	352,21
Empresa 2	107,12	104,57	106,91	87,3	405,90
Empresa 3	17,12	44,71	33,84	34,74	130,41
Empresa 4	105,56	4,72	2,04	2,65	114,97
Empresa 5	125,37	179,84	157,71	137,71	600,63
Empresa 6	21,53	96,03	50,13	21,40	189,09
TOTAL	460,80	525,14	443,58	363,69	1793,21

Fonte: O autor (2020)

Os dados apresentados nas Tabelas 6, 7 e 8 mostram que o gasto para realizar a destinação dos resíduos entre os anos de 2016 e 2019 foi de aproximadamente R\$ 590,90 por tonelada de resíduo. Nota-se um aumento em relação ao custo da destinação da tonelada de resíduo dos anos de 2014 e 2015 de R\$ 509,00, esse aumento foi previsto pela planta, pois o contrato corporativo realizado com as empresas de destinação de resíduos visa diminuir os gastos de uma maneira geral, olhando para todas as plantas do Brasil e nesse quesito a Planta estudada no presente

projeto foi prejudicada devido a sua localização, gerando um custo elevado com o transporte dos resíduos recicláveis.

Os resíduos de mandril de nylon e sucata de metais são vendidos gerando uma receita anual entre os anos de 2016 e 2019 apresentada na Tabela 9. Os anos de 2014 e 2015 não foram apresentados pois os dados sobre esse período não eram confiáveis, visto que o controle era feito manualmente e alguns documentos não foram encontrados.

Tabela 9 - Receita gerada com a venda de resíduos entre os anos de 2016 a 2019

(valores em reais –R\$)

RESÍDUO	2016	2017	2018	2019	TOTAL
Mandril de Nylon	16.842,00	14.640,50	18.850,00	19.257,00	69.589,50
Sucata de metais	75.081,60	47.212,00	76.172,80	75.303,68	273.770,08
TOTAL	91.923,60	61.852,50	95.022,80	94.560,68	343.359,58

Fonte: O autor (2020)

A partir dos dados apresentados na Tabela 9 nota-se que no ano de 2017 a receita gerada com a venda dos resíduos foi menor, isso deve-se a dois fatores. O primeiro está relacionado a implementação das ações afim de reduzir a geração de resíduos, essas ações fizeram com que entre o ano de 2016 e 2017 houvesse uma redução de aproximadamente 70 toneladas de resíduos de mandril de nylon e sucata de metais. O segundo fator relaciona-se com o valor de venda dos resíduos, o qual é reajustado a cada 2 anos. Ou seja, no ano de 2017 houve uma queda na geração dos resíduos e não houve reajuste de valor, o que resultou na diminuição da receita anual gerada. Em 2018 e 2019 manteve-se a redução da geração de resíduos, porém houve o reajuste no valor da venda. A venda do mandril de nylon teve o reajuste de R\$ 150,00 por tonelada e a sucata metálica de R\$ 200,00 por tonelada.

A receita gerada com a venda dos resíduos é utilizada para realizar implementar melhorias relacionadas ao meio ambiente, o projeto recicla, projeto de redução de resíduos de madeira e o projeto de redução de resíduos do banheiro são exemplos de projetos financiados através da venda dos resíduos de sucata metálica e de mandril de nylon.

5.6 GANHOS AMBIENTAIS

A implementação das medidas durante o Período II (entre junho de 2016 e dezembro de 2017), e sua manutenção durante o Período III (entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019) evitou que aproximadamente 756 toneladas de resíduos fossem destinadas ao aterro sanitário entre os anos de 2017 e 2019.

5.6.1 Resíduos de Borracha e Refugo de Mangueira

Cerca de 475,3 toneladas de resíduos de borracha e refugo de mangueira deixaram de ser destinadas ao aterro sanitário entre os anos de 2017 e 2019. Considerando a densidade média desse resíduo como $14,3\text{g/cm}^3$ a destinação para reciclagem evitou o comprometimento de 33m^3 da capacidade de um aterro sanitário.

Os resíduos de borracha não possuem tempo de decomposição estimado, absorvem os gases liberados durante a decomposição de outros resíduos e acumulam chorume em seu interior. O acúmulo de gases faz com que o material inche e tenda a subir, prejudicando a cobertura do aterro sanitário, que possui a finalidade de minimizar a emissão de gases e diminuir a infiltração de água nos resíduos depositados no aterro (ODA; FERNANDES JÚNIOR, 2001).

Com a venda deste resíduo, a borracha é triturada e utilizada na fabricação do asfalto ecológico tendo uma aplicação mais nobre e reduzindo o consumo da matéria-prima não renovável, no caso o petróleo, retirada da natureza.

5.6.2 Resíduos de Construção Civil

Entre os anos de 2017 e 2019, 167,5 toneladas de resíduos de construção civil deixaram de ser destinados ao aterro sanitário e foram utilizados na fabricação de concreto não estrutural, consequentemente diminuindo a extração da matéria-prima utilizada para fabricá-lo (areia e brita), além de contribuir para o aumento do tempo de vida útil do aterro sanitário.

5.6.3 Resíduos Orgânicos

Considerando os resíduos alimentares e de jardinagem como resíduos orgânicos, entre os anos de 2017 e 2019, aproximadamente 113,3 toneladas deixaram de ser destinadas ao aterro sanitário e foram destinadas à compostagem.

Destinar resíduos orgânicos à compostagem diminui a produção de chorume, gases que contribuem para o efeito estufa e aumenta o tempo de vida útil do aterro sanitário.

Diferentemente do chorume produzido nos aterros sanitários, que pode conter metais pesados, sólidos suspensos e é altamente tóxico ao solo e a água, o chorume gerado na compostagem origina-se de compostos orgânicos não contaminados, e a alta temperatura gerada no processo de compostagem elimina organismos patogênicos, com isso, quando diluído em água, pode ser utilizado como biofertilizante (RODRIGUES, 2015). Além disso, o processo de fermentação que ocorre na compostagem tem como subproduto apenas biomassa, CO₂ e água, diferentemente do processo de decomposição dos resíduos orgânicos nos aterros sanitários que além do CO₂ também gera gás metano, considerado 23 vezes mais agressivo que o dióxido de carbono, em termos de aquecimento global (GODOY, 2010).

5.6.4 Outros Resíduos

A reciclagem dos resíduos de papel, plástico, vidro, sucata de metais, mandril de nylon, sucata eletrônica, óleos, lâmpadas, pilhas e baterias, contribuem com o aumento do tempo de vida útil do aterro sanitário, bem como com a preservação das matérias-primas utilizadas na fabricação de novos produtos.

A incineração dos resíduos ambulatoriais, bem como o coprocessamento dos resíduos de madeira e diversos contaminados são realizados com recuperação energética, ou seja, o calor gerado na queima dos resíduos é reaproveitado para gerar a energia que abastece o próprio incinerador. diminuindo assim a demanda energética que seria utilizada para a queima desses resíduos.

6 CONCLUSÃO

Após a apresentação e análise dos dados, conclui-se que as medidas implementadas a fim de reduzir a destinação de resíduos ao aterro sanitário para uma quantidade inferior e 2%, garantindo a certificação de “Zero Resíduos para Aterro Sanitário” foram assertivas e trouxeram resultados benéficos ao meio ambiente, como:

- Diminuição da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, originados da decomposição de matéria orgânica nos aterros sanitários;
- Aumento do tempo de vida útil dos aterros sanitários;
- Diminuição da chance de possíveis contaminações do solo e da água provenientes do chorume gerado nos aterros sanitários;
- Preservação da matéria-prima utilizada na fabricação de novos materiais.
- Aumento da consciência ambiental dos colaboradores da empresa.

Conclui-se também que a alteração do tipo de destinação dos resíduos gerou, para a Planta, um aumento de custo relacionado com o transporte dos resíduos. Porém, esse aumento de custo é absorvido pela economia resultante da destinação dos resíduos das outras Plantas da empresa no Brasil.

Por fim, pode-se afirmar que os objetivos do projeto foram alcançados e que ao concluir as ações que ainda estão em processo de implementação a Planta tende a zerar a sua destinação de resíduos para o aterro sanitário.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2012**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2013.

ABRELPE. **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2017. Disponível em: http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf. Acesso em: 6 Jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1996

BELATO, M. N. **Análise da geração de poluentes na produção de cimento Portland com o coprocessamento de resíduos industriais**. Itajubá, 2013. Dissertação (Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Itajubá - Unifei.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 6 Jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR - 12. Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, 08 de junho de 1978.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. Conselho Nacional do meio ambiente (CONAMA). Resolução n. 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao/residuos/CONAMA3132002.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BUDIZIAK, C. R.; MAIA, C.M. B. F; MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. **Química Nova**, v. 27, p. 399-403, 01 06 2004. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Transformacoes_quimicas_da_materia_organica_durant.pdf. Acesso em: 7 Mai. 2020.

BUENO, P et al. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 5069–5077, 2008. Disponível em:

https://www.academia.edu/18565729/Optimizing_composting_parameters_for_nitrogen_conservation_in_composting. Acesso em: 6 Jun. 2020.

BURGE, E. **Nestlé USA Announces that All 23 Factories Achieve Zero Waste to Landfill.** Nestle USA. Glendale, 2015. Disponível em: <https://www.nestleusa.com/media/pressreleases/nestle-usa-announces-that-all-23-factories-achieve-zero-waste-to-landfill>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a10v35n3.pdf>. Acesso em: 11 Jun. 2020

DMITRUK, H. B. (ORG.). CADERNOS METODOLÓGICOS: DIRETRIZES DA METODOLOGIA CIENTÍFICA. 5. ED. CHAPECÓ: ARGOS, 2001. 123 P.

DOPPELT, B; DOWLING-WU, L. Establishing Environmentally Sustainable and Economically Efficient Economies: From Waste Management Towards Zero Waste. **Center for Watershed and Community Health**, Portland, 1999.

FERNANDES, T. Lixo: Compreender. **Ciência Hoje**, RJ, junho 2006. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2940902/mod_resource/content/1/REVISTA%20CI%20NCIA%20HOJE%20-%20LIXO%20-%20COMPREENDER%20PARA%20ESCLARECER.pdf. Acesso em: 6 Jun. 2020.

FONSECA, L. H. A. Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 01, n. 000036, 07 10 2013. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/reciclagem-o-primeiro-passo-para-preservacao-ambiental>. Acesso em: 7 Mai. 2020.

FORD MOTOR COMPANY. **Apresentação: O sonho da mobilidade. Ford Brasil.** 2020. Disponível em: <https://www.ford.com.br/sobre-a-ford/historia/>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, J. C. **Compostagem**. Ministerio do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2020

GONZAGA, C. A. M. Marketing verde de produtos florestais: teoria e prática. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v35i2.4623>. Acesso em: 8 Mai. 2020.

GREENPEACE. **Incineração e Saúde Humana: Estudo do Conhecimento Sobre os Impactos da Incineração na Saúde Humana**. Reino Unido. 13 p. Disponível em: http://greenpeace.org.br/toxicos/pdf/sumario_exec_health.pdf. Acesso em: 7 Mai. 2020.

GUTBERLET, J. Waste to Energy, Wasting Resources and Livelihoods. In: KUMAR, S. **Integrated Waste Management**. IntechOpen, 2011. cap. 12. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/17195>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

HUMER, M; LECHNER, P. Alternative approach to the elimination of greenhouse gases from old landfills 17(6), 443–452. **Waste Management & Research**, v. 17, n. 6, p. 443-452, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734242X9901700607>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

IBGE. **SIDRA**: sistema IBGE de recuperação automática. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Tabela 1202, 2011. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1202#resultado>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

IPEA. **INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA**. Brasil em desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA., 2007.

JAMES, B. **Lixo e Reciclagem**: Preservem o Mundo. São Paulo: Scipione, 1992.

LINO, I. **SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS: ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS**. Rio Claro, 2007. Dissertação (Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92745/lino_ic_me_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em: 6 Jun. 2020.

MALARD, A. A. M. **Avaliação ambiental do setor de coprocessamento do estado de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321658>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2018. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

MESZ, E. et al. Manual Para Indústria Alcançar o Resíduo Zero para Aterro. In: 24ª EDIÇÃO DO PRÊMIO FIESP DE MÉRITO AMBIENTAL, 24. 2018.

MORAIS, G. Estudo das restrições à implantação de aterros sanitários no cone leste paulista: Uma análise das áreas de recarga de aquíferos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XIII. 2004, São Paulo, 2004. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/23466-85016-1-PB.pdf>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e Gestão Ambiental**. 6. ed. Del Rey, 2011.

NESTLÉ USA. **About Us**: Nestlé in the United States. 2019. Disponível em: <https://www.nestleusa.com/about-us>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

ODA, S; FERNANDES JÚNIOR, J. L. Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação. Acta Scientiarum, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1589-1599, 2001. Disponível em: < <http://www.ibict.br/> >

PATTON, M. Q. **Qualitative Research and Evaluation Methods**. 3. ed. London: Sage Publications, 2002.

PORTELA, M. O; RIBEIRO, J. C. Aterros Sanitários: Aspectos gerais e destino final dos resíduos. **Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul, v. 4, n. 1, p. 115 - 134, 2014.

REIS, W. **Análise do modelo de gestão de resíduos sólidos do município de Formosa - GO e a atuação dos atores envolvidos**. Brasília, 2006. Dissertação (Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/1702/1/DISSERTACAO%20DE%20MESTRADO%20-%20WENDER%20FREITAS%20REIS.pdf>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

RODRIGUES, P. **Húmus líquido aumenta produtividade em até 20%**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3763818/humus-liquido-aumenta-produtividade-em-ate-20#:~:text=Tamb%C3%A9m%20conhecido%20por%20vermicomposto%2C%20o,po de%20ser%20aproveitado%20como%20biofertilizante>. Acesso em: 13 Jun. 2020

SALOMÃO, J. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma Empresa de Usinagem sobre o enfoque da Produção mais Limpa**. São Carlos, 2011. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-13072011-100539/publico/simiao.pdf>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

SANTOS, G. G. D. **Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: o caso da incineração e da disposição em aterros**. 2011. dissertação (mestrado – Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós graduação e pesquisa de engenharia) – universidade federal do rio de janeiro. rio de janeiro. disponível em: http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/guilhermegarciadiasdossantos.pdf. acesso em: 5 Jun 2020.

SCHAEFFLER DO BRASIL. **História. Schaeffler do Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.schaeffler.com.br/content.schaeffler.com.br/pt/empresa/hist%C3%B3ria/index.jsp>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

SCHAEFFLER DO BRASIL. **Schaeffler Brasil torna-se uma planta zero aterro**. Sorocaba, 2019. Disponível em: https://www.schaeffler.com.br/content.schaeffler.com.br/pt/news_media/imprensa/comunicados-de-imprensa/press_releases_detail.jsp?id=87352193. Acesso em: 6 Jun. 2020.

SILVA, G. H. R; BATTISTELLE, R. A. G. Resíduos Sólidos no Brasil: Contextos, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 685-698, dez 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00685.pdf>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

SNOW, W; DICKSON, J. **Getting There! The Road to Zero Waste**. Auckland: Envision New Zealand, 2003. Disponível em: <http://www.gaialibrary.org/system/files/Getting%20there%21%20The%20Road%20to%20Zero%20Waste%20Strategies%20for%20Sustainable%20Communities.pdf>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

STRAUCH, M; ALBUQUERQUE, P. P. **Resíduos**: Como lidar com recursos naturais. São Leopoldo: Oikos, 2008.

TRATSCH, M. Composition and mineralization of organic compost derived from composting of fruit and vegetable waste. **CERES**, VIÇOSA, v. 66, n. 4, p. 307-315. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2019000400307&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 Mai. 2020.

WEBSTER, J; WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. **MIS Quarterly**, v. 26, n. 2, 2002. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2017160.2017162>. Acesso em: 6 Jun. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.