

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

ALEXANDRE VAPLAK FARIA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS EM UMA EMPRESA
FABRICANTE DE RODAS AGRÍCOLAS**

CASCABEL

2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

ALEXANDRE VAPLAK FARIA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS EM UMA EMPRESA
FABRICANTE DE RODAS AGRÍCOLAS**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor (a) Orientador (a): Me Janes Caciano
Frozza

CASCADEL

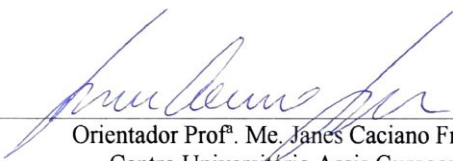
2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
ALEXANDRE VAPLAK FARIA

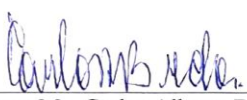
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS EM UMA EMPRESA
FABRICANTE DE RODAS AGRÍCOLAS

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor (a) Janes Caciano Frozza

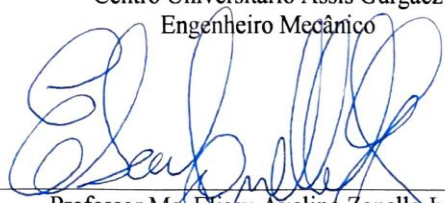
BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof.^º Me. Janes Caciano Frozza
Centro Universitário Assis Gurgacz
Bacharel em Química



Professor Me. Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Professor Me. Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico

Cascavel, 27 de Novembro de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que sempre me incentivou e apoiou na busca do conhecimento para chegar à conclusão desta etapa tão significativa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar, me dar força durante todo o caminho até este momento.

Agradeço aos meus pais, Nildeomar e Janice por sempre me apoiar e incentivar, e por sempre estarem ao meu lado quando precisei e também a Aline e o Chico por fazerem parte desta etapa me aconselhando e ajudando sempre que foi preciso.

Minha namorada, Juliana, por me acompanhar e aturar durante este período.

Agradeço em especial ao meu Orientador, Professor M.e Janes Cacio Frozza, pelo seu tempo e dedicação para me auxiliar durante esse projeto.

E a todos os professores do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, que passaram seus conhecimentos durante todo o curso.

Agradeço meu Coorientador M.e Carlos Alberto Breda, pelo apoio durante as pesquisas para a conclusão deste trabalho.

A empresa que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho, e proporcionou a oportunidade da vivência dentro de uma empresa privada.

A todas as amigas que foram construídas durante todo o curso.

RESUMO

A busca por soluções na área de resíduos indica a demanda da sociedade por mudanças motivadas pelos altos custos ambientais e socioeconômicos. A criação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos surge para a adequação de ações que visem a minimização de impactos ambientais, tanto no âmbito dos municípios quanto em empresas. As empresas também possuem o desafio de minimizar e gerenciar seus resíduos sólidos, para isso é necessário o conhecimento prévio da empresa e de suas atividades, que buscam a criação de máquinas que aumentem a eficiência dos processos industriais através de novas tecnologias. Assim, o objetivo do presente trabalho foi estimar os resíduos sólidos gerados em uma planta de fabricação de rodas, visando à proposição técnica para o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS). O estudo foi realizado em uma empresa que produz rodas agrícolas, localizada no oeste do Paraná. A primeira parte do estudo visou o conhecimento prévio da empresa, em que foram realizadas visitas semanais em todos os setores geradores e conversas com os colaboradores de cada setor, foi possível também identificar o processo produtivo da empresa e assim separar a mesma em sete setores distintos (corte, conformação, estampagem, usinagem, montagem, acabamento, e pintura e expedição). Na segunda parte do trabalho foram realizadas as análises quantitativas, nas quais os resíduos sólidos de cada setor foram armazenados no período de uma semana e, ao final, separados – de acordo com suas categorias – e pesados. Os resíduos foram classificados de acordo com a Norma ABNT NBR 10004:2004, possibilitando identificar que a empresa possui geração de resíduos de todas as classes, sendo eles perigosos ou com potencial para reciclagem. Visando um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos, foram realizadas ações desde a etapa de geração até a disposição final dos resíduos sólidos, e por fim, a recomendação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos industriais. Gerenciamento. Classificação.

ABSTRACT

The search for solutions in the area of solid wastes indicates society's demand for changes driven by high environmental and socioeconomic costs. The creation of the National Policy on Solid Waste arises for the adaptation of actions aimed at minimizing environmental impacts, both within municipalities and companies. Companies also have the challenge of minimizing and managing their solid waste, which requires prior knowledge of the company and its activities, which seek to create machines that increase the efficiency of industrial processes through new technologies. Thus, the objective of this work was to estimate the solid waste generated in a wheel manufacturing plant, aiming at the technical proposal for the solid waste management plan (PGRS). The study was conducted in a company that produces agricultural wheels, located in western Paraná. The first part of the study aimed to know the company, where weekly visits were made in all generating sectors and conversations with employees of each sector, it was also possible to identify the company's production process and thus separate it into seven distinct sectors (cutting, forming, stamping, machining, assembly, finishing and painting and shipping). The second part of the work aimed at quantitative analysis, where solid waste from each sector was stored within a week and at the end separated according to their categories and weights. The residues were classified according to ABNT NBR 10004: 2004 Standard, making it possible to identify that the company has waste generation of all classes, whether hazardous or with potential for recycling. Aiming at an adequate solid waste management, actions were taken from the generation stage to the final solid waste disposal and finally the recommendation of the solid waste management plan.

Keywords: Solid Wastes; Management; Classification;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama esquemático de algumas definições utilizadas.....	19
Figura 2: Fluxograma do balanço de massa do processo industrial.	19
Figura 3: Hierarquia do gerenciamento de resíduos.....	23
Figura 4: Caracterização e classificação dos resíduos sólidos.	26
Figura 5: Poluição – critérios de classificação.	29
Figura 6: Fatores motivadores para a gestão ambiental empresarial no estágio de integração externo	30
Figura 7: Processo de produção de aros agrícolas.	32
Figura 8: Acúmulo de resíduos na usinagem	34
Figura 9: Resíduos aguardando coleta.....	34
Figura 10: Matéria-prima antes do corte e pós corte	35
Figura 11: Exemplo dos processos desde o corte da matéria-prima até a expedição do produto finalizado.....	37
Figura 12: Resíduos de corte 01	38
Figura 13: Resíduos de corte 02	39
Figura 14: Caçamba estacionária para disposição de resíduos industriais sólidos..	39
Figura 15: Tonéis para armazenamento de sucata.	41
Figura 16: Sucata de metais ferrosos.....	42
Figura 17: Local para disposição de resíduos de papelão e plástico.....	43
Figura 18: Resíduos do setor de acabamento.	45
Figura 19: Resíduos de embalagens de madeira.	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Aproveitamento de corte baseado no peso total da chapa	35
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação e quantificação dos resíduos identificados no setor de corte.	38
Tabela 2: Classificação e quantificação dos resíduos do setor de conformação.....	40
Tabela 3: Classificação e quantificação dos resíduos no setor de estampagem.....	41
Tabela 4: Resíduos gerados no setor de usinagem.....	42
Tabela 5: Resíduos gerados no setor de montagem.	43
Tabela 6: Resíduos gerados no setor de acabamento e pintura.	44
Tabela 7: Resíduos gerados no setor de expedição.	45
Tabela 8: Quantificação total dos resíduos sólidos gerados no período de uma semana de acordo com o setor de origem.	46
Tabela 9: Geração total de resíduos sólidos.	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo das oportunidades para melhoria no gerenciamento dos resíduos identificados durante o trabalho.	48
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

EPI – Equipamento de Proteção Individual.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

NBR – Norma Brasileira.

PET – Politereftalato de Etileno.

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

SGA – Sistema de Gestão Ambiental.

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente.

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

SUASA – Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 OBJETIVO GERAL	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	16
CAPÍTULO 2	17
2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1.1 RESÍDUOS INDUSTRIAIS	17
2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	23
2.1.3 RELAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS COM A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	26
2.1.4 GESTÃO AMBIENTAL	28
3.1 METODOLOGIA	31
3.1.1 TIPO DE PESQUISA.....	31
3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	31
3.1.3 COLETA DE DADOS	32
3.1.4 ANÁLISE QUALITATIVA.....	33
3.1.5 ANÁLISE QUANTITATIVA	33
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1.1 DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS.....	36
4.1.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	36
4.1.2.1 SETOR DE CORTE	37
4.1.2.2 SETOR DE CONFORMAÇÃO	40
4.1.2.3 SETOR DE ESTAMPAGEM.....	40
4.1.2.4 SETOR DE USINAGEM	41

4.1.2.5 SETOR DE MONTAGEM.....	43
4.1.2.6 SETOR DE ACABAMENTO E PINTURA	44
4.1.2.7 SETOR DE EXPEDIÇÃO	45
4.2 GERAÇÃO TOTAL NOS SETORES DE PRODUÇÃO	46
CAPÍTULO 5.....	48
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
CAPÍTULO 6.....	50
6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.	50
ANEXO 1 – Relatório de corte a plasma.	54

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), a gestão inadequada dos resíduos sólidos causa inúmeros impactos socioambientais negativos, tais como: contaminação e degradação do solo, poluição da água, proliferação de vetores de importância sanitária, potencialização dos efeitos de enchentes, entre outros. Perante potenciais prejuízos, é fundamental implementar políticas públicas que garantam a destinação adequada dos resíduos sólidos.

A geração de resíduos sólidos no Brasil alcançou em 2015 aproximadamente 79,9 milhões de toneladas, tendo um acréscimo de 1,7% em relação ao ano anterior. Os resíduos processados em indústrias de reciclagem possuem defasagem na geração de dados, pois os únicos estudados são o alumínio, o papel e o plástico. O índice de reciclagem destes resíduos é 97,9%, 45,7% e 58,9% respectivamente no ano de 2012 (ABRELPE, 2015).

Desse modo, a crescente geração de resíduos sólidos vem sendo acompanhada por avanços nas políticas públicas e indícios de melhorias nos sistemas de gestão das cidades, instituições públicas e privadas (BRASIL – PNRS, 2012).

Segundo a Secretaria de estado de meio ambiente e recursos hídricos (2016), o plano de gerenciamento de resíduos sólidos busca minimizar a geração de resíduos direto na fonte por meio de adequação de segregação na origem, controle e redução de riscos ao meio ambiente e assegurar o manuseio correto e a disposição final, em conformidade com a legislação vigente.

Os resíduos sólidos se tornaram um dos problemas mais preocupantes da sociedade humana nos últimos anos, uma vez que o seu ritmo de produção, bem como sua capacidade de deposição é cada vez mais limitado, não só pela escassez de espaço físico, como também da legislação que se torna cada vez mais rígida no que tange à questão ambiental. Outros fatores importantes que determinaram o aumento excessivo dos resíduos sólidos foram o modo de vida e os hábitos alimentares da população, o que levou a um aumento considerável de resíduos produzidos diariamente (WRIGHT, 2004).

A disposição, no meio ambiente, de resíduos resultantes das atividades humanas, pode originar sérios problemas ambientais, como por exemplo a

contaminação do solo e das águas. Além disso, um maior consumo de recursos naturais possui como consequência um aumento da geração de resíduos.

A questão dos resíduos sólidos no Brasil tem sido amplamente discutida, principalmente a partir da publicação dos resultados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), em 2008, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes resultados mostraram a necessidade de maior envolvimento em todas as etapas da gestão de resíduos sólidos, desde o gerador até a definição de políticas públicas em todos os âmbitos.

Segundo a PNSB (2008), de todos os resíduos coletados, cerca de 27,7% são destinados aos aterros sanitários, 22,5% são encaminhados a aterros controlados e 50,8% são descarregados em vazadouros a céu aberto.

Para melhorar a eficiência da separação e, conseqüentemente, da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos, é imprescindível a elaboração de políticas de gestão integradas de resíduos sólidos, que se resumem em etapas funcionais que compreendem a geração, o acondicionamento, a coleta, o armazenamento, o transporte, a recuperação e a disposição final dos resíduos sólidos. Assim, estas etapas devem ser detalhadamente descritas e apresentadas em um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos apresenta-se, essencialmente, como um documento que tem por finalidade a administração integrada dos resíduos por meio de um conjunto de ações de âmbito normativo, operacional, financeiro e planejado.

Este plano considera aspectos referentes à segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos, priorizando atender requisitos ambientais e de saúde pública. Além da administração dos resíduos, o PGRS tem como base a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos gerados dentro de uma fábrica de rodas agrícolas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Estimar a geração dos resíduos sólidos industriais produzidos em uma fábrica de rodas agrícolas localizada no município de Cascavel - PR, com o intuito a proposição técnica para a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificação dos setores e processos dentro da empresa;
- Caracterizar quali-quantitativamente os resíduos que são gerados em cada setor;
- Propor ações técnicas para melhorar a gestão dos resíduos sólidos na empresa.

1.3 JUSTIFICATIVA

Atividades humanas geram resíduos que usualmente são descartados por serem considerados inúteis. Esses resíduos são, normalmente, sólidos que podem ser reutilizados e podem ser recursos para produção industrial ou geração de energia se manuseados corretamente.

Historicamente, o gerenciamento de resíduos é uma função da engenharia. Ele está relacionado à evolução da sociedade tecnológica, que juntamente com os benefícios da produção em massa, também criou problemas que necessitam do descarte dos resíduos sólidos.

O gerenciamento integrado dos resíduos sólidos se refere a uma abordagem estratégica para um gerenciamento sustentável de resíduos, cobrindo todas as fontes e aspectos, geração e separação, transporte, classificação, tratamento, recuperação e disposição final, com ênfase em maximizar a eficiência do uso dos recursos.

Neste sentido, este trabalho vem trazer à tona a problemática do mau gerenciamento de resíduos sólidos industriais que ocorre nos dias atuais dentro das empresas.

Trazer essa problemática para o meio acadêmico é suscitar o interesse de futuros engenheiros a melhorar ainda mais a qualidade de vida dos envolvidos nesse processo, além de despertar novos estudos a essa temática.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa realizada neste trabalho foi delimitada em uma empresa fabricante de rodas agrícolas, situada na região oeste do Paraná, na cidade de Cascavel.

Delimitamos a pesquisa em relação à classificação e quantificação dos resíduos industriais gerados em um certo período de tempo, englobando especificamente, os setores de produção da fábrica.

1.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como melhorar a gestão dos resíduos sólidos industriais gerados no processo de fabricação de rodas?

CAPÍTULO 2

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1 RESÍDUOS INDUSTRIAIS

De acordo com Santos, Yamanaka e Pacheco (2005, p. 23) todas as atividades humanas interagem em menor ou em maior grau com o meio ambiente, por meio do consumo de recursos, tanto diretamente como o consumo de água, quanto indiretamente como o consumo de matérias primas, modificando o espaço físico ou gerando resíduos sólidos, efluentes líquidos ou emissões atmosféricas.

Esses tipos de interações entre as atividades humanas e o meio ambiente são conhecidas como aspectos ambientais. Quando tais aspectos não são devidamente controlados, surgem efeitos no meio ambiente, estes efeitos são conhecidos como impactos ambientais.

Todas as empresas, em variados graus de intensidade, geram aspectos que podem ser convertidos em impactos ambientais. Mesmo pequenas indústrias, que à primeira vista parecem não provocar problemas ambientais, podem causar sérios prejuízos caso não tomem os devidos cuidados (SANTOS; YAMANAKA; PACHECO, 2005).

Dentre os aspectos gerados pelas indústrias que podem causar impactos no meio ambiente, temos os resíduos sólidos. “Os resíduos sólidos tem sua denominação derivada do latim: ‘residuu’, que significa o restante, ou seja, o que sobra de determinada substância, acompanhado da expressão ‘sólido’ para diferenciar de líquidos e gases” (NAIME; GARCIA, 2004, p. 113)

Durante muitos anos, as indústrias foram vistas como as principais fontes poluidoras do meio ambiente, isso aconteceu devido ao grande volume de recursos naturais que foram – e ainda são – utilizados em suas produções, grande geração de efluentes, alto consumo de água e emissão de poluentes na atmosfera. Sendo assim, foi necessário frear esse consumo e, para tanto, foi idealizado o desenvolvimento sustentável, o qual visa criar um vínculo saudável entre desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais (SILVA *et al.*, 2005).

O desenvolvimento acelerado e sem planejamento é visto como o maior vilão para a sustentabilidade, pois seus efeitos afetam, de forma negativa, a vida social e os ecossistemas. Essa visão começou a ser ampliada no momento em que a natureza passou a ser admitida como algo finito, assim, a sociedade e os governos passaram a ter preocupações com os impactos ambientais e a buscar formas para minimizar seus efeitos ou até mesmo evitá-los (ABRAMOVAY, 2010).

O Brasil iniciou a busca por novas tecnologias e políticas públicas para um desenvolvimento sustentável. Para isso, empresas desenvolvem *softwares* a fim de otimizar a utilização de matéria prima, água e energia, e produzir menor quantidade de resíduos nas linhas de produção, assim alcançando resultados positivos não só para a economia da empresa, mas também para o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2005).

No que tange às políticas públicas, foram desenvolvidas normas e leis com o objetivo de adequar as indústrias ao desenvolvimento sustentável, esses resultados podem ser vistos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/10 e na norma ABNT 10.004/04 (GANEM, 2012).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a partir da normativa NBR 10.004/2004 resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos 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 tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

De acordo com a legislação norte americana, a definição de resíduos sólidos é:

[...] qualquer tipo de lixo, refugo, lodo de estação de tratamento de esgoto, de tratamento de água ou de equipamento de controle de poluição do ar e outros materiais descartados, incluindo sólidos, líquidos, semissólidos, gás em contêineres resultantes de operações industriais, comerciais, de mineração e agrícolas, e de atividades da comunidade, porém não inclui sólidos ou materiais dissolvidos e esgoto doméstico, sólido ou materiais dissolvidos na água de fluxo de retorno de irrigação e descargas pontuais [...] (USA, 1989 apud PHILIPPI JR., 2005, p. 271).

Para Philippi Jr. (2005), os resíduos são subprodutos da atividade humana com características específicas, definidas, geralmente, pelo processo que as gerou. Do ponto de vista da sociedade, materiais descartados que são aproveitados deixam de ser resíduos, constituindo-se nas matérias-primas secundárias. Quando os resíduos não possuem aproveitamento econômico por nenhum processo tecnológico disponível e acessível são denominados rejeitos.

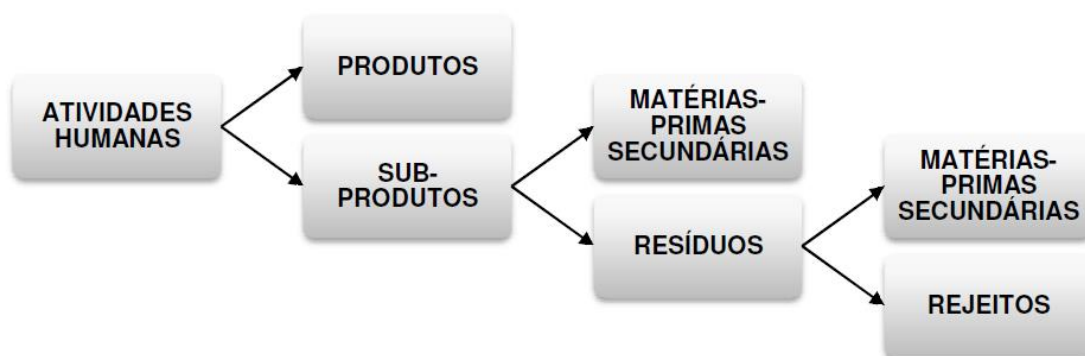


Figura 1: Diagrama esquemático de algumas definições utilizadas.

(Fonte: Philippi Jr., 2005 p. 272)

Nos processos industriais também são gerados subprodutos, resíduos e rejeitos. “Os resíduos industriais são gerados tanto nos processos produtivos quanto nas atividades auxiliares, como manutenção, operação da área de utilidades, limpeza, obras e outros serviços” (PHILIPPI JR., p. 292). A figura a seguir apresenta um balanço de massa com as principais entradas e saídas do processo industrial, com o destaque para os resíduos, que englobam os rejeitos e as matérias primas secundárias.

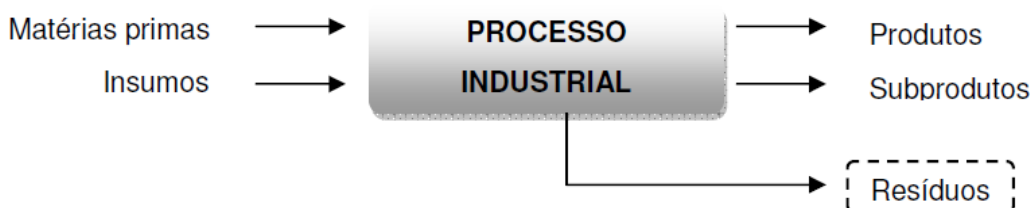


Figura 2: Fluxograma do balanço de massa do processo industrial.

(Fonte: Modificado de Lora (2000), p. 435.)

Segundo Philippi Jr. (2005), algumas das atividades que mais influenciam a geração de resíduos são:

- Projeto do processo: os processos industriais podem ser projetados utilizando tecnologias alternativas, algumas podem ser mais eficientes e outras menos, e algumas utilizando produtos mais perigosos que outros ou gerando resíduos mais perigosos que outros. Por exemplo, a pintura a base de água gera resíduos menos perigosos que a pintura a base de solventes.
- Aquisição e armazenamento de matéria prima: quando adquiridas matérias primas de qualidade superior, em geral há uma contribuição para a melhoria da eficiência do processo. Além disso, utilizando-se matérias primas puras, são geradas menores quantidades de resíduos e são rejeitados menos lotes defeituosos. O excesso de matéria prima pode gerar lotes rejeitados por conta de sua data de validade. Tais lotes não são aproveitados, assim gerando resíduos.
- Operações de produção: Operações de produção e controle de processo quando realizadas de maneira padronizada e competente evitam acidentes e rejeição de lotes por defeitos, diminuindo a quantidade de resíduos.
- Limpeza e manutenção de equipamentos: equipamentos industriais devem passar periodicamente pelo processo de limpeza e manutenção. Na atividade de limpeza são extraídos lodos, lamas, escórias, poeiras, óleos e outros materiais que são considerados resíduos.
- Derramamentos e vazamentos: líquidos que vazaram ou derramaram de seus contêineres originais precisam ser recolhidos e, em muitos casos, não são mais aceitos pelo controle de qualidade para uso na produção. Por diversas vezes as estopas, panos, serragem e outros materiais absorventes passam a fazer parte do próprio resíduo. Entretanto, não é raro encontrar máquinas com vazamento crônico sob as quais a serragem se mantém de forma rotineira, e resíduos sendo transportados sem a tampa do contêiner, ocasionando derramamentos.

De acordo com Santos, Yamanaka e Pacheco (2005, p. 23), os resíduos estão ligados à ideia de desperdício e acontecem por três motivos:

- Uso ineficiente de equipamento, espaço, trabalho, tempo ou energia;
- Materiais gerados no processo que não podem ser reaproveitados;

- Gerenciamento deficiente de recursos.

Além do aspecto do desperdício e em virtude do caráter poluidor, os resíduos devem ser gerenciados de maneira adequada pelas indústrias de forma a proteger, conservar e melhorar a qualidade do meio ambiente, contribuir para a saúde humana e, assegurar uma utilização prudente e racional dos recursos naturais.

Segundo Maia (1992, apud LORA, 2000), o gerenciamento de resíduos sólidos industriais é conceituado como o controle sistemático da geração, coleta, segregação na fonte, estocagem, transporte, processamento, tratamento, recuperação e disposição de resíduos.

De acordo com Cardoso (2008), a gestão de resíduos é um dos itens importantes em um sistema de gestão ambiental (SGA) e visa a diminuição do impacto ambiental dos produtos e processos da indústria, por meio da redução na geração de resíduos, do seu correto tratamento e destinação final. As organizações precisam sistematizar o conjunto das iniciativas referente ao gerenciamento de resíduos sólidos, elaborando procedimentos para cada uma das etapas. Esse sistema é denominado Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Segundo Naime (2005), uma elaboração adequada de procedimentos e normativas para o gerenciamento de resíduos sólidos a serem adotados pelas indústrias deve atender aos seguintes quesitos:

- Quais são os resíduos gerados, em qual quantidade e em quais setores?
- Quais alternativas tecnológicas estão disponíveis?
- Qual o custo dessas alternativas?
- Quais os potenciais riscos a curto, médio e longo prazo, levando em consideração aspectos técnicos, legais, penais, financeiros, éticos e morais?

Todo o processo de gerenciamento deve ser documentado, a fim de garantir a padronização e um controle operacional eficaz. Para facilitar a padronização do sistema, deve ser elaborado o fluxo dos resíduos, desde a geração até a destinação final, sendo identificados os responsáveis por cada uma das etapas que estão no processo (NAIME, 2005).

A Resolução CONAMA n.º 313, de 29 de outubro de 2002, apresenta certa preocupação com a quantidade de resíduos industriais gerados e sua forma de manuseio. Esta resolução dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais, em seu artigo 4.º fica estabelecido que certas tipologias de indústrias

devem apresentar ao órgão estadual de meio ambiente, informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos.

De acordo com a Lei n.º 12.305/2010, artigo 20.º, os geradores de resíduos industriais devem elaborar o PGRS. Conforme a Lei, o PGRS deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- I – Descrição do empreendimento ou atividade;
- II – Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III – Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA e, se houver, plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos;
 - a) Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
 - b) Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- IV – Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V – Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- VI – Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, referentes à reutilização e reciclagem;
- VII – se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII – Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- IX – Periodicidade de sua revisão, observando-se o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

Para a elaboração do PGRS, é fundamental o estabelecimento de metas e procedimentos para minimização da geração de resíduos. As atividades industriais deverão priorizar a não geração dos resíduos, de acordo com a hierarquia apresentada na Figura 3.



Figura 3: Hierarquia do gerenciamento de resíduos.

(Fonte: Adaptado de Environment Canada, 2010)

2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os resíduos sólidos industriais possuem características variadas, de acordo com o processo de manufatura que os originou, tornando seu gerenciamento complexo.

Para que os resíduos sejam gerenciados corretamente, os mesmos são divididos por classes, de acordo com os potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública.

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004, p. 2).

A classificação dos resíduos sólidos é padronizada de acordo com as seguintes normas da ABNT:

- NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação
- NBR 10.005 – Lixiviação de resíduos – Procedimento

- NBR 10.006 – Solubilização de resíduos – Procedimento
- NBR 10.007 – Amostragem de resíduos – Procedimento

A NBR 10.004 classifica os resíduos de acordo com seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, agrupados em três classes:

- Classe I – Perigosos: são resíduos ou misturas de resíduos que apresentam periculosidade, ou qualquer característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade ou ainda que constem nos anexos da norma, anexo A (resíduos perigosos de fontes não específicas) ou anexo B (resíduos perigosos de fontes específicas). Estes resíduos podem apresentar riscos à saúde pública como incidência de doenças e aumento da mortalidade e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de maneira incorreta.
- Classe II – Não perigosos, divididos em:
 - Classe II A – Não inertes: são os resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou Classe II B de acordo com os termos da norma, estes resíduos podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor “exemplos: rochas, tijolos, vidros, plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos” (ROCCA, 1993 p. 14).

A NBR 10.004 apresenta, ainda, o código de identificação para diversos resíduos, principalmente os tóxicos, além dos anexos A e B, já citados, a norma possui mais os seguintes anexos:

- Anexo C – Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos;
- Anexo D – Substâncias agudamente tóxicas;
- Anexo E – Substâncias tóxicas;
- Anexo F – Concentração – limite máximo no extrato obtido no ensaio de lixiviação;

- Anexo G – Padrões para o ensaio de solubilização;
- Anexo H – Codificação de alguns resíduos classificados como não perigosos.

Para Rocca (1993), de forma geral, os resíduos são classificados em função das suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas e com base na identificação de contaminantes presentes em sua massa.

Para efetuar a classificação dos resíduos é imprescindível o conhecimento prévio do processo industrial, para identificação das substâncias presentes e verificação da sua periculosidade. Quando um resíduo possui origem desconhecida, o trabalho para classificá-lo se torna mais complexo.

Segundo Rocca (1993, p. 15), amostragem é definida pelo conjunto das operações que conduzem a obtenção de uma pequena porção realmente representativa da composição média do todo.

Os requisitos para a amostragem de resíduos estão especificados na NBR 10.007. Antes de se realizar a coleta, deve ser estabelecido o plano de amostragem, que deve incluir:

Avaliação do local, forma de armazenamento, pontos de amostragem, tipos de amostradores, número de amostras a serem coletadas, seus volumes, seus tipos (simples ou compostos), número e tipos de frascos de coleta, métodos de preservação e tempo de armazenagem, assim como os tipos de equipamentos de proteção a serem utilizados durante a coleta (ABNT, 2004b).

O Fluxograma abaixo apresenta a metodologia a ser adotada para caracterização e classificação dos resíduos, de acordo com a NBR 10.004.

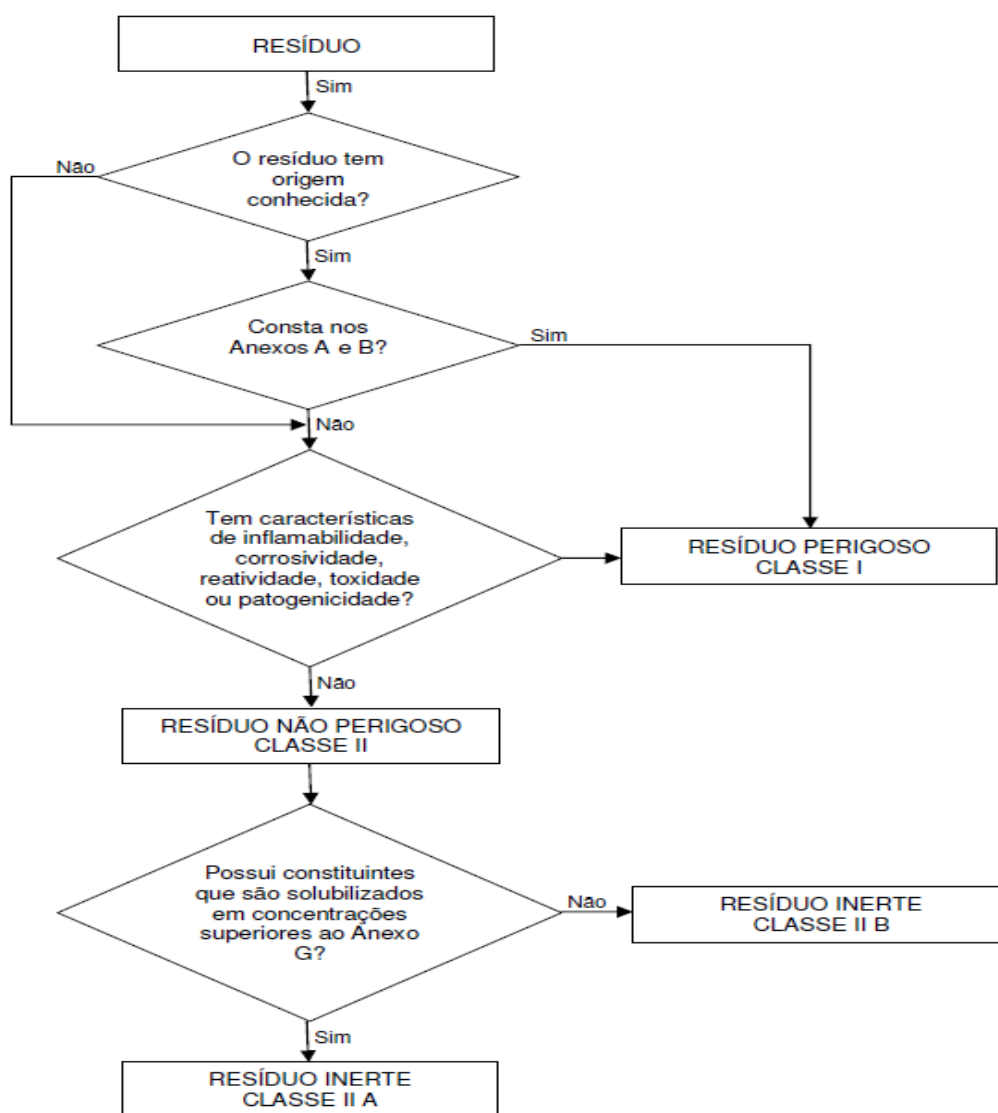


Figura 4: Caracterização e classificação dos resíduos sólidos.

(Fonte ABNT, 2004^a, 9. VI.).

Como descrito no fluxograma, o conhecimento da origem do resíduo facilitará no processo de classificação. A partir da classificação, deverão ser tomadas as decisões técnicas e econômicas para todas as fases do gerenciamento dos resíduos sólidos industriais, desde o manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte e destinação final.

2.1.3 RELAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS COM A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é uma das diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Na PNRS é definido que certos

estabelecimentos devem possuir o PGRS, sendo eles de algumas atividades inerentes, com o objetivo de tratar e destinar resíduos sólidos, visando o menor impacto ambiental.

A seção V da PNRS é dedicada aos planos de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), na qual está definido que resíduos de serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de mineração, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço que geram resíduos classificados como perigosos, possuem a obrigação da elaboração do PGRS (BRASIL – PNRS, 2010).

Dessa maneira, empresas passaram a se atentar aos resíduos sólidos gerados em suas plantas industriais, com isso surgiu a necessidade de se elaborar um plano de geração, acondicionamento e destinação final dos resíduos gerados, sendo eles de qualquer uma das classes propostas pela ABNT 10.004. Essa nova preocupação conduz as empresas a um melhor desempenho, como a redução de desperdícios e menores gastos referentes a matérias-primas (MARCHI, 2011).

Na elaboração do PGRS é necessário definir o planejamento do manejo dos resíduos. O plano possui termos de referência que são: diretrizes para implementação do plano; estrutura organizacional; descrição técnica e procedimentos a serem adotados no manejo dos resíduos; identificação e distribuição dos equipamento de acondicionamento dos resíduos sólidos (contêineres, tambores, cestos, etc.); forma e frequência de coleta; indicação de horários; percursos e equipamentos; recursos humanos e equipe de implementação; operação e monitoramento; educação ambiental e eliminação de desperdícios para correta triagem de resíduos; ações preventivas e corretivas em situações de manuseio incorreto e/ou acidentes; controle ambiental e avaliações periódicas; prognóstico dos impactos ambientais e suas alternativas (BRASIL – PNRS, 2010).

O primeiro passo para o projeto do PGRS é realizado através do conhecimento prévio da linha de produção da indústria, é necessário um estudo sobre cada área dentro da empresa, sobre como seus produtos são fabricados, ordem de fabricação, forma de fabricação, equipamentos que são utilizados e matérias-primas de seus produtos. A partir destes dados é possível delinear a planta industrial e definir fontes geradoras de resíduos, formas dos resíduos (líquidos, sólidos ou gasosos) e a sua classificação de acordo com a NBR 10.004 (BERTÉ & MAZZAROTTO, 2013).

Para que a implantação do PGRS seja correta, é necessário que os objetivos propostos em sua construção sejam seguidos adequadamente, com a realização de um acompanhamento por um período mínimo, pré-determinado de acordo com as características que foram estabelecidas. A evolução das ações propostas no PGRS implantado devem ser avaliadas durante esse período mínimo, por meio do monitoramento dos resultados obtidos, da elaboração de índices ou indicadores de eficiência e, caso necessário, da proposição de ações corretivas para solucionar falhas observadas e/ou melhorar o funcionamento do plano (BARBIERI, 2004).

2.1.4 GESTÃO AMBIENTAL

A utilização dos recursos naturais precisa ser de forma sustentável e, acima de tudo, de maneira com que os recursos supram, não apenas nossas necessidades, mas que estejam disponíveis para as futuras gerações. Para isso, é necessário o desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, o correto gerenciamento dos recursos naturais disponíveis.

De acordo com Odum e Sarmiento (1997), o ambiente pode ser distinto em três categorias, sendo elas: o fabricado ou desenvolvido pelos humanos, constituídos pelas cidades, parques industriais, e corredores de transportes, como ferrovias, rodovias e portos; o ambiente domesticado, que envolve áreas agrícolas, florestas plantadas, açudes, lagos artificiais e outros; o ambiente natural, por exemplo as matas virgens e outras regiões autossustentadas, pois são acionadas apenas pela luz solar e outras forças da natureza, como precipitação, ventos, fluxos de água e outros, e não dependem de nenhum fluxo de energia controlada diretamente pelos humanos.

Para Barbieri (2004), a ideia do ser humano de separação em relação a outros elementos do meio ambiente pode ter levado ao grande aumento dos problemas ambientais, que são classificados e demonstrados na figura 5. Sendo que o homem sempre pensou na natureza como meio de extração. Dessa maneira, a grande degradação não era vista como um problema, mas grandes escalas de produção e consumo acarretaram em problemas ambientais.



Figura 5: Poluição – critérios de classificação.

(Fonte: Gestão Ambiental Empresarial (2004))

A preocupação ambiental precisa envolver a sociedade, governo e empresas, para isso foram criadas as leis e políticas que auxiliam na gestão ambiental. A sociedade, como um todo, busca por produtos e serviços que gerem menos impactos ambientais, ou seja, pressionando as empresas a buscarem regulamentações e auto-regulamentações socioambientais. Na figura 6 é possível verificar a interação entre empresa e sociedade civil (JABBOUR e SANTOS, 2006).



Figura 6: Fatores motivadores para a gestão ambiental empresarial no estágio de integração externo

(Fonte: JABBOUR e SANTOS (2006))

Segundo Moura (2004), as empresas são de suma importância para a sociedade, para o desenvolvimento, geração de renda e empregos para a população, no entanto, para o meio ambiente, geralmente as contribuições são negativas, como a degradação através da poluição de água e ar, geração de resíduos e consumo dos recursos. Assim, é de suma importância o gerenciamento das empresas, sendo necessária a consideração da preservação do meio ambiente em suas tomadas de decisões e, assim, sendo adotadas concepções administrativas e tecnológicas que contribuam para ampliar a capacidade dos recursos naturais.

Para Barbieri (2004), as empresas podem atuar de três maneiras distintas no que tange à gestão ambiental, sendo elas: o controle da poluição, no qual são estabelecidas práticas para impedir os efeitos decorrentes da poluição gerada por certos processos produtivos, em que as empresas centram suas atenções sobre os efeitos negativos de seus produtos e processos produtivos mediante soluções pontuais; prevenção da poluição, para este caso a empresa busca atuar sobre os produtos e processos a fim de prevenir a geração da poluição, empreendendo ações com o objetivo de uma produção mais eficiente, poupando materiais e energia em diferentes fases do processo produtivo e no produto final; e abordagem estratégica, cujos problemas ambientais são tratados como questões estratégicas da empresa, sendo assim, são relacionadas à busca de uma situação vantajosa no seu negócio atual ou futuro.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 TIPO DE PESQUISA

O procedimento utilizado na pesquisa foi do tipo Estudo de Caso, realizado em uma empresa de fabricação de rodas. A forma de abordagem foi quali-quantitativa, no qual se enfatizou a necessidade de conhecer a particularidade do objeto pesquisado, ou seja, o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais, para a proposição de melhorias no gerenciamento dos resíduos.

O Estudo de Caso desenvolveu-se sob uma pesquisa exploratória, pretendendo proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito.

Embora o Estudo de Caso não permita a generalização dos resultados, pode fornecer contribuições para o estabelecimento de comparações com outras situações similares.

3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A pesquisa foi realizada em uma indústria fabricante de rodas agrícolas no oeste do Paraná, Brasil. Sendo esta, localizada em um distrito industrial da cidade.

A empresa foi fundada em outubro de 1995, provinda de uma divisão societária e de setores de uma indústria fabricante de implementos agrícolas, a qual fabricava rodas para atender ao seu próprio consumo.

A empresa, desde a sua fundação, teve como principal atividade a fabricação de rodas e aros agrícolas, porém, já prestou serviços em cisalhamento (corte) e perfilhamento (dobra) de chapas de aço, bem como fabricação de sistemas para transporte de grãos, com dispositivos auto descarregáveis de arraste. Contudo, optou-se, desde 1999, pela especialização na fabricação de rodas e aros para implementos de tração, arrasto e pulverização. Nos dias atuais, a empresa está habilitada a fabricar rodas com larguras a partir de 4,5 polegadas a 27 polegadas, e diâmetros que partem de 12 a 54 polegadas, exportando para países como México, Panamá, Chile e Estados Unidos.

3.1.3 COLETA DE DADOS

Inicialmente foi diagnosticado o local de estudo por meio de observações diretas do local, contemplando a estrutura física da empresa, os resíduos gerados e a quantidade e funções dos colaboradores.

A escolha da empresa foi realizada a partir da necessidade de melhoria no gerenciamento dos resíduos que são gerados na empresa. A partir do estudo será possível a identificação e quantificação dos resíduos sólidos gerados e, dentro do possível, será feita uma proposta a fim de minimizar a geração dos mesmos.

A coleta de dados ocorreu entre os meses de Julho e Novembro de 2019, sendo dividida em duas etapas: Determinar qualitativamente todos os resíduos gerados, identificar os principais pontos de geração e conhecer as medidas adotadas na gestão dos mesmos pela empresa; e determinar quantitativamente os resíduos gerados de acordo com cada setor em estudo e propor novos métodos para o gerenciamento de resíduos sólidos da empresa.

Na figura 7 podemos identificar a transformação da matéria-prima desde o processo de corte até a conformação do aro.

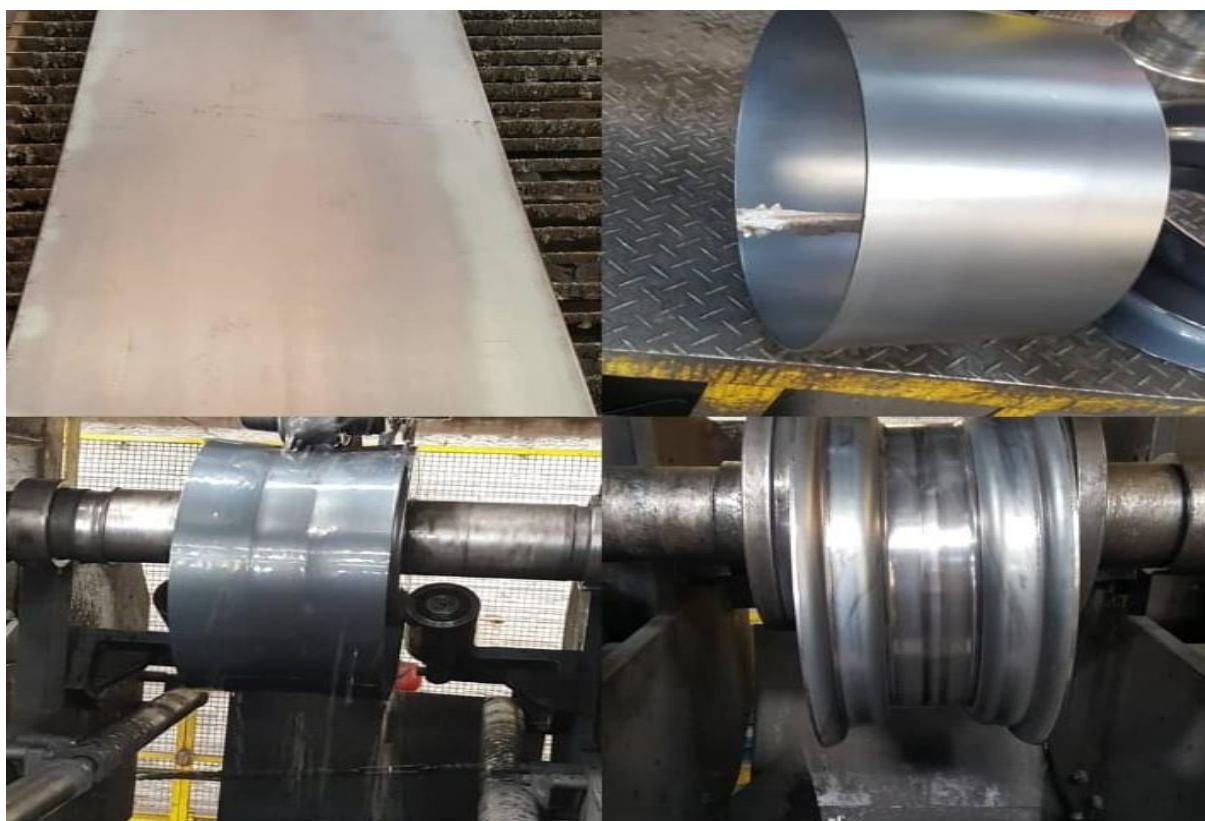


Figura 7: Processo de produção de aros agrícolas.

(Fonte: Autor, 2019)

3.1.4 ANÁLISE QUALITATIVA

A primeira etapa prática da pesquisa foi a análise qualitativa, pois através deste estudo foi possível encontrar respostas aprofundadas, sendo assim, capazes da produção de novas informações.

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), essa etapa não se preocupa com números, mas busca respostas para o porquê das coisas, o que convém ser feito, gerando informações para o delineamento das próximas etapas do trabalho.

Foram realizadas visitas diretamente nos setores geradores e conversas com os colaboradores responsáveis por cada setor, com o intuito de se compreender cada uma de suas funções.

3.1.5 ANÁLISE QUANTITATIVA

Análises quantitativas são de suma importância, pois apresentam a situação real do estudo, buscando assim, objetivos concretos. Isso se deve ao reconhecimento de que a realidade só é compreendida a partir da análise de dados brutos, sendo os mesmos definidos com auxílio de instrumentos padronizados e neutros. Esta pesquisa necessita de dados matemáticos para descrever as causas do fenômeno e a relação entre as variáveis (GIL, 2007).

As análises quantitativas foram realizadas semanalmente, de acordo com cada setor, com média de três visitas semanais com o objetivo de acompanhar a geração de resíduos e a pesagem dos mesmos.

As fontes geradoras, divididas por setor, armazenam os resíduos por uma semana, até que possua volume suficiente para venda ou descarte. Exemplo: setor Usinagem (Figura 8).



Figura 8: Acúmulo de resíduos na usinagem

(Fonte: Autor, 2019)

Ao final deste período, os resíduos são transportados para um lugar fora da produção (Figura 9), para que as respectivas empresas possam vir e recolhê-los para sua destinação final. Durante a coleta pelas empresas responsáveis eram feitas as quantificações referentes aos pesos dos resíduos de cada setor que foram gerados naquela semana.



Figura 9: Resíduos aguardando coleta

(Fonte: Autor, 2019)

Através do Gráfico 1 podemos visualizar a porcentagem aproveitada de matéria-prima e a porcentagem de sucata proveniente do corte a plasma durante o processo, para a obtenção do blank de um disco utilizado nas rodas agrícolas.

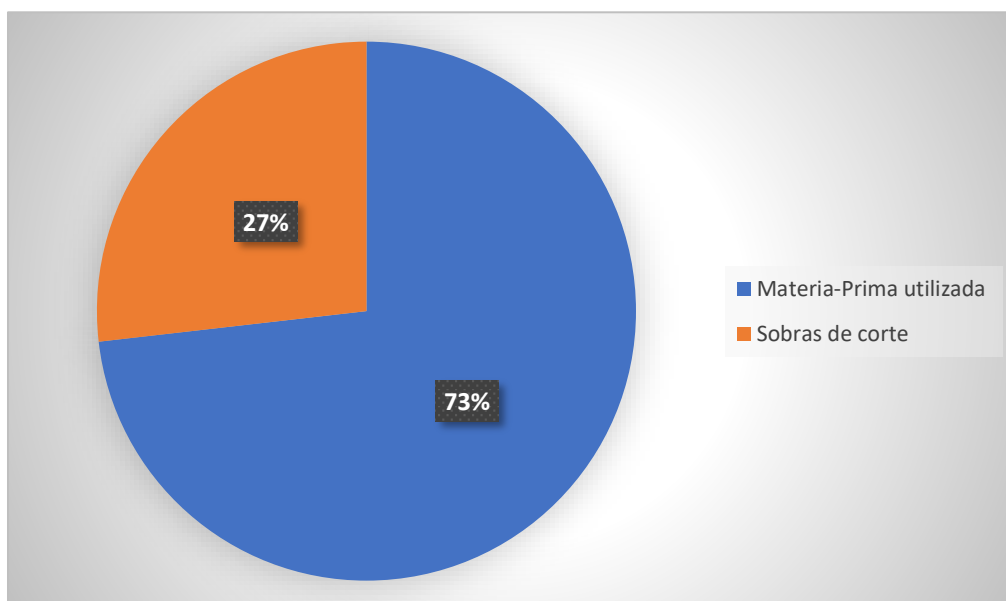


Gráfico 1: Aproveitamento de corte baseado no peso total da chapa

(Fonte: Autor, 2019)

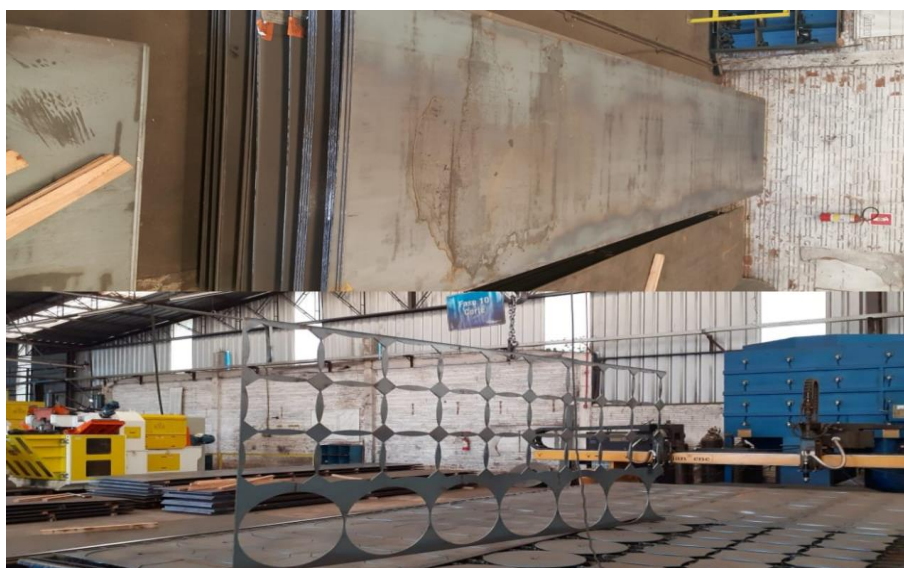


Figura 10: Matéria-prima antes do corte e pós corte

(Fonte: Autor, 2019)

As informações contidas no gráfico acima estão disponíveis no Anexo 1, que é o relatório emitido pelo próprio programa utilizado no plasma.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomou-se conhecimento dos sete setores em que a empresa está dividida, sendo eles: corte; conformação; estampagem; usinagem; montagem; acabamento e pintura; e expedição.

Por meio de um questionário preliminar foi possível verificar que a empresa possui vinte anos de atuação no mercado de fabricação de rodas, atualmente conta com trinta funcionários, tem ênfase na fabricação de rodas agrícolas, com a produção mensal média de três mil rodas por mês. Foi possível verificar também que a empresa possui licenciamento ambiental registrada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

4.1.1 DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS.

Para esta etapa do trabalho foram verificadas as quantidades e os tipos de resíduos gerados em cada um dos setores da empresa, sendo os mesmos classificados de acordo com a NBR 10.004, na qual fica definido que resíduos classe I são perigosos, classe II não-perigosos e suas subclasses, A resíduos inertes e B não-inertes.

4.1.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

A empresa opera para a fabricação de rodas e componentes de reposição para rodas agrícolas em aço, de acordo com a norma SAE 1008, com uma produção média de três mil rodas por mês. A Figura 11 apresenta um resumo das etapas de produção das rodas.

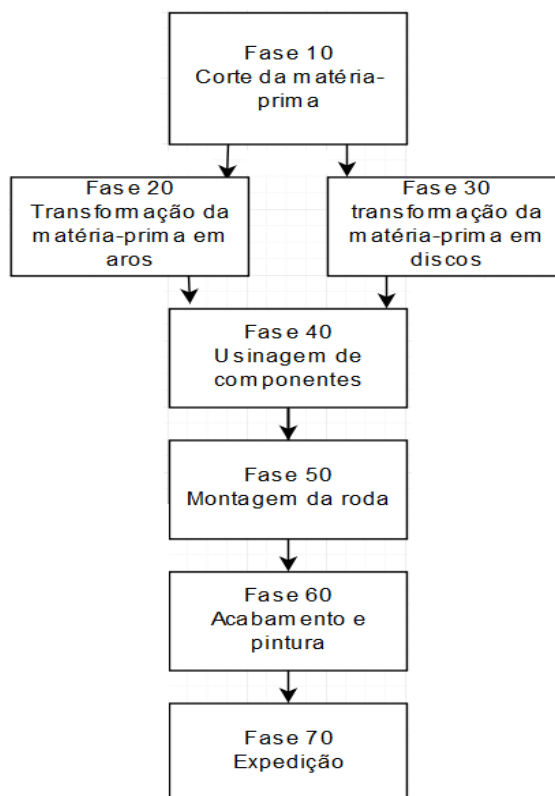


Figura 11: Exemplo dos processos desde o corte da matéria-prima até a expedição do produto finalizado

(Fonte: Autor, 2019)

A matéria-prima para a fabricação dos componentes são chapas de aço SAE 1008. Para os aros são utilizadas espessuras entre 3.75 mm até 6.35 mm, já para os discos são utilizadas espessuras de 6,35 mm até 19 mm.

4.1.2.1 SETOR DE CORTE

O setor de corte é responsável por cortar chapas de aço em variados tamanhos para atender à fabricação tanto de aros quanto de discos, que são componentes das rodas agrícolas, sendo os discos de chapas em espessuras que variam de 6.35mm a 19 mm, que são cortados na máquina de corte a plasma, e os aros cortados por guilhotina com espessuras de 3.75 mm a 6,35 mm. A matéria-prima utilizada neste setor é o aço 1008, de acordo com a classificação SAE.

Pode-se observar que durante o processo são gerados resíduos, tanto em forma de sucata quanto em forma de rejeitos do corte a plasma, também resíduos das

embalagens nas quais chega à matéria-prima, principalmente fita de arquear, que são fabricadas de polietileno tereftalato (PET).

A partir da identificação dos resíduos, estes foram classificados de acordo com a norma ABNT 10.004 e quantificados, sendo organizados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Classificação e quantificação dos resíduos identificados no setor de corte.

Resíduos Gerados	Classe	Peso/Semana	Unidade
Resíduos de chapas aço 1008	Classe II B	3.260,2	Kg
Politereftalato de Plásticos	Classe II B	0,155	Kg
Resíduos têxteis contaminados	Classe I	0,25	Kg
Resíduos de metais não ferrosos	Classe II B	0,5	Kg
EPIs contaminados	Classe I	0,05	Kg
Madeira	Classe II A	7,0	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

Os resíduos, como chapas de aço, possuem valor relevante no mercado como sucata, por esse motivo são acumulados na empresa para quando atingirem um volume significativo e então serem vendidos.

As chapas de aço (sucatas) são acumuladas na área externa da empresa sem nenhuma cobertura e, assim que atingirem o volume para venda, uma empresa terceira, responsável pela compra da sucata, fará a retirada *in loco*.



Figura 12: Resíduos de corte 01

(Fonte: Autor, 2019)



Figura 13: Resíduos de corte 02

(Fonte: Autor, 2019)

Os demais resíduos gerados no setor de corte são descartados em caçambas estacionárias de uma empresa especializada em tratamento de resíduos industriais, Figura 10.

Após o transporte, os resíduos industriais caracterizados como classe I e IIA são encaminhados para tratamento e destinação final, ou coprocessamento, de acordo com a classificação ou solicitação do cliente. Os resíduos Classe IIA heterogêneos são anteriormente segregados na Central de Triagem. Todos os resíduos depositados nas valas de disposição são registrados e mapeados, com o objetivo de se controlar, cronologicamente, a ocupação das valas e localizar futuramente os resíduos depositados (CETRIC, 2019).



Figura 14: Caçamba estacionária para disposição de resíduos industriais sólidos

(Fonte: Autor, 2019)

4.1.2.2 SETOR DE CONFORMAÇÃO

O setor de conformação é responsável pela fabricação do aro, os processos dentro deste setor são respectivamente: calandragem; soldagem; desbaste com abrasivo revestido e laminação.

Neste setor os resíduos gerados estão indicados na tabela 2.

Tabela 2: Classificação e quantificação dos resíduos do setor de conformação.

Resíduos gerados	Classe	Peso/Semana	Unidade
Óleo lubrificante	Classe I	15	Kg
Resíduo têxtil contaminado	Classe I	0,5	Kg
Disco de lixadeira	Classe I	0,450	Kg
Resíduos de metais ferrosos	Classe II B	0,5	Kg
EPIs contaminados	Classe I	0,3	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

O óleo lubrificante usado é armazenado em um *container* plástico e, posteriormente, lacrado, a fim de evitar derramamentos e/ou acidentes, é armazenado na área externa da empresa, até que a empresa responsável faça a coleta.

No setor de conformação, os resíduos que são gerados durante os processos são descartados dentro da caçamba estacionária da empresa terceira responsável pela coleta e tratamento dos resíduos sólidos industriais, sem que haja separação prévia, Figura 14.

4.1.2.3 SETOR DE ESTAMPAGEM

O setor de estampagem é responsável por dar forma aos discos das rodas agrícolas, componente central da roda com formatos e dimensões diversas.

Os resíduos gerados neste setor são indicados na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação e quantificação dos resíduos no setor de estampagem.

Resíduos gerados	Classe	Peso/Semana	Unidade
Resíduo têxtil contaminado	Classe I	1,5	Kg
EPIs contaminados	Classe I	0,15	Kg
Óleo lubrificante	Classe I	22,5	Kg
Sucata de metais ferrosos	Classe II B	67,3	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

Para o setor de estampagem, os resíduos contaminados por óleo são dispostos na caçamba estacionária da empresa responsável pela coleta e destinação final dos resíduos industriais sólidos, Figura 14.

A sucata de metais ferrosos possui valor comercial e é armazenada em tonéis em ambiente externo da fábrica até que se possua volume suficiente para venda, Figura 15.

**Figura 15:** Tonéis para armazenamento de sucata.

(Fonte: Autor, 2019)

4.1.2.4 SETOR DE USINAGEM

O setor de usinagem tem a função de adequar as dimensões dos componentes para que fiquem dentro da medida padrão, remoção de rebarbas e aberturas de furações de fixação.

Os resíduos gerados neste setor estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Resíduos gerados no setor de usinagem.

Resíduos gerados	Classe	Peso/Semana	Unidade
Óleo de corte e usinagem	Classe I	5	Kg
Ferramentas de usinagem	Classe II B	0,5	Kg
Cavaco com fluido de corte	Classe I	1,5	Kg
Cavaco sem fluido de corte	Classe II B	57,3	Kg
Resíduo têxtil contaminado	Classe I	0,2	Kg
EPIs contaminados	Classe I	0,01	Kg

(Fonte: Autor 2019)

Os resíduos gerados pelo processo de usinagem que não possuem contaminação por óleos, como cavacos e ferramentas usadas, possuem valor comercial e são armazenados em uma caçamba estacionária até que possuam volume suficiente para venda, a própria empresa que compra esses resíduos faz a retirada da caçamba estacionária de resíduos, Figura 16.



Figura 16: Sucata de metais ferrosos.

(Fonte: Autor, 2019)

Os resíduos contaminados são dispostos na caçamba estacionária da empresa responsável pela coleta e destinação final dos resíduos sólidos industriais, Figura 14.

4.1.2.5 SETOR DE MONTAGEM

Neste setor, os componentes chegam da fase 40 (usinagem) para que sejam soldados de acordo com as especificações de cada cliente.

Os resíduos gerados neste setor se encontram na Tabela 5.

Tabela 5: Resíduos gerados no setor de montagem.

Resíduos gerados	Classe	Peso/Semana	Unidade
Resíduo de papelão	Classe II A	0,850	Kg
Resíduo de metais não ferrosos	Classe II B	0.750	Kg
Resíduos de plásticos	Classe II A	0,125	Kg
Resíduo têxtil contaminado	Classe I	0,3	Kg
EPIs contaminados	Classe I	1,2	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

Os resíduos de papelão gerados no setor de montagem são coletados pela prefeitura por meio do programa de reciclagem municipal.



Figura 17: Local para disposição de resíduos de papelão e plástico.

(Fonte: Autor, 2019)

Resíduos de metais não ferrosos são acumulados, pois possuem valor comercial como sucata.

Os demais resíduos são dispostos na caçamba estacionária da empresa responsável pela disposição final dos resíduos sólidos industriais, Figura 14.

4.1.2.6 SETOR DE ACABAMENTO E PINTURA

Após o processo de montagem, as rodas chegam no setor de acabamento para que sejam removidas as carepas formadas após o processo de solda entre aro e disco, remoção de respingos de solda e preparação para pintura através de jateamento abrasivo e de lixas rotativas. Após o acabamento final, as peças entram para o processo de pintura eletrostática.

Os resíduos gerados nesse setor se encontram na tabela 6.

Tabela 6: Resíduos gerados no setor de acabamento e pintura.

Resíduos gerados	Classe	Pese/semana	Unidade
Disco de lixadeira	Classe I	0,8	Kg
Lixa de papel	Classe II B	0,3	Kg
EPIs contaminados	Classe I	0,1	Kg
Resíduos de metais ferrosos	Classe II B	3,5	Kg
Resíduos de tinta em pó	Classe I	0,140	Kg
Resíduo têxtil contaminado	Classe I	0,4	Kg
Resíduos de papelão	Classe II A	0,2	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

No setor de acabamento e pintura os resíduos de metais ferrosos são as granalhas do jateamento abrasivo que são coletadas e armazenadas, pois possuem valor comercial como sucata. A mesma empresa que compra a sucata do setor de usinagem também compra os resíduos do jateamento.

Quanto aos demais resíduos, como discos de lixadeira, latas de lubrificante e restos de tinta a pó - Figura 18 - são dispostos na caçamba estacionária da empresa responsável pela disposição final dos resíduos industriais sólidos, Figura 14.



Figura 18: Resíduos do setor de acabamento.

(Fonte: Autor, 2019)

4.1.2.7 SETOR DE EXPEDIÇÃO

O setor de expedição é onde o produto final é embalado e identificado para envio ao cliente.

Os resíduos gerados por este setor são encontrados na Tabela 7.

Tabela 7: Resíduos gerados no setor de expedição.

Resíduos gerados	Classe	Peso/Semana	Unidade
Resíduos de papelão	Classe II A	0,55	Kg
Resíduos de plásticos	Classe II A	0,35	Kg
EPIs contaminados	Classe I	0,01	Kg
Resíduo têxtil contaminado	Classe I	0,2	Kg
Madeira	Classe II A	8,5	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

Os resíduos gerados no setor de expedição, como resíduos de papelão, plásticos e madeira são provenientes das embalagens utilizadas na empresa para o envio aos clientes, Figura 19. Esses resíduos são dispostos na caçamba de resíduos recicláveis para que a prefeitura municipal faça a coleta dos mesmos, Figura 17.

Os resíduos contaminados são dispostos na caçamba estacionária da empresa responsável pela separação e destinação final dos resíduos industriais sólidos.



Figura 19: Resíduos de embalagens de madeira.

(Fonte: Autor, 2019)

4.2 GERAÇÃO TOTAL NOS SETORES DE PRODUÇÃO

Para melhorar a visualização dos resíduos gerados na indústria de estudo, a Tabela 8 apresenta a classificação e a quantificação destes de acordo com o setor gerador.

Através da coleta de dados foi possível observar que o setor que mais gera resíduos é o setor de corte, pois possui grande quantidade de matéria-prima, com variadas dimensões.

Tabela 8: Quantificação total dos resíduos sólidos gerados no período de uma semana de acordo com o setor de origem.

Setor	Classe	Quantidade Total	Unidade
Corte	Classe I	0,3	Kg
	Classe II A	7,0	Kg
	Classe II B	3.260,855	Kg
Conformação	Classe I	16,25	Kg
	Classe II B	0,5	Kg
Estampagem	Classe I	24,15	Kg
	Classe II B	67,3	Kg
Usinagem	Classe I	6,71	Kg

	Classe II B	57,3	Kg
	Classe I	1,8	Kg
Montagem	Classe II A	0,975	Kg
	Classe II B	0,75	Kg
Acabamento e Pintura	Classe I	1,44	Kg
	Classe II A	0,2	Kg
	Classe II B	3,8	Kg
Expedição	Classe I	0,21	Kg
	Classe II A	9,4	Kg

(Fonte: Autor, 2019)

A somatória total por classes pode ser observada na Tabela 9, na qual é possível identificar que a geração de resíduos classe I é superior às demais.

Tabela 9: Geração total de resíduos sólidos.

Classe	Total em Kg
Classe I	50,56
Classe II A	17,575
Classe II B	3.391,005

(Fonte: Autor, 2019)

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de resíduos é inerente a qualquer atividade produtiva, ocorre em todas as camadas da sociedade e atividades (MANO, 2010). Para minimizar e gerenciar da maneira mais adequada os resíduos sólidos, foram desenvolvidos diversas normativas e políticas que guiam a população e empresas a realizar o acondicionamento e o descarte final da forma mais correta possível (POSSATO *et al.*, 2014).

O estudo inicial mostra que a empresa gera diferentes tipos de resíduos sólidos, classificados de acordo com as três classes da NBR, classe I, classe II A e classe II B.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos elaborado e implementado é um importante aliado para que a empresa gerencie seus resíduos de forma adequada e com o emprego de medidas preventivas.

Notou-se, durante a pesquisa, que a indústria adota algumas ações para o gerenciamento, como por exemplo, o contrato com empresas que compram as sucatas de chapa de aço e cavacos do setor de usinagem, e também contrato com uma empresa especializada para tratamento e destinação final dos resíduos sólidos industriais.

De modo geral, existem ainda oportunidades para melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos identificados ao longo do trabalho que estão resumidas no quadro 1.

Quadro 1: Resumo das oportunidades para melhoria no gerenciamento dos resíduos identificados durante o trabalho.

Foco de ação	Oportunidade identificada
Geral	Elaboração de PGRS com revisões periódicas. Capacitação dos colaboradores.
Manuseio dos resíduos	Monitoramento da situação de acondicionamento dos resíduos. Separação dos resíduos direto na fonte geradora.
Pesquisa	Desenvolver estudos internos para verificar a viabilidade do emprego de tecnologias alternativas para redução da geração de resíduos nos processos.

(Fonte: Autor, 2019)

O manuseio correto dos resíduos garante, além dos atendimentos as normas e legislações, maior segurança para o meio ambiente e aos colaboradores, como também diminui as chances de a empresa receber autuações de órgãos ambientais.

Por fim, é de extrema importância que as indústrias entendam que o gerenciamento de resíduos sólidos deve ser constantemente aprimorado.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.

- Análise do gerenciamento de resíduos do ponto de vista econômico.
- Reciclagem dos resíduos sólidos como meio de geração de renda.
- Análise dos problemas socioambientais do não gerenciamento dos resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004** - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento Sustentável: Qual a Estratégia para o Brasil. **Novos Estudos**. CEBRAP, São Paulo, julho 2010.

ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015.

BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental Empresarial**. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.

BERTÉ, A.A.; MAZZAROTTO, A.S. **Gestão Ambiental no Mercado Empresarial**. Paraná, Curitiba. InterSaberes, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano de gestão de resíduos sólidos: **Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais Brasília**, 2012.

BRASIL – PNRS. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. IPEA Digital, Brasília, 25 abr. 2012. Especiais.

BRASIL. Decreto n.º 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm Acesso em: 20 set. 2019.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9605, 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: 21 set. 2019.

CARDOSO, A. O. **Introdução ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS**. Porto Alegre: CNTL/SENAI, 2008. Disponível em: www.senairs.org.br/cntl Acesso em: 12 set. 2019.

CETRIC, Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Industriais. **Tratamento de resíduos**. 2019. Disponível em: <http://www.cetric.com.br/servicos/tratamento-de-residuos>. Acesso em: 28 set. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n.º 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. **Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. 2ed. Brasília: Conama, 2008. 928p.

ENVIRONMENT CANADA – EC. **Pollution Prevention Planning Handbook**.

Disponível em: <http://www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=En&n=56875F44-1&offset=1&toc=show>. Acesso em: 22 set. 2019.

GANEM, R.S. De Estocolmo à Rio+20: Avanços ou Retrocessos? **Cadernos ASLEGIS**. janeiro/abril 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. Métodos de Pesquisa. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. EAD. **Série Educação a Distância**, 1º Ed., 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

JABBOUR, C.J.C.; SANTOS, F.C.A. Evolução da Gestão Ambiental na Empresa: Uma Taxonomia Integrada à Gestão da Produção e de Recursos Humanos. **GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.13, n.3, p.435-448, set-dez. 2006.

LORA, E. S. **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte**. Brasília: ANEEL, 2000. 503p.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. Meio ambiente, poluição e reciclagem. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol.15, n.4, 2010.

MARCHI, C. M. D. F. Cenário Mundial dos Resíduos Sólidos e o Comportamento Corporativo Brasileiro Frente À Logística Reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 118-135, jul./dez. 2011

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico**: 2008. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 218 p.

MOURA, I. A. A.; **Qualidade e Gestão Ambiental – 4ªed**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2004.

NAIME, R.; GARCIA, A. C. A. **Percepção ambiental e diretrizes para compreender a questão do meio ambiente**. Novo Hamburgo: Feevale, 2004. 136p.

ODUM, E.P., SARMIENTO, F.; Ecologia: el puente entre ciência y sociedade. México. **McGraw-Hill Interamericana**, 1997. P. 9-15.

PHILIPPI, JR., A. (Ed.). **Saneamento, Saúde e Ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. 842p. (Coleção Ambiental, 2).

POSSATO, E. L.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; WEBER, O. L. S.; NASCENTES, R.; BRESSIANI, A. L.; CALEGÁRIO, N. Atributos químicos de um cambissolo e crescimento de mudas de eucalipto após adição de lodo de curtume contendo cromo. **Revista Árvore**. Paraná, Viçosa. Vol.38(5), pp.847-856, 2014.

SANTOS, M. S.; YAMANAKA, H. T.; PACHECO, C. E. M. **Bljuterlas**. Série P+L. São Paulo: CETESB, 2005. 54P. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 17 ago. 2019

SILVA, E.M.; SANTOS, F.C.A. Análise do alinhamento da estratégia de produção com a estratégia competitiva na indústria moveleira. **Revista Produção**, v. 15, n. 2, p. 286-299, maio/ago. 2005.

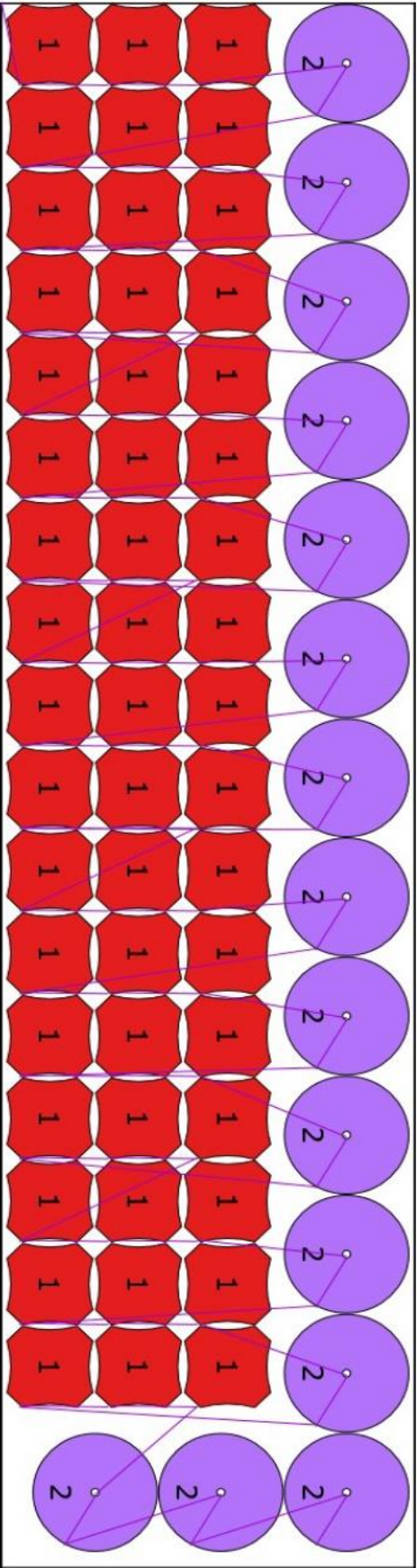
ROCCA, A.C.C. **Resíduos Sólidos Industriais**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1993. 234p.

WRIGHT, R. **Environmental Science: Towards A Sustainable Future**, 9/E. Londres, Prentice Hall, 2004

ANEXO 1 – Relatório de corte a plasma.



Customer Name	AJAN Electronics				File Name	0026.mpg			
Sheet Size	6000X1500 mm	Repeat(Sheet No)	1	Thickness	8 mm	Amperage	80 AMPER	Material	Steel



Left Edge = 4 mm	Right Edge = 4 mm	Bottom Edge = 4 mm	Top Edge = 4 mm
Part Spacing = 5 mm	Marking Time = 00:00:00	Rapid traverse = 00:02:35	Time Lead-in = 00:06:45
Total Cutting Time = 00:45:35	Total Sheet Weight = 566.64 Kg	Total Piercing = 81	Total Waste Weight = 151.90 Kg
Used Length = 1479 mm	Used Width = 5936 mm	%Wastage = %26.81	%Used = %73.19

Part No.	Part Name	User Data	Part Size	Qty.	Part Weight	Cutting Time	Part Perimeter
1	03020175 SEM FURO CENTRAL		310X310	51	5.201 Kg	00:00:30	1117.76 mm
2	03020089		450X450 Ø450 Ø31	15	9.966 Kg	00:00:41	1511.11 mm
Total					414.743 Kg	00:36:12	79672.51 mm