

Jackeline de Sousa da Silva

**UMA PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO DE CASO PARA MICRO E  
PEQUENAS EMPRESAS DO SETOR METAL-MECÂNICO**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia  
Mecânica da Universidade Federal de  
Santa Catarina para a obtenção do  
Grau de Mestre em Engenharia  
Mecânica.

Orientador: Prof. João Carlos  
Espíndola Ferreira, Ph.D.

Florianópolis  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silva, Jackeline de Sousa  
UMA PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS : UM ESTUDO DE CASO PARA MICRO E  
PEQUENAS EMPRESAS DO SETOR METAL-MECÂNICO /  
Jackeline de Sousa da Silva ; orientador, João  
Carlos Espindola Ferreira, 2017.  
115 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

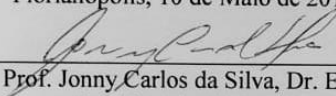
1. Engenharia Mecânica. 2. Resíduos Sólidos. 3.  
Manufatura Sustentável. 4. Indústria Metal-Mecânica.  
5. Pequenas Empresas. I. Ferreira, João Carlos  
Espindola . II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Mecânica. III. Título.

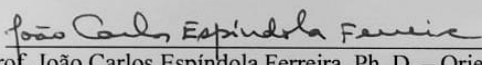
Jackeline de Sousa da Silva

**UMA PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO DE CASO PARA MICRO E  
PEQUENAS EMPRESAS DO SETOR METAL-MECÂNICO**

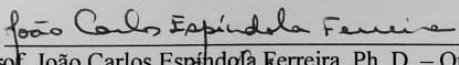
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Mecânica” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

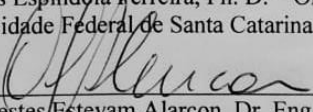
Florianópolis, 10 de Maio de 2017.

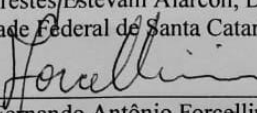
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Jonny Carlos da Silva, Dr. Eng.  
Coordenador do Curso

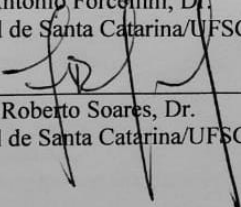
  
\_\_\_\_\_  
Prof. João Carlos Espindola Ferreira, Ph. D. – Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. João Carlos Espindola Ferreira, Ph. D. – Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Orestes Estevam Alarcon, Dr. Eng.  
Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC



Dedico este trabalho aos meus pais pelo estímulo, as minhas irmãs pelo incentivo, aos amigos que contribuíram com o apoio ao trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, acima de tudo, a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível. É Ele quem tem me dado forças para lutar todos os dias, não

me deixando cair e nem tão pouco desistir.

Aos meus queridos amigos que se propuseram a dedicar os seus tempos em prol de nossa amizade sincera, ficando sempre ao meu lado nessa jornada, dentre eles: Lúcio, Mariele, Vando, Lucilene, Danilo, Ghislaine e a Thaís, além de outros que me proporcionaram ajuda e companheirismo durante os meus estudos acadêmicos e pelo carinho sempre verdadeiro que me proporcionam.

Ao meu namorado Antonio, pela paciência, carinho, confiança e longas conversas.

Em especial aos meus pais de coração Delzuite e Leopoldo, por acreditarem em mim e me ensinarem a ser uma pessoa melhor, a lutar para conquistar meus sonhos, às minhas irmãs Louise e Loreta pelo apoio e companheirismo de sempre.

Um agradecimento importante ao meu orientador por toda paciência e confiança depositada em mim, por sempre me direcionar quando eu precisava e por me ajudar a redescobrir novos conhecimentos.





*“Porque melhor é a sabedoria do que os rubis; e tudo o que mais se deseja não se pode comparar com ela”.*  
(Bíblia Sagrada, Prov. 8:11)



## RESUMO

Todas as atividades industriais de alguma forma geram resíduos sejam estes de natureza sólidos, líquidos ou gasosos, e podem, ainda, ser suscitados de forma direta ou indireta com características, tipos e quantidades variadas. Com o agravamento dos problemas causados pelos resíduos na natureza cresce a necessidade de que sejam gerenciados adequadamente e como, exemplo, dentre os agravos ambientais têm-se os lixões. Sabe-se que a indústria metal mecânica está entre os setores industriais geradores de resíduos. Normalmente, as micro e pequenas empresas apresentam mais dificuldades no desenvolvimento de práticas de gerenciamento ambiental, pois além de não apresentarem uma estrutura organizacional favorável, nem sempre possuem recursos financeiros para investir em tal adequação necessária. Como instrumento de apoio ao desenvolvimento sustentável passou a entrar em vigor desde 2010 a Lei n.º 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e apresenta algumas deliberações a fim de melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos. Nesse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de uma metodologia de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) voltado ao segmento metal mecânico em micro e pequenas empresas. Neste trabalho foram avaliadas, por meio de estudos de caso em empresas de pequeno porte, as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos, com o intuito de identificar as práticas e oportunidades para melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos nas empresas estudadas. Inicialmente, foi realizado um levantamento das condições das empresas no tocante ao gerenciamento de resíduos, identificando-se e classificando-se os principais resíduos gerados nas atividades produtivas. Com isso, foram verificados quais os resíduos de maior impacto, e isso possibilitou, então, o desenvolvimento de uma metodologia de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que foi estruturado com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos, ABNT e outras metodologias existentes na literatura, que inclui recomendações para a destinação final mais apropriada para os resíduos identificados, os quais foram inventariados em uma tabela de controle e gerenciamento de resíduos. A metodologia de PGRS possibilita um melhor gerenciamento dos resíduos favorecendo a identificação de melhores práticas para o tratamento dos mesmos. Assim, o PGRS proposto foi apresentado aos representantes das empresas para a implantação, e espera-se que com as ferramentas tenha-se uma maior minimização e controle dos resíduos gerados em cada processo, além da redução de

custo com a disposição final e um ambiente de trabalho mais organizado com relação à disposição dos resíduos.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos; Manufatura Sustentável; Indústria Metal-Mecânica; Pequenas Empresas.

## ABSTRACT

All industrial activities can generate waste, whether solid, liquid or gaseous. They can also be generated directly or indirectly, with varied characteristics, types and quantities. With the aggravation of the problems caused by waste, the need for them to be properly managed is increased and, as an example, the dumps are among the environmental damages. It is known that the metalworking industry is among the industrial sectors that generate waste. Micro and small companies usually present more difficulties in the development of environmental management practices, since, besides not having a favorable organizational structure, they do not always have the financial resources to invest in such a necessary adaptation. As a tool to support sustainable development, law no. 12,305/2010 established the National Solid Waste Policy (PNRS) came into force, and presents some deliberations in order to improve the management of solid waste. In this context, the present work proposes the development of a methodology of Solid Waste Management Plan (PGRS) focused on the metalworking segment in micro and small companies. The solid waste management practices were evaluated through case studies in small companies with the purpose of identifying the practices and opportunities to improve solid waste management in the companies studied. Initially, a survey of the conditions of the companies with regard to waste management was carried out, identifying and classifying the main waste generated in production activities. This led to the development of a PGRS methodology, which was structured based on PNRS, ABNT and other methodologies in the literature, which includes recommendations for the most appropriate final destination for the identified waste, which were inventoried in a control and waste management table. The PGRS methodology allows a better management of waste favoring the identification of best practices for its treatment. Thus, the proposed PGRS was presented to the representatives of the companies for its implementation, and it is expected that the tools will lead to a high minimization and control of the waste generated in each process, besides the reduction of cost with the final disposal and a work atmosphere more organized with regard to waste disposal.

**Keywords:** Solid Waste; Sustainable Manufacturing; Metalworking Industry; Small Companies.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Procedimento experimental. ....	31
Figura 2: Linha do Tempo do Desenvolvimento Sustentável. ....	34
Figura 3: O tempo e a evolução da manufatura tradicional à sustentável, considerando a adoção dos 6Rs. ....	35
Figura 4: As dimensões de sustentabilidade ambiental, econômica e social. ....	41
Figura 5: Ciclo do Desenvolvimento Sustentável. ....	47
Figura 6: Principais setores e processos da indústria metal mecânica. ....	50
Figura 7: Hierarquia da gestão de resíduos. ....	53
Figura 8: Fluxograma para caracterização e classificação dos resíduos. ....	54
Figura 9: Fluxograma com classificação dos resíduos. ....	55
Figura 10: Classes dos resíduos. ....	56
Figura 11: Os Planos de Resíduos Sólidos. ....	58
Figura 12: Fluxograma do PGRS em uma empresa de tintas. ....	59
Figura 12: Municípios com Coleta Seletiva no Brasil. ....	64
Figura 13: Hierarquia das ações no Manejo de Resíduos Sólidos. ....	66
Figura 14: Responsabilidade compartilhada entre os setores industriais. ....	67
Figura 15: Lixo presente nas (a) empresas X e (b)Y respectivamente. ....	74
Figura 16: Armazenamento dos resíduos nas (a) empresas X e (b) Y. ....	76
Figura 17: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) proposto. ....	82
Figura 18: Percentual de resíduos e rejeitos identificados. ....	86
Figura 19: Percentual de classificação dos resíduos identificados. ....	87
Figura 20: Classificação dos resíduos por setores. ....	88
Figura 21: Fluxograma. ....	91





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dimensões do Desenvolvimento Sustentável. ....	39
Tabela 2: Classificação dos Resíduos Sólidos quanto à natureza ou origem. ....	56
Tabela 3: Principais vantagens e desvantagens da reciclagem e compostagem. ....	61
Tabela 4: Principais legislações no gerenciamento de resíduos. ....	68
Tabela 5: Principais produtos fabricados pela Empresa X. ....	72
Tabela 6: Classificação dos resíduos gerados na empresa e formas de tratamento ou destinação original. ....	78
Tabela 7: Itens presentes no inventário desenvolvido. ....	79
Tabela 8: Resíduos das Empresas X e Y. ....	104
Tabela 9: Planilha de controle de resíduos inventariados. ....	105



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEIP	Condomínio Empresarial Industrial de Palhoça
CLT	Consolidações das Leis de Trabalho
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNC	<i>Computer Numerically Controlled</i>
CPDS	Comissão de Política e Desenvolvimento Sustentável
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IMD	International Institute for Management Development
GRI	<i>Global Reporting Interative</i>
MPEs	Micro Pequenas Empresas
ONG	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
PERs	Política Estadual dos Resíduos
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduo Sólido
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TCU	Tribunal de Contas da União
UNICN	União Internacional para Conservação da Natureza



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	25
1.2	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
1.3	OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES	29
1.3.1	<b>Objetivo Geral</b>	29
1.3.2	<b>Objetivos Específicos</b>	29
1.3.3	<b>Contribuições</b>	29
1.3.3.1	Acadêmica	29
1.3.3.2	Industrial	29
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
2	REVISÃO DA LITERATURA	33
2.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE	33
2.1.1	<b>Evolução Histórica e Conceituação</b>	33
2.1.2	<b>Dimensões do Desenvolvimento Sustentável</b>	38
2.2	MANUFATURA SUSTENTÁVEL	42
2.3	AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS FRENTE AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	45
2.4	A INDÚSTRIA METAL MECÂNICA	47
2.5	RESÍDUOS SÓLIDOS	49
2.6	RESÍDUOS DO SETOR METAL MECÂNICO	50
2.7	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	51
2.7.1	<b>Classificação e Caracterização dos Resíduos</b>	53
2.7.2	<b>Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos</b>	57
2.7.3	<b>Tratamento de Resíduos</b>	60
2.7.4	<b>Coleta Seletiva e Reciclagem</b>	62
2.7.5	<b>Destinação e Disposição final</b>	64
2.8	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	65
3	Desenvolvimento do PGRS e inventário	71
3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS	71
3.1.1	<b>Características da Empresa X</b>	71

3.1.2	<b>Características da Empresa Y</b>	72
3.2	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DAS EMPRESAS	74
3.3	FERRAMENTAS DE APOIO DESENVOLVIDAS AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	77
3.3.1	<b>Inventário dos principais resíduos gerados no setor metal mecânico</b>	77
3.3.2	<b>Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) proposto<sup>80</sup></b>	
4	Resultados	85
4.1	INVENTÁRIO	85
4.2	CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS	87
4.3	PROPOSTA DE PGRS PARA O SETOR METAL MECÂNICO	88
4.3.1	Proposta de PGRS nas empresas X e Y	89
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	95







## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Paralelo ao crescimento do contingente populacional e do desenvolvimento tecnológico há também o aumento de resíduos gerados das atividades industriais. Arelado a isso se tem uma maior competição no mercado financeiro entre as organizações e a veemente exigência por parte dos clientes em relação às questões ambientais, o que faz com que haja uma maior necessidade de adoção, desenvolvimento de práticas e políticas ambientalmente corretas com foco na sustentabilidade.

Nos últimos anos, tornou-se mais perceptível observar o interesse do Estado, das organizações nacionais e internacionais, além de empresas de todos os portes com os temas sustentabilidade e meio ambiente. Essa atenção pode ser devido a alguns fatores como, por exemplo, a maior conscientização da população com relação às questões ambientais, sociais e econômicas, além das exigências do mercado competitivo, incentivos fiscais e limitação de recursos naturais.

MORELLI (2011) comenta que embora o conceito de sustentabilidade possa estar cada vez mais desacreditado como um conceito útil, por si só, parece servir para algum propósito quando precedido por um modificador delineando como “ecológico” ou “agrícola” ou “econômico”. Esforços têm sido feitos por membros de diversos segmentos para dar significado para o termo dentro do contexto dos respectivos segmentos.

O tema sustentabilidade abrange as dimensões econômica, social e ambiental, que compõem o chamado tripé da sustentabilidade *Triple Bottom Line* (TBL). Segundo SIKDAR (2003), a sustentabilidade ocorre somente quando as condições econômicas e sociais forem melhoradas ao longo do tempo sem exceder a capacidade ambiental. Para o desenvolvimento sustentável de uma organização é necessária uma gestão da sustentabilidade que busque avaliar essas três dimensões.

A gestão da sustentabilidade é uma ferramenta que auxilia as organizações obter uma maior vantagem competitiva, com aumento da economia de custos e práticas ambientais mais eficazes. É importante o uso de práticas ambientais simples que requeiram baixo custo e fácil execução, o que busca a construção de um ambiente organizacional mais sustentável.

Para avaliar o desempenho, utilizam-se os indicadores de

sustentabilidade que mostram como está à relação da empresa com o meio ambiente e quais aspectos precisam ser melhorados para um ambiente conservado. Isso pode ser feito por meio de uma lista de verificação (*check-list*) que contenha alguns itens a serem medidos que sejam de interesse da indústria e o resultado pode ser apresentado na forma de relatórios a todos os envolvidos.

Para TAUFFER (2010), a tendência do mundo atual para as empresas que queiram se permanecer ativas no mercado é que adotem práticas ambientalmente eficientes, não apenas se limitando aos métodos de prevenção ao final de processos. A prevenção da poluição e outras questões ambientais devem ser abordadas através de todos os aspectos dentro de uma empresa.

As atividades econômicas produzidas pela sociedade tendem a gerar resíduos de diferentes tipos e quantidades, que podem causar danos à população e ao meio ambiente. O setor industrial e os demais setores empresariais têm sido pressionados pela sociedade civil organizada, pelos clientes, pelos órgãos públicos ambientais, pela legislação ambiental e pelos sistemas de gestão ambiental privado, a modificarem suas posturas referentes aos cuidados relacionados com a proteção e a racionalização da utilização dos recursos naturais e geração de resíduos (COELHO, 2011). Em outras palavras, esses danos que os resíduos podem ocasionar ao meio ambiente têm feito com que a população cobre mais ações de seus representantes governamentais. Dessa forma, a Política Nacional de Resíduos Sólidos surge como uma alternativa que vem dar apoio ao desenvolvimento sustentável.

A Lei n.º 12.305/2010, que altera a Lei n.º 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, no que se incluem os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Além disso, a lei estabelece ainda a seguinte ordem de prioridade no gerenciamento dos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos.

Nos últimos anos, a forma como as empresas vêm trabalhando a questão ambiental tem mudado de forma significativa e, assim, tem-se uma melhoria nas responsabilidades e nas estratégias das empresas com relação a esse tema.

Todas as empresas, em diferentes graus de intensidade, geram

aspectos que podem se converter em impactos ambientais. Mesmo as pequenas indústrias, que em uma primeira análise parecem não provocar problemas ambientais, podem causar sérios prejuízos caso não sejam tomados os devidos cuidados (SANTOS; YAMANAKA; PACHECO, 2005).

Dentre as atividades produtivas geradoras de resíduos estão às indústrias do setor metal mecânico, que podem gerar restos químicos poluidores e, até mesmo, perigosos, o que causa danos à saúde dos seres vivos e do meio ambiente. Produzir e consumir bens implica basicamente em retirar recursos da natureza e produzir resíduos, dos quais deve ser gerenciados adequadamente.

Por ser um setor que tem apresentado relevante crescimento nos últimos anos, é preciso verificar se suas atividades econômicas estão de acordo com algumas normas e leis ambientais, além disso, é importante que estejam em um contexto sustentável no qual não só as questões econômicas sejam o foco, mas também o meio ambiente e a sociedade. O desenvolvimento econômico é o foco de toda e qualquer organização. No entanto, atualmente, as organizações têm se preocupado em produzir de forma mais sustentável ao tentar se adaptar às exigências do mercado.

No que diz respeito à Gestão dos Resíduos Industriais em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos é de grande importância o desenvolvimento de mecanismos facilitadores para as ações de gerência. Até 2020, os municípios devem se adequar à nova Lei de Resíduos Sólidos e, assim, buscar meios organizacionais com certa urgência, com medidas de baixo custo de investimentos. A atenção em torno da micro e pequena empresa deve-se por considerar a representatividade das mesmas no cenário nacional e as prováveis dificuldades a serem enfrentadas para adequação à nova Lei.

O trabalho do Coelho (2011), além de desenvolver índices e indicadores, cria novas ferramentas computacionais: os softwares SAGER e T+L voltados para a realidade do gerenciamento de resíduos sólidos em indústrias e para comparação de tecnologias de tratamento de resíduos.

É importante que os resíduos sejam gerenciados corretamente, caso contrário, podem apresentar sérios problemas ambientais, sejam industriais ou domésticos. Sendo assim, as empresas devem atuar fortemente na redução de seus resíduos, sempre que possível com o reaproveitamento e reciclagem dos mesmos.

A classificação dos resíduos produzidos em uma atividade produtiva é um fator importante para o desenvolvimento e a manutenção

de um bom gerenciamento de resíduos sólidos, pois é por meio dela que são definidas as etapas de coleta, armazenagem, transporte, manipulação e destinação final.

O gerenciamento já não é mais facultativo, mas tão necessário que tanto a sociedade quanto os setores econômicos revejam suas ações de responsabilidades a respeito da geração dos resíduos. Essa ideia faz com que as empresas busquem gerenciar melhor seus resíduos e, nesse contexto, as indústrias do setor metal mecânico devem se adequar, já que são geradoras potenciais de resíduos.

Assim, este trabalho visa identificar por meio de estudo de caso, quais os principais resíduos que podem ser gerados pelo setor metal mecânico, a classificação de tais resíduos, bem como quais os melhores tratamentos para os mesmos. Por fim, visa-se criar uma metodologia de gerenciamento de resíduos em micro empresas do setor metal mecânico que contemple a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## 1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

**Capítulo 1 - Introdução:** fornecerá uma visão geral da pesquisa, uma breve contextualização, os objetivos geral e específicos; apresentará também as principais contribuições deste trabalho em âmbito acadêmico, industrial e ambiental, além de uma breve descrição dos procedimentos metodológicos e a estrutura da dissertação.

**Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica:** apresentará a revisão da literatura com os principais conceitos relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos; fará uma abordagem a respeito da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**Capítulo 3 – Metodologia e sua Aplicação:** abordará o estudo da metodologia modelada em duas empresas piloto do setor metal mecânico; apresentará a metodologia desenvolvida com a devida descrição da mesma.

**Capítulo 4 – Resultados:** serão apresentados quais os dados coletados e o devido tratamento dos mesmos.

**Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações:** serão apresentadas as conclusões e algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 1.3 OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas micro e pequenas empresas do setor metal mecânico.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar na literatura e por meio de estudo de caso em empresas de manufatura metal mecânica, os principais resíduos que podem ser produzidos nesse setor;
- Classificar os resíduos encontrados de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a NBR 10004 da ABNT;
- Verificar a metodologia de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos desenvolvido, por meio de análise da compatibilidade da metodologia às necessidades das empresas.

### 1.3.3 Contribuições

Com este trabalho será possível ter contribuições de ordem ambiental para as empresas e conceitual junto à academia.

#### 1.3.3.1 Acadêmica

Com relação à questão acadêmica será apresentada uma pesquisa bibliográfica sobre os conceitos de resíduos sólidos presentes no setor metal mecânico e um modelo de PGRS para micro pequenas empresas, e, ainda, este estudo listará 104 resíduos sólidos identificados na pesquisa junto a processos existentes na manufatura metal mecânica de maneira setORIZADA e classificado dentro das categorias de “resíduos” e “rejeitos” com referência a Lei 12.305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Como resultado será apresentado um inventário com as informações já existentes com relação aos resíduos e suas formas de tratamento.

#### 1.3.3.2 Industrial

As contribuições para a indústria consistirão na reunião de informações sobre sustentabilidade e que terão como plataforma um

PGRS e um inventário voltado ao acompanhamento do que pode ser feito dos seus resíduos.

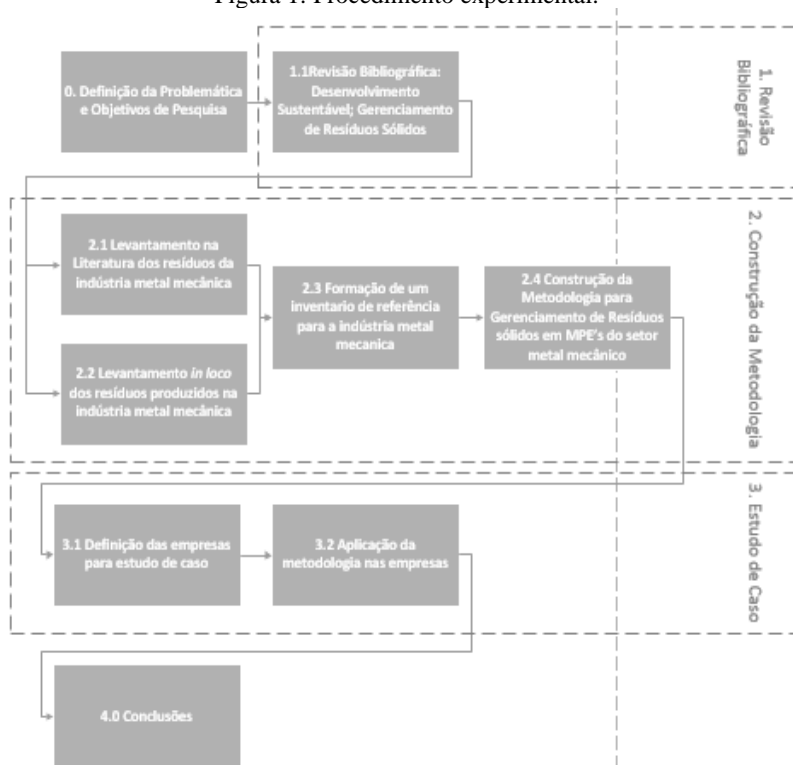
Além disso, pode-se auxiliar com procedimentos voltados a mudança na cultura organizacional com relação às questões ambientais com o intuito de reduzir materiais e reaproveitar matéria-prima de maneira quali quantitativa.

O resultado está voltado à adequação das empresas junto a PNRS e também algumas normas relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos. Consequentemente, essas adequações atenderão às diretrizes relacionadas ao tripé da sustentabilidade.

#### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento de pesquisa desenvolveu-se seguindo os passos apresentados na Figura 1:

Figura 1: Procedimento experimental.



Fonte: Autora, 2017.

Primeiramente, será realizado o levantamento bibliográfico sobre os assuntos de interesse: desenvolvimento sustentável, gerenciamento de resíduos sólidos e resíduos provenientes dos processos de manufatura da metal mecânica. E um levantamento sobre Plano de Gerenciamento de Resíduo Sólido, e principais resíduos gerados pelo setor metal – mecânico.

Em seguida, será realizada uma observação *in loco* em duas empresas do setor metal mecânico com o objetivo de identificar os resíduos produzidos e confrontá-los com os apresentados pela literatura. Dessa maneira, será possível classificá-los de acordo com a norma da ABNT NBR 10.004, descrevendo as possíveis destinações adequadas para cada item. A partir disso, será elaborado um inventário de referência dos principais resíduos identificados, identificando ainda se possível as principais fontes geradoras dos mesmos.

Esse inventário elaborado será utilizado como item de apoio dentro de uma metodologia de PGRS para direcionar a gestão de resíduos sólidos, com diretrizes a atender as necessidades de adequação dos processos de manufatura das empresas do setor metal mecânico e para MPE's.

A metodologia desenvolvida será verificada por meio da sua aplicação, utilizando-se de estudos de caso nas duas empresas a qual foi coletado os dados iniciais.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE

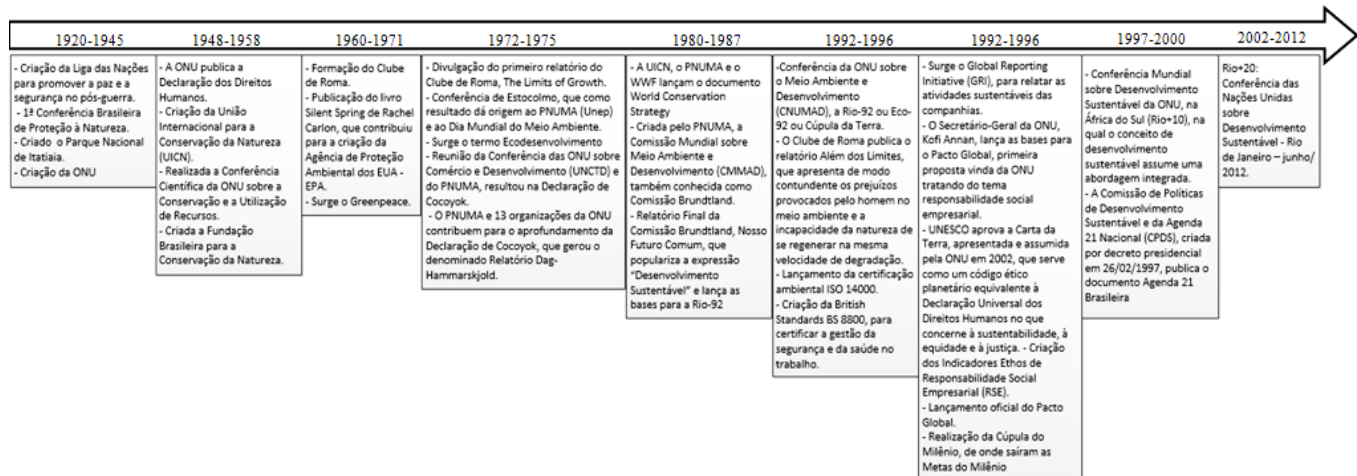
#### 2.1.1 Evolução Histórica e Conceituação

Conceitualmente, sustentável é tudo que é capaz de ser suportado, mantido (SICHE et al., 2016). O Relatório Brundtland (BRUNDTLAND, 1987) apresenta pela primeira vez de maneira documental o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual prescreve: “um crescimento para todos, assegurando ao mesmo tempo a preservação dos recursos para as futuras gerações”. Logo, abre um novo horizonte ao discurso ambiental. As questões de sustentabilidade extrapolam os antigos modelos econômicos, sendo as primeiras a integrar o meio ambiente com o futuro econômico, social e cultural das sociedades humanas (KAZAZIAN, 2009).

Em 1973, surgiram os primeiros conceitos sobre ecodesenvolvimento e, a partir de então, as discussões sobre desenvolvimento sustentável foram evoluindo. No contexto histórico, era o período do declínio da Guerra Fria e, assim, os medos de desastres ambientais, esgotamento de recursos e contaminações químicas motivaram os países a começar a pensar em formas de manter o fomento e diminuir a utilização dos recursos do planeta (HAAPALA *et. al.*, 2013).

A relação do homem com a natureza vem sofrendo grandes transformações que podem ser observadas de forma resumida em uma linha do tempo do Desenvolvimento Sustentável ao longo de mais de 90 anos. Os dados que contemplam essa série são apresentados pela Figura 1 que contém os fatos mais importantes para o incremento sustentável, retirados do artigo de PEREIRA (2012) disponível em uma revista do Tribunal de Contas da União (TCU).

Figura 2: Linha do Tempo do Desenvolvimento Sustentável.



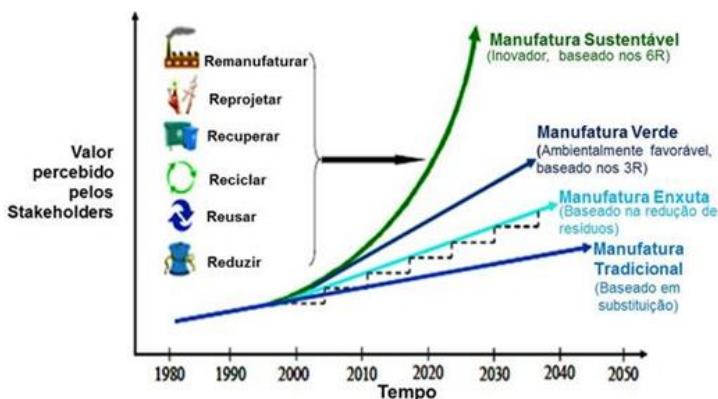
Fonte: Autor com base nos dados de PEREIRA, 2012.

Aspectos apresentados por Cavalcanti (2012) com relação ao desenvolvimento sustentável indicam que para se chegar à sustentabilidade se deve minimizar o uso de matéria e energia, minimizar os impactos ambientais, maximizar o bem-estar ou a utilidade social e atingir uma situação máxima de uso dos recursos de modo semelhante ao realizado pela natureza. O mesmo entendimento é confirmado por Balaceanu e Apostol (2014).

Os resultados obtidos até o momento consideram alguns indicadores mais populares como créditos de carbono e produção de CO<sub>2</sub>. De certa forma, as características abrangentes dos indicadores e dos sistemas de medição da sustentabilidade oferecem incertezas quanto a sua eficácia e aplicação voltada à melhoria da manufatura dos produtos. Faz-se necessário uma transição entre os conceitos de sustentabilidade e as condições apresentadas pelos processos de manufatura (LANKOSKI, 2016).

No intuito de apresentar cronologicamente como o termo sustentabilidade tem sido aplicado junto aos processos, a Figura 3 expõe a relação entre as partes interessadas (empresas, comunidades e governos) e o tempo desde a década de oitenta ao ano de 2050. Parte da “manufatura tradicional”, “enxuta” e “verde” chegando à “sustentável”. Nota-se que a utilização dos “R’s” (remanufaturar, reprojeter, recuperar, reciclar, reusar e reduzir), neste caso, baliza as aplicações em cada uma delas.

Figura 3: O tempo e a evolução da manufatura tradicional à sustentável, considerando a adoção dos 6Rs.



Fonte: adaptado de Faulkner e Badurdeen (2014).

Por meio de uma breve análise da Figura 3 que a reciclagem é um dos pontos praticados nos tempos atuais, seguida pela recuperação (matéria-prima). Logo, questões como o aumento da produtividade e a utilização de recursos (renováveis ou não) devem ser realizadas por meio de mudanças fundamentais tanto na manufatura quanto nas características dos produtos. Há empresas que apresentam maneiras de fazer com que os recursos naturais – energia, minerais, água e florestas – rendam cinco, dez, até mesmo cem vezes mais do que fazem hoje (HAWKEN, 2010).

A aplicação e a efetivação de sustentabilidade não ocorrem de uma forma uniforme, seu conceito varia de acordo com a cultura, com a política e com o entendimento das pessoas. É uma área ainda em desenvolvimento e expansão de aplicação e de entendimentos.

O conceito de desenvolvimento sustentável assume uma abordagem integrada, pois passa a incluir além dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, as questões políticas (ou político-institucional) e culturais na busca do equilíbrio entre as necessidades e as prioridades, não somente de gerações distintas, mas também entre diferentes grupos e gerações atuais. Esse conceito é confirmado por MOTA (2004) que ressalva que o conceito está relacionado às dimensões social, econômica, ambiental, espacial e cultural.

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável podem ser facilmente confundíveis, no entanto, há uma sutil diferença entre esses dois termos. Na sustentabilidade, o foco é estabelecer um equilíbrio entre o que a natureza pode oferecer e o limite a ser consumido, já o desenvolvimento sustentável tende a constituir o equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica. A integração do pensamento ambiental, econômico e social nos processos é uma das chaves para se obter um desempenho sustentável satisfatório; por isso, vê-se a importância do TBL na sustentabilidade.

Ambos os termos estão cada vez mais inseridos no ambiente organizacional atual. Tornar-se uma organização sustentável não é uma tarefa fácil, pois requer disciplina, mudança de cultura, investimentos financeiros e tempo disponível para analisar os aspectos e impactos ambientais. Por isso, o gerenciamento dos resíduos é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável de toda e qualquer organização.

A definição mais comum para Desenvolvimento Sustentável vem de um relatório de BRUNDTLAND produzido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações

Unidas, que o definiu como sendo o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. Essa comissão foi criada para discutir e propor meios de equilibrar o desenvolvimento econômico e a conversação ambiental.

A sustentabilidade leva em consideração não só as questões ambientais, mas salienta as necessidades humanas, o que a torna dinâmica e instigante. Logo, é fundamental que esteja em um processo de melhoria contínua ao buscar novas alternativas para manter a sustentabilidade em um ambiente organizacional.

Temas relacionados à sustentabilidade são apresentados com maior frequência em conferências, encontros, palestras e diversos eventos relacionados às questões ambientais. É durante esses eventos, que surgem ideias interessantes e novos estudos, ferramentas e alternativas mais viáveis e econômicas, cujo foco é o desenvolvimento sustentável.

Toda atividade industrial pode interferir no meio ambiente causando impactos de diferentes intensidades. Restando aos gestores, trabalhar meios para minimizar tais impactos, buscando o desenvolvimento de uma organização sustentável.

Uma organização sustentável é aquela que se preocupa com a sociedade e consegue gerar lucro à medida que respeita o meio ambiente, gerando o menor impacto ambiental possível e, atualmente, isso é requisito básico para toda e qualquer organização. Segundo HURTUBIA (1980), sustentabilidade é a tarefa de administrar o uso produtivo de um recurso renovável sem reduzir a produtividade e a qualidade ambiental, normalmente, em conjunto com o desenvolvimento de uma atividade. LOPES (2014) reforça ainda que uma empresa sustentável deva manter o equilíbrio ambiental, econômico e social, e procurar utilizar mais eficientemente os recursos naturais, renováveis ou não e que atendam a produção sem comprometer as necessidades humanas de consumo.

O autor BARTLETT (2011) reafirma o conceito global de sustentabilidade dizendo que “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Segundo CALLADO e FENSTERSSEIFER (2009), a palavra sustentabilidade vem do latim *sustentare*, que significa sustentar, suportar, ou seja, a possibilidade de uma organização garantir a sua continuidade

e perenidade. Pode ser entendida também como a forma com que os recursos naturais são utilizados visando o não esgotamento dos mesmos.

Vale ressaltar também que o termo sustentabilidade pode variar de um grupo social ou determinados setores para outro. Por exemplo, a visão das pessoas que trabalham em um meio industrial é diferente das que trabalham em atividades no campo e isso pode gerar diversas discussões; todavia, é importante que haja a conscientização de todos quanto ao uso e descarte dos materiais independentemente do seu grupo social ou atividade econômica. Para ARAÚJO (2006), no conceito de desenvolvimento sustentável parecem caber diversos significados, pois é tratado como sinônimo de sociedade racional, de indústrias limpas, de crescimento econômico, de utopias românticas.

Muitas atividades econômicas podem surgir ou evoluir de práticas sustentáveis, já que há uma necessidade de repensar nossas ações com relação aos recursos naturais. Como exemplo, tem-se a reciclagem de plásticos como um dos setores que mais cresce no Brasil, sendo que essa ação vem das próprias empresas que produzem itens de materiais plásticos. O *Global Reporting Initiative* (GRI) (2010) aponta ainda que um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável é a exigência de escolhas inovadoras e novas formas de pensar.

### 2.1.2 Dimensões do Desenvolvimento Sustentável

O termo sustentabilidade pode refletir a habilidade de coisas e pessoas em manter-se sem comprometer a existência e a permanência de outras pessoas, além das questões econômicas.

A sustentabilidade iniciada por volta da década de 60 era relacionada apenas às questões ambientais. Atualmente, sustentabilidade vai muito mais além, a preocupação se estende ao meio ambiente, a sociedade e às questões econômicas. Assim, pode-se afirmar que os diversos problemas relacionados à emissão de resíduos podem ser de caráter social, ambiental e econômico.

Uma das abordagens sobre as dimensões a serem consideradas para o desenvolvimento sustentável mais explorada atualmente pela literatura é o Tripé da Sustentabilidade ou *Triple Bottom Line* (TBL). De acordo com ELKINGTON (1994), esse Tripé começou a ser adotado pela mídia impressa referente às empresas e também constante em seus indicadores presentes em seus relatórios relacionados à sustentabilidade.

O *triple bottom line*, ou seja, o tripé da sustentabilidade é formado pelas palavras *people*, *planet* e *profit*, e corresponde aos

resultados do alcance da sustentabilidade de uma empresa.

SACHS (2002) conceitua tal termo a partir de oito dimensões da sustentabilidade na medida em que somente se considera desenvolvimento que tem condições para se conservar quando todas as dimensões são alcançadas, são elas: ambiental, econômica, social, cultural, espacial, psicológica, política nacional e internacional. Há ainda outros autores que consideram que o conceito de sustentabilidade pode ser apresentado a partir de cinco dimensões primordiais: social, econômica, ambiental, geográfica e cultural.

Para EPSTEIN (2008), uma empresa pode levar vantagem competitiva quando conseguir um equilíbrio entre o progresso econômico, responsabilidade social e proteção ambiental.

Pensar de maneira sustentável não se restringe apenas em separar e reciclar o lixo, é importante repensar as necessidades que levam ao consumo excessivo. Além disso, é preciso rever e aprimorar ações que atinja as três dimensões do TBL.

Segundo PHILIPPI JR. (2005), o gerenciamento de resíduos sólidos consiste na prática de utilizar diversas alternativas para solucionar o problema dos resíduos, de tal forma que o conjunto tenha sustentabilidade econômica, ambiental e social.

Trabalhar as três dimensões juntas pode ser uma tarefa complexa. Todavia, apresenta um potencial de transformação social positivo. Além dessas três dimensões, há outras. Alguns estudos como o do SANCHS (2002) considera o desenvolvimento sustentável apoiado em oito dimensões.

Tabela 1: Dimensões do Desenvolvimento Sustentável.

Social	-Homogeneidade social em um nível razoável - Rendimentos distribuídos de forma justa - Boa qualidade de vida e de trabalho com capacidade máxima/ ou automático
Cultural	-Inovação e respeito pela tradição em equilíbrio - Autonomia para a elaboração de uma integração nacional e endógena sem invasão - Confiança considerando o ambiente externo
Ecológica	- Preservação do potencial da natureza de capital na sua produção de recursos renováveis - Limite o uso de recursos não renováveis
Meio Ambiente	- A respeito da capacidade de autorregeneração dos ecossistemas naturais

Espacial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O investimento público equilibrado entre o urbano e o rural</li> <li>- Melhorar o ambiente urbano</li> <li>- Abordar as disparidades inter-regionais</li> <li>- Conservação da Biodiversidade (eco desenvolvimento)</li> </ul>
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilibrar o desenvolvimento econômico intersetorial</li> <li>- Segurança alimentar</li> </ul>
Política (Nacional e Internacional)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Democracia para os direitos humanos universais</li> <li>- Parceria entre o Estado e os empresários para a implementação do projeto nacional</li> <li>- Nível razoável de coesão social</li> <li>- Codesenvolvimento dos hemisférios, com base no princípio da igualdade.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Sanchs (2002).

A PNRS cita as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, quando se refere à gestão integrada de resíduos sólidos como sendo um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções.

Os consumidores podem receber informações quanto aos produtos, o consumo energético e formas de descarte. Para a comunidade ações de cunho social quanto ao atendimento de necessidades básicas dos trabalhadores, questões éticas e de transparência na gestão sempre objetivando a conservação dos recursos naturais. Os acionistas recebem informações quanto a investimentos e ganhos decorrentes da manufatura e venda de produtos mais sustentáveis atendendo a condição de “governança sustentável”. Embora muitas ações estejam voltadas a economia de recursos de produção e de investimentos em controles e acompanhamento de perdas (EXAME, 2015).

O conceito sobre essas dimensões foi criado nos anos 1990 por John Elkington, cofundador da Organização não Governamental Internacional SustainAbility. Seu significado pode ser mais bem compreendido por meio da obra intitulada “Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business (ELKINGTON, 1999), a qual trata desde a necessidade de uma agenda voltada a sustentabilidade a transição necessária do crescimento econômico focado na quantidade para desenvolvimento sustentável considerando o equilíbrio das três dimensões.



Apresenta a expansão do modelo de negócios tradicional para um novo modelo que passa a considerar o desempenho ambiental, social e financeiro das empresas de forma integrada. Vale ressaltar que apenas alcançar bons resultados em um ou dois aspectos do tripé não são suficientes para garantir a sustentabilidade. Logo, a correlação entre eles é o que garante o melhor resultado quanto à utilização racional de insumos dentro dos processos de manufatura.

Para corroborar as questões levantadas por John Elkington, o pesquisador Amory B. Lovins (LOVINS, 2013) indica que se faz necessário que as empresas sejam “triplamente estratégicas” em uma alusão ao *triple bottom line*. No entanto, o mesmo autor evidencia e existência de grande complexidade em se tratando de sustentabilidade e que as formas de ação precisam considerar um alcance mais sistêmico.

A Figura 4 apresenta as dimensões de sustentabilidade, levando em consideração os conceitos do TBL e acrescentando as questões socioambiental, socioeconômico e ecoeficiência.

Figura 4: As dimensões de sustentabilidade ambiental, econômica e social.



Fonte: Adaptada pelo autora de Elkington (1999).

A Sustentabilidade Ambiental considera os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente denominado “capital natural”. Foram os ambientalistas, atores desta abordagem, que desenvolveram o modelo denominado *pressure, state e response* (PSR) para indicadores ambientais e que o defendem para outras esferas (BELLEN, 2006). Estas questões apontadas como critérios ambientais a

serem consideradas estratégicas para a mitigação do impacto ambiental (MORAES, 2010).

O conceito de sustentabilidade observado a partir da perspectiva econômica vê o mundo em termos de estoques e fluxo de capital (BELLEN, 2006). A sustentabilidade econômica abrange alocação e distribuição eficiente dos recursos naturais dentro de uma escala apropriada. Reitera-se que esta visão não está restrita apenas ao convencional capital monetário ou econômico, mas considera o capital de diferentes tipos, incluindo o ambiental e/ou natural, capital humano e capital social de acordo com os conceitos do tripé da sustentabilidade. Desta forma, para os economistas o problema da sustentabilidade se refere à manutenção do capital em todas as suas formas.

Quanto à Sustentabilidade Social, ela considera o bem-estar humano, sua condição (física, psicológica e de segurança) e os meios utilizados para aumentar a qualidade de vida. Aproveita o raciocínio econômico o qual deve preservar o capital social e humano e que o aumento deste montante de capital deve gerar receita. Dessa forma, a riqueza é apenas uma parte dentro do contexto da sustentabilidade (BELLEN, 2006).

Em se tratando das Dimensões Políticas e Culturais da sustentabilidade, há considerações a fazer quanto ao seu significado. O autor do tripé o qual considerada as questões ambientais, sociais e econômicas - John Elkington - os cita em sua obra. Este trabalho está em fase de pesquisa quanto à melhor apropriação destes dois novos conceitos. O que se entende até o presente momento é que questões políticas abarcam os tratados, os acordos assinados entre países e as leis ambientais criadas no intuito de mitigar ou criar diretrizes quanto às formas mesmas agressivas de utilização do meio ambiente.

As questões culturais por sua vez, atendem as características das populações sujeitas a sua influência. Como exemplo, a adoção de determinadas demandas de consumo de produtos sustentáveis no Brasil são diferentes das percebidas em outros países, como na Alemanha por exemplo. Percebe-se que a questão cultural está atrelada a “maturidade” em relação aos temas de sustentabilidade ambiental, econômica e social.

## 2.2 MANUFATURA SUSTENTÁVEL

Durante os anos 90, a legislação começou a se fortalecer, exigindo cada vez mais das empresas e também surgiu um novo tipo de

consumidor, aquele com a consciência ambiental. Diante disso, o como atingir um desempenho mais sustentável se tornou uma necessidade de mercado, as empresas foram estimuladas a instituírem dispositivos de gestão ambiental (COELHO, 2011).

Essa exigência, tanto por parte do mercado quanto do consumidor, contribuiu para o desenvolvimento da Manufatura Sustentável, sendo essa a criação de produtos fabricados por meio de processos economicamente adequados que minimizem os impactos ambientais.

O conceito manufatura sustentável é visto como a indústria de produtos que utilizam processos produtivos menos impactantes ambientalmente, socialmente e que se mostram economicamente viáveis (*International Trade Administration*, 2010).

Segundo MIHELICIC *et al* (2006), a definição para manufatura sustentável dentro da engenharia está relacionada a projetos de sistemas industriais para garantir que a espécie humana faça o uso dos recursos naturais sem levar à diminuição da qualidade de vida devido a perdas de oportunidades econômicas no futuro ou a diversos impactos na condição social, na saúde e no meio ambiente.

A manufatura sustentável tem cristalizado em seus conceitos os preceitos da manufatura verde e, por sua vez, guia estratégias industriais em todo o mundo, inclusive, no Brasil. A preocupação “verde” nos processos industriais se baseia em dois pilares básicos, a saber: poupar energia e outros recursos e reduzir o risco de desabastecimento na cadeia de suprimentos (DORNFELD, 2014).

Antes de se aplicar qualquer estratégia para aumentar a sustentabilidade de um processo, deve-se medir o grau de impacto da manufatura. Dentre vários métodos, podem-se destacar dois: a Equação de Impacto e a Eficácia de Recursos ou Produtividade. No primeiro, têm-se três entidades básicas: a medida quantitativa da população; produto interno bruto per capto e impacto de tecnologia medido em unidade de produto interno bruto (DORNFELD, 2014). Na prática, pode-se entender melhor essa matemática descrita como o produto das três entidades citadas.

Como exemplo, tem-se um caso descrito por Hutchins: atualmente estamos utilizando 1,5 vezes a capacidade do planeta de prover recursos; este mesmo estudioso afirma que a população mundial crescerá em média de 30% a 40% até 2050 e a riqueza per capita crescerá de 3 a 5 vezes no mesmo período. De posse desses dados, Hutchins deduz que o impacto da tecnologia deve diminuir em 10

vezes para equilibrar a equação de impacto (DORNFELD, 2014).

Existem várias formas de se diminuir os impactos da tecnologia e equilibrar a equação de impacto, a otimização do processo é uma delas. Podem-se explorar essa diversidade no aspecto da gestão de qualidade, na qual as ferramentas exploradas pela engenharia de produção têm papel determinante nas melhorias. Pode-se também adentrar na tecnologia computacional dentro da engenharia mecânica industrial, que tem como produto o *Computer Numerically Controlled* (CNC), ferramenta que permite precisão na indústria metal mecânica, o que garante menor desperdício.

Pode-se também incluir na análise de melhoria o maquinário da cadeia produtiva. Nesse caso, o objetivo será melhorar a eficiência de uma etapa específica a fim de reduzir ou até mesmo excluir a necessidade de outra etapa do processo. Isso pode acontecer de duas formas: melhorando o consumo de energia/insumo de uma etapa específica e, conseqüentemente, do processo como um todo ou otimizando o consumo de determinada etapa a tal ponto que outra não tenha mais necessidade. Nos dois casos, o resultado será o mesmo.

O setor industrial é ainda um dos maiores geradores de resíduos, e também um dos grandes responsáveis pelos elevados níveis de emissões de gases do efeito estufa. Isso tem feito o setor adotar cada vez mais práticas de sustentabilidade ambiental e, assim, os resíduos das indústrias estão sendo mais bem aproveitados, seja voltando ao processo como matéria-prima ou a reciclagem e reutilização. Além disso, muitos resíduos de uma determinada indústria podem ser matéria-prima para outra.

As indústrias estão percebendo a importância e os benefícios financeiros e ambientais proporcionados pelo desenvolvimento de práticas sustentáveis na gestão dos seus negócios crescendo significativamente o número de empresas que buscam meios para se tornar uma organização sustentável e, assim, a sustentabilidade passar a ter um destaque na estratégia e operações das empresas objetivando aumentar o crescimento e a competitividade.

A questão econômica geralmente é colocada como barreira frente aos investimentos que visam sustentabilidade. No entanto, a adoção de práticas sustentáveis nem sempre implica em perdas financeiras. Muitas são os motivos que estão levando as empresas a investir em práticas sustentáveis na gestão de seus negócios, no geral esses motivos estão ligados com crescimento, competitividade e questão econômica. Por exemplo, os critérios favoráveis à sustentabilidade definidos pela EPA:

- Aumentar a eficiência operacional, reduzindo custos e desperdícios;
- Responder ou atingir novos clientes e aumentar a vantagem competitiva;
- Proteger e fortalecer a marca e reputação e construir a confiança pública;
- Construir viabilidade comercial de longo prazo e sucesso;
- Responder às sujeições e oportunidades reguladoras.

Embora a legislação procure punir aqueles que não consideram os aspectos ambientais, atender às suas especificações não é o suficiente. Atualmente, a competitividade de uma empresa é fortemente influenciada pelas suas ações no que concerne ao gerenciamento de seus impactos ambientais. Além disso, tem sido muito utilizado o chamado “marketing verde” (produtos e processos mais sustentáveis ambientalmente) para atrair os consumidores com consciência ambiental (COELHO, 2011).

### 2.3 AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS FRENTE AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Praticamente, todas as empresas de médio e grande porte trabalham com o desenvolvimento sustentável na gestão de seus negócios. Geralmente, há um setor responsável e um ou mais profissionais que atenda a este setor.

O fato de o termo sustentabilidade estar cada vez mais popular na mídia pode ser também um fator motivador para que as empresas adotem práticas sustentáveis fazendo com que esta seja parte fundamental na sua estratégia de negócios.

No cenário das micro e pequenas empresas (MPEs), a sustentabilidade ainda é incipiente se comparado às médias e grandes empresas, isso pode ser consequência de recursos limitados, falta de incentivos e até mesmo a falta de informações mais específicas a respeito dos seus processos. Esse quadro vem sofrendo avanços; porém, precisa ser mais explorado, principalmente, pela importância desse setor na geração de emprego e significativa contribuição para a economia do país.

Há dois grandes desafios enfrentados pelas micro e pequenas empresas quanto à implantação de práticas sustentáveis, que seriam:

Tempo e Recursos Financeiros. Essa questão do tempo e recursos financeiros no geral depende da atividade da empresa e de sua estrutura, pois o desenvolvimento de um plano de sustentabilidade deve ser específico e de acordo com as necessidades da empresa e dentro de suas limitações financeiras.

Diante da constante oscilação na economia que acaba gerando crises econômicas, a questão financeira pode ser um desafio maior se for comparada com o tempo para as MPEs.

Em 2012, o SEBRAE elaborou uma pesquisa com 3.912 empresários de micro e pequenas empresas no Brasil, cujo objetivo era fazer um levantamento do nível de percepção dessas empresas com relação aos temas sustentabilidade e meio ambiente. Com essa pesquisa puderam perceber que apesar da maioria das empresas participantes praticarem ações sustentáveis em seus negócios, ainda não as têm como estratégia de mercado e competitividade, visto que 54% não as associam a “oportunidades de ganhos” ou mesmo como uma ameaça.

Essa realidade desperta certa preocupação, tendo em vista a crescente importância que esse tema vem conquistando no cenário internacional e nacional, o que se reflete, por exemplo, em uma legislação e fiscalização cada vez mais exigentes e rigorosas, principalmente, no que concerne a aspectos ambientais. Dessa forma, o SEBRAE terá como desafio trazer para o cotidiano dos pequenos negócios as práticas de gestão e conquista de mercados e consumidores por meio de ações sustentáveis (SEBRAE, 2012).

A busca pela vantagem competitiva é algo contínuo e presente em praticamente todos os setores econômicos, alguns mais enérgicos que outros. Essa competitividade no geral tende a ajudar no crescimento das empresas e o desenvolvimento sustentável pode auxiliar na competitividade, assim se tem um ciclo contínuo no qual o fomento nas Micro e Pequenas Empresas, crescimento e a competitividade estão ligados ao Desenvolvimento Sustentável (Figura 5).

Figura 5: Ciclo do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: SEBRAE (2012).

Identificar, tratar e disponibilizar adequadamente os resíduos gerados não são ações tão simples quanto parecem ser, principalmente, se essas forem realizadas individualmente. Por isso, a PNRS enfatiza a importância da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, tanto pelos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e até mesmo os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

A sustentabilidade pode ser uma forte aliada das empresas que almejem diminuir seus custos operacionais, mantendo os produtos e serviços de qualidade. Na prática comum, a principal estratégia das organizações é fazer o que for preciso para gerar lucro (GIBBS, 2009).

Existem muitos fatores que podem ser levados em consideração para que as empresas queiram implementar programas de sustentabilidade, a EPA apresenta algumas dessas vantagens que são: melhorar a cultura da empresas, incentivar os funcionários a contribuir para uma mudança positiva e aumentar a rentabilidade, reduzindo os custos. Todavia, mesmo conhecendo as possíveis vantagens e havendo o compromisso com a implementação, pode ser um desafio, especialmente nas micro e pequenas empresas, onde os recursos e o tempo são mais limitados.

## 2.4 A INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

O ramo metal mecânico abrange vários setores, desde as indústrias que se dedicam a produção e as transformações de metais, o

que inclui tanto as empresas de bens e serviços intermediários até os estabelecimentos destinados aos produtos finais como bens de consumo, equipamentos, maquinário, veículos e material de transporte (MACEDO e CAMPOS, 2001).

Segundo KLOCKE (2011), para as indústrias do ramo metal mecânico, os processos de fabricação apresentam uma importância fundamental tanto na área tecnológica quanto na econômica. Dentre os setores presente nesse ramo, o processamento da matéria-prima tem alta relevância no mercado como, por exemplo, corte, estampagem, soldagem, usinagem, dentre outros processos.

O Brasil tem vivenciado, nos últimos anos, longos períodos de instabilidade econômica e, infelizmente, tal fato influencia no crescimento e na estabilidade da maioria dos setores econômicos. Assim, as indústrias do setor metal mecânico não fogem a regra.

Uma pesquisa divulgada em 2014 pelo *International Institute for Management Development* (IMD) e realizada no período de 2010 a 2013 revelou que houve uma queda no setor metal mecânica no Brasil. O Brasil ocupava o 38º lugar no ranking do IMD em 2010, já em 2013 caiu para o 51º lugar. De acordo com essa mesma pesquisa, que foi realizada em 60 países por meio de dados estatísticos nacionais e internacionais, além de pesquisas de opinião junto a executivos.

Vale ressaltar que tal instabilidade varia de segmentos para segmentos dentro do setor metal mecânico, embora as crises econômicas tentem atingir todos os setores econômicos.

Apesar de haver evidências e estudos apontando que os setores da agricultura, mineração e saneamento básico são mais poluidores do que o setor industrial, as indústrias petroquímicas, químicas, metalúrgicas, metal mecânicas por serem em maior quantidade, acabam sendo muito visadas quando se trata do tema poluição ambiental (SILVA, 2013).

PEDROZA (2011) afirma que os maiores responsáveis pela geração de resíduos perigosos são as indústrias metalúrgicas, as indústrias de equipamentos eletroeletrônicos, as fundições, a indústria química e a indústria de couro e borracha.

SILVA (2013) reforça ainda que para as indústrias do segmento metal mecânico, os resíduos sólidos são um dos aspectos ambientais mais importantes e prioritários para se trabalhar dentro da gestão ambiental, isso devido ao seu alto potencial poluidor, que pode se dar em virtude da diversidade e elevado volume gerados nos processos produtivos e, ainda, devido a fácil identificação visual destes.



## 2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS

A PNRS estabelece como conceito de resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se propõe a emanar ou se obrigar a proceder nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

O conceito de resíduo sólido pode ser facilmente confundido com Rejeitos, e são termos que estão associados, mas não querem dizer a mesma coisa. Desse modo, a PNRS define rejeito como: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

É comum a presença de temas relacionados a resíduos sólidos nas atividades das organizações, principalmente, as de grande porte, já que tendem a serem maiores geradores destes. No entanto, vale ressaltar que as micro e pequenas empresas também possuem grande potencial para gerar resíduos tanto quanto as médias e grandes empresas.

Para AMORIM (2010), a produção de resíduos está ligada diretamente ao modo de vida, cultura, trabalho, ao modo de alimentação, higiene e consumo humanos.

Os impactos ambientais causados pelo acúmulo de resíduos sólidos podem representar sérios problemas para a sociedade em geral. Além dos prejuízos na natureza, que de qualquer forma o homem acaba sofrendo as consequências. Então, reduzir a geração de resíduos é importante tanto para o homem quanto para o meio ambiente.

Os problemas relacionados ao acúmulo de lixo vêm aumentando cada vez mais. No Brasil, os principais destinos ainda são os lixões a céu aberto. A fim de minimizar esse problema, a PNRS estabelece diretriz e prazos para os municípios se adequarem a ela. Essa lei estabelece a responsabilidade compartilhada entre o poder público às empresas e aos consumidores. O tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos são determinados de acordo com suas características, quantidades, quem é o gerador e qual o planejamento estratégico de cada localidade.

O consumo desenfreado com a diminuição do ciclo de vida de

alguns produtos acaba contribuindo significativamente para esse aumento de resíduos sólidos. Assim, a redução do ciclo de vida dos produtos torna-se um fator significativo para o aumento de resíduos sólidos, em meio a tanta tecnologia e esse consumo desenfreado, os produtos estão se tornando cada vez mais descartáveis e acontecendo da seguinte forma: um produto é lançado no mercado e rapidamente atinge seu ponto máximo; em seguida, é substituído por outro com novas funções ou pequenas modificações. Mudanças essas que, infelizmente, a maioria dos consumidores quer acompanhar.

## 2.6 RESÍDUOS DO SETOR METAL MECÂNICO

As indústrias do setor metal mecânico geram resíduos que podem se apresentar de diversas formas dentro dos estados sólidos, líquido e gasosos.

Os resíduos sólidos descartados podem ser encontrados em diferentes setores dentro das indústrias metal mecânicas. Os principais setores e processos são apresentados na Figura 6.

Figura 6: Principais setores e processos da indústria metal mecânica.



Fonte: site CIMM (2017)

O descarte inadequado dos resíduos sólidos é um problema encontrado em empresas do setor metal mecânico, principalmente, se os resíduos gerados forem classificados como perigosos, o que pode causar

graves impactos ambientais em várias regiões.

Sendo assim, as organizações tendem a minimizar os seus impactos ambientais, fazendo o uso de boas práticas, tais como as metodologias de produção mais limpa. O conceito de produção mais limpa refere-se às ações que qualificam uma empresa como um usuário eficiente de matéria-prima e energia durante seu processo produtivo, o que objetiva ganhos na produtividade e, consequentemente, aumentar a competitividade e melhorar o desempenho organizacional, garantindo um descarte adequado do seu resíduo (HAIR, 2007).

## 2.7 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento de resíduos sólido é uma atividade que vem preocupando cada vez mais as organizações, o poder público e também a sociedade em geral. Surgindo assim, novos estudos que envolvem uma série de ações e estratégias a fim de se trabalhar melhor este tema.

Uma maneira de gerenciar os resíduos sólidos é separá-los em três fases, sendo estas: a documentação do resíduo, onde esta consiste em identificar o tipo e o local do resíduo. A segunda fase é realização da análise deste resíduo, consistindo em conhecer a causa/raiz de cada tipo de resíduo já na terceira e última fase trata-se da remoção do resíduo, onde é desenvolvido um registro do resíduo priorizando os mais críticos e selecionando a ferramenta mais adequada para o tratamento e eliminação dos mesmos. Ainda na terceira fase, as causas podem ser avaliadas com base em cinco critérios: custo da remoção, facilidade de remoção, impacto da remoção, ocorrência e detecção. As organizações, portanto, deve considerar o custo e facilidade de remoção como os principais elementos no desperdício do processo de remoção, pois esses critérios representam o investimento organizacional e a capacidade de tratamento de resíduos.

Na PNRS, o gerenciamento de resíduos sólidos é considerado como sendo um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta lei.

O gerenciamento dos resíduos de origem comercial, domiciliar e pública é de responsabilidade da prefeitura, quando a quantidade de resíduo gerada não ultrapassar 50 kg e não conter resíduos perigosos na

sua composição.

Outros tipos de resíduos como os industriais, hospitalares, agrícola, aeroportos e ferroviárias são de responsabilidade dos geradores (IPT, 2000). Além disso, a PNSR considera como geradores de resíduos sólidos todas as pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, que geram resíduos sólidos por meio de seus produtos e atividades, inclusive consumo, bem como as que desenvolvem ações que envolvam o manejo e o fluxo de resíduos sólidos.

Um gerenciamento ambiental eficaz promovido por qualquer organização pode proporcionar muitos benefícios tais como: conhecimento da situação real da organização com relação às questões ambientais, cumprimento da legislação, controle e tratamento das emissões para o meio ambiente, ações e programa de melhoria contínua da atuação ambiental, minimização de impactos, melhoria na imagem e prestígio frente aos *stakeholders* além dos ganhos na economia possibilitando uma maior rentabilidade econômica (FRANKENBERG et al, 2000).

A redução na fonte pode ser uma boa estratégia na minimização de resíduos, pois ao trabalhar o processo inicial fica mais visível a identificação da causa/raiz, as questões relacionadas à toxicidade dos mesmos e, assim, tornam-se mais viável a redução no volume dos resíduos gerados.

Há diversas linhas de gerenciamento de resíduos, a maioria baseadas na minimização na fonte. Todas moldadas na chamada Produção + Limpa, ou P+L, que tem um histórico mundial de mais de 20 anos, e que preconiza a produção de bens e serviços que consumam menos matérias-primas e energia e gerem o mínimo de resíduos e rejeitos (SORAIA SCHNEIDER, 2004).

A hierarquia da gestão dos resíduos deve ter seu início na redução na fonte, assim a não geração de resíduos é a principal ação na redução dos mesmos, seguida dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar). Essa hierarquização é apresentada da Figura 5, quanto aos "Rs" há estudos que apontam cinco, já outros oito, no entanto a importância dos iniciais "reduzir, reutilizar e reciclar" não mudam.

Figura 7: Hierarquia da gestão de resíduos.



Fonte: Brasil (2012)

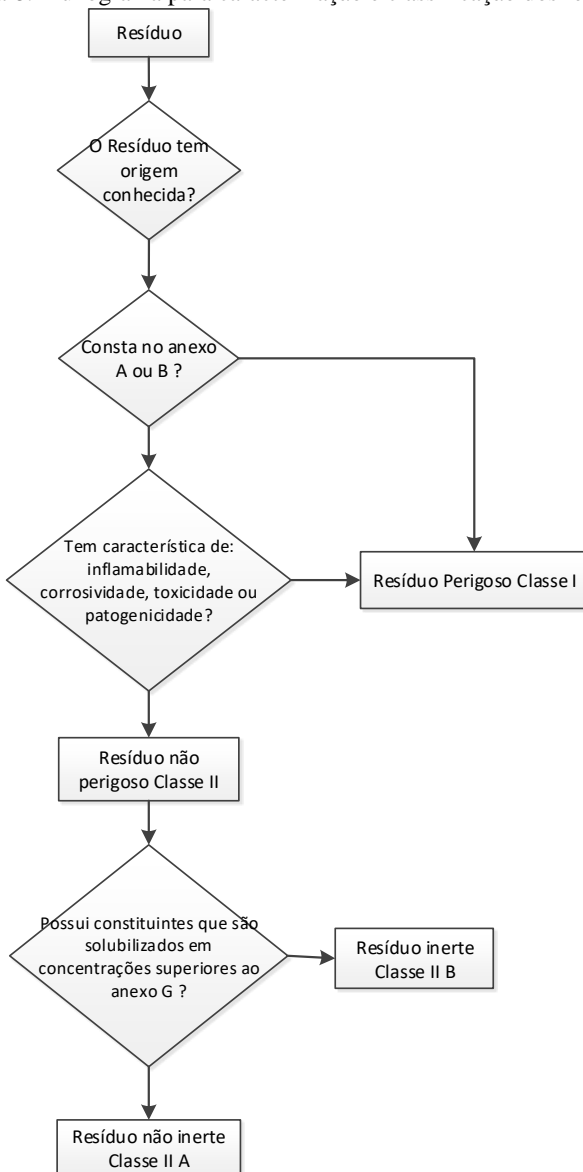
O gerenciamento de resíduos é fundamental, pois visa minimizar os problemas causados pelo acúmulo de resíduos e rejeitos no meio ambiente.

### 2.7.1 Classificação e Caracterização dos Resíduos

O conhecimento a cerca de um determinado resíduo pode ser feito por meio da classificação e quando possível à caracterização, tornando assim mais fácil o gerenciamento dos mesmos e a escolha adequada do tratamento. SILVA (2013) reforça ainda que além do entendimento do que são os resíduos sólidos, é importante classificá-los para então, poder definir um encaminhamento ambientalmente adequado, até o seu tratamento ou disposição final como rejeito.

A metodologia a ser adotada para a caracterização e classificação dos resíduos deve ser feita conforme norma da ABNT NBR 10004:2004. O fluxograma representado pela figura 8 apresenta esta metodologia conforme esta norma da ABNT.

Figura 8: Fluxograma para caracterização e classificação dos resíduos.

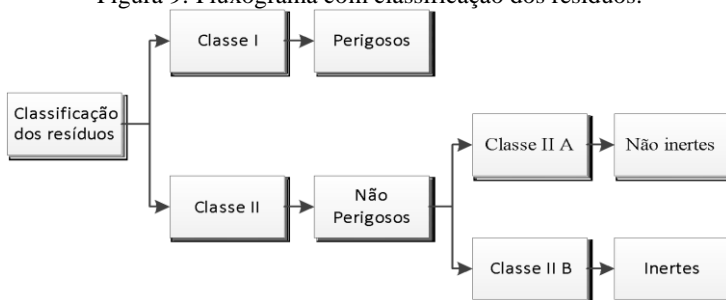


Fonte: [ABNT 10004]

Segundo a ABNT 10004 a classificação dos 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.

A classificação do resíduo com base na ABNT 10004 pode ser resumida na figura 9.

Figura 9: Fluxograma com classificação dos resíduos.



Fonte: Autora, com base na ABNT.

De acordo com a ABNT, os resíduos Classe I, também chamados de resíduos perigosos, são aqueles que apresentam risco à saúde pública por meio do aumento de doenças e até mesmo a mortalidade, ou ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada, caracterizando-se por terem uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Já os resíduos da Classe II, conhecidos como resíduos não perigosos, ou seja, são aqueles que não apresentam características de periculosidade, podendo ser diferenciados em inertes e não inertes.

Os resíduos não inertes, apesar de apresentar algumas propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, não se encaixam junto aos resíduos perigosos.

Quanto à natureza ou origem os resíduos podem ter diferentes classificações, sendo que a origem é o principal elemento para a caracterização destes. Assim, a Figura 10 apresenta algumas classes em que os diferentes tipos de lixos podem ser agrupados e inseridos.

Figura 10: Classes dos resíduos.



Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados da PNRS

A Tabela 2 apresenta os tipos e as respectivas definições de resíduos mais comuns, classificados quanto à natureza e origem.

Tabela 2: Classificação dos Resíduos Sólidos quanto à natureza ou origem.

<b>Tipos de Resíduos Sólidos</b>	<b>Definição</b>
Domiciliares	O lixo domiciliar ou residencial são constituído de restos de alimentos, diversas embalagens, varredura, folhagem, ciscos e a maioria dos resíduos constituídos de matéria orgânica.
Comercial	Proveniente de diversos estabelecimentos comerciais, são constituídos principalmente de papel, papelão, plástico, caixa, madeira e outros.
Industrial	Resultante de diferentes áreas da indústria e, portanto, de constituição muito variada, podendo conter substâncias tóxicas ou não.
Serviço de Saúde	Constituído de resíduos das mais diferentes áreas do estabelecimento: refeitório e cozinha, área de patogênicos,



	administração, limpeza e outros.
Especial	Constituído por resíduos e materiais produzidos esporadicamente como: folhagens de limpeza de jardins, restos de poda, animais mortos, entulhos etc.
Feira, Varrição e Outros	Proveniente de varrição regular das ruas, conservação da limpeza de núcleos comerciais, limpeza de feiras, constituindo-se de papéis, papelão, plásticos, cigarros, invólucros, restos de capinação, areia, ciscos e folhas.

Fonte: Adaptado de SCHALSH, 1991.

Vale ressaltar que essa classificação é importante no gerenciamento de resíduos das micro e pequenas empresas localizadas em áreas urbanas, uma vez que estas podem gerar resíduos de distintos tipos. Embora muitas delas considerem que seus resíduos são do tipo domiciliar. No entanto, há casos em que estas empresas geram resíduos nocivos e realizam o descarte desses erroneamente, por acreditarem que a coleta destes sejam de responsabilidade do município.

### 2.7.2 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é um documento recomendado pela PNRS e de acordo ainda com esta lei, é obrigatório para um determinado grupo de empresas, sendo que estão sujeitos à elaboração do plano as indústrias, mineradores, estabelecimentos gerados de resíduos perigosos e não perigosos quando o volume for elevado (superior a 50 kg).

É um documento que direciona a empresa no gerenciamento de resíduos sólidos, descrevendo as ações relativas ao manejo adequado dos resíduos sólidos, sendo então um passo a passo que deve ser revisado periodicamente e adaptado à necessidade da empresa.

E de acordo com a PNRS deve contemplar os aspectos referentes à: geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.

Essa obrigatoriedade começou a entrar em vigor no Brasil a partir de 02 de agosto de 2010, sendo os PGRS um forte instrumento de aplicação da PNRS.

De acordo com a PNRS, as micro e pequenas empresas, que gerem apenas resíduos sólidos domiciliares ou equiparados pelo poder

público municipal, estão dispensadas de apresentar o plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Quando o plano for exigido para esse grupo de empresas, poderá ser inserido no plano de gerenciamento de empresas com as quais operam de forma integrada, desde que estejam localizadas na área de abrangência da mesma autoridade de licenciamento ambiental (Lei 12.305/2010).

ANDRADE e FERREIRA (2011), reforçam ainda que podem ser considerados resíduos domiciliares aqueles gerados nas atividades comerciais e por prestadores de serviços (desde que não sejam serviços de saúde, construção civil e de transportes), e que não são classificados como resíduos perigosos.

Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos das micro e pequenas empresas poderão ser apresentados por meio de formulário simplificado.

O PGRS é um documento integrante do processo de licenciamento ambiental, que aponta e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos (SCHNEIDER, 2004). Documentos com valor jurídico que comprovam a capacidade de uma empresa de gerir todos os resíduos que eventualmente venha a gerar (MACHADO, 2013).

A elaboração dos Planos de Resíduos Sólidos deve ser feita pelo setor público a nível federal, estadual e municipal e por empresas públicas ou privadas que se encaixam nas exigências da PNRS. O fluxograma apresentado na figura 11 apresenta a disposição dos planos quanto aos níveis.

Figura 11: Os Planos de Resíduos Sólidos.



Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos (art. 14, Lei nº 12.305/2010).

O PGRS é um documento que busca abranger os procedimentos necessários e responsabilidades para a coleta, a segregação, a classificação, e o armazenamento temporário na área do

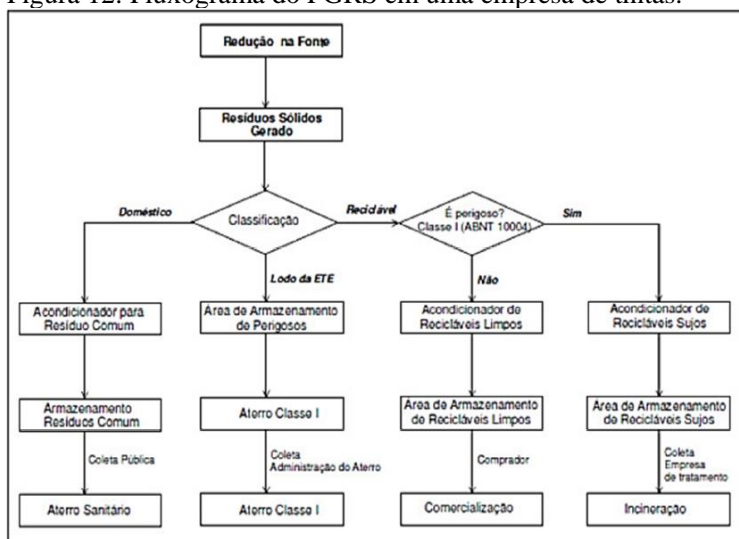
empreendimento, o transporte e a destinação final dos resíduos gerados e visa atender as exigências previstas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (SENAI, 2014).

São apresentados exemplos de trabalhos desenvolvidos com o foco no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a fim de embasar a elaboração do PGRS proposto neste trabalho.

O primeiro exemplo trata-se do trabalho de SIMIÃO (2011) tendo como título: Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma Empresa de Usinagem sobre o enfoque da Produção mais Limpa. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar por meio de um estudo de caso, as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos com o viés da produção mais limpa, identificando assim oportunidades de otimização no gerenciamento de resíduos sólidos na empresa avaliada.

Outro trabalho importante para o desenvolvimento deste foi o do Macêdo et al. (2008), tendo como objetivo desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) para uma indústria de tintas, visando a busca de oportunidades de manejo sustentável e o controle da qualidade ambiental. Neste trabalho foi desenvolvido um fluxograma estruturado e ligado a ABNT para auxiliar no gerenciamento dos resíduos, conforme apresentado na figura 12, no qual a redução fonte é também o início do gerenciamento.

Figura 12: Fluxograma do PGRS em uma empresa de tintas.



Fonte: Macêdo et al., 2008.

Além destes citados outros trabalhos serviram de base para o PGRS proposto, todos seguindo a ABNT ou a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que orienta a tratar o resíduo na fonte, ou seja, a não geração de resíduo, a busca de alternativa para a redução na fonte.

Os planos devem ser de acordo com a necessidade da empresa, tipo, tamanho, quantidade de resíduo gerado e seu impacto para o meio ambiente para a sociedade e nos custos na empresa, no entanto, é importante que atenda às diretrizes estabelecidas pela PNRS, ou seja, deve contemplar ações que trabalhem desde a não geração até a destinação final.

### 2.7.3 Tratamento de Resíduos

Trata-se de ações direcionadas à redução de volume dos resíduos, para que haja também a diminuição da periculosidade e riscos ambientais que os mesmos podem causar tanto para o meio ambiente quando à sociedade.

O tratamento e a destinação final dos resíduos devem ser considerados quando já se esgotaram todas as possibilidades e oportunidades de redução, reaproveitamento e reciclagem. Assim sendo, torna-se importante a escolha da técnica de tratamento mais adequada a determinada situação, pois a precipício, todas as técnicas apresentam vantagens e desvantagens, a escolha depende das características dos resíduos (COELHO, 2011). Além disso o tratamento de resíduos depende de tecnologias que devem ser utilizadas, considerando-se aqui que o gerenciamento interno realizado pela indústria, principalmente nos aspectos relativos à minimização, reciclagem e reaproveitamento (LIMA, 2012),

Vários municípios brasileiros vêm apresentando dificuldades relacionadas a esta problemática ambiental, no acondicionamento, na coleta, no transporte, no tratamento e na disposição final de forma adequada. Essa deficiência no gerenciamento possibilita que práticas inadequadas de disposição final de resíduos sejam comuns, como a deposição irregular em lixões (LOURENÇO, 2014).

Há diferentes formas de tratamento de resíduos, que vão depender principalmente das características e classificação destes, sendo que quando comparados entre si, apresentam vantagens e desvantagens podendo ser utilizados separadamente ou em conjunto. Os resíduos sólidos urbanos, por exemplo, podem ser tratados por meio das técnicas como gaseificação, pirólise, incineração, plasma, compostagem, reciclagem e digestão anaeróbica (MARCHEZETTI *et al.*, 2011).

O tratamento e a gestão de resíduos sólidos devem ser analisados minuciosamente, observando o impacto deste para a sociedade e para o meio ambiente.

Dois processos importantes para o tratamento de resíduos sólidos, reciclagem e compostagem, são salientados na literatura e na PNRS. Ambos os processos envolvem a alteração de algumas propriedades físicas, químicas ou biológicas dos resíduos, com o objetivo de transformá-los em insumos ou novos produtos. Algumas vantagens e desvantagens associadas aos dois tratamentos mais comuns no Brasil são comentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Principais vantagens e desvantagens da reciclagem e compostagem.

	Vantagem	Desvantagem
Compostagem	Essa prática da matéria orgânica diminui a quantidade de resíduos que devem ser depositados nos aterros sanitários, gera um composto que, quando não contaminado, pode ser utilizado como adubo na agricultura. Além disso, este composto pode melhorar a estrutura dos solos, aumentando a capacidade de retenção de água e controlando alguns processos erosivos.	No Brasil este composto ainda tem uma comercialização limitada, pois são necessários grandes espaços para a implantação em grande escala e o processo pode liberar odores desagradáveis se as condições aeróbicas não forem mantidas, o que exige uma vigilância e manutenção frequentes da pilha de compostagem.
Reciclagem	Preserva o meio ambiente por meio da valorização dos resíduos, minimiza a utilização de recursos naturais e o uso mais racional destes. Também gera riqueza por meio da geração de emprego e renda, tornando-se um	A coleta seletiva pode ser pouco eficiente; os materiais recicláveis podem ser contaminados, diminuindo seu valor comercial de venda; nem sempre os materiais reciclados são mais baratos do que retirar a matéria-prima da natureza; pode ocorrer uma baixa

	componente importante do processo de logística reversa.	demanda para a compra de recicláveis; e pode haver a ausência de infraestrutura e incentivos públicos.
--	---	--

Fonte: Adaptado de Marchezetti *et al.* (2011).

#### 2.7.4 Coleta Seletiva e Reciclagem

A PNRS define como coleta seletiva a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição.

São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

- Os planos de resíduos sólidos;
- Os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- A coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

A coleta seletiva é uma metodologia que objetiva minimizar o desperdício de matéria-prima e a reciclagem a forma mais racional de gerir os resíduos sólidos (FELIX, 2007). Segundo SALGADO *et al.* (2013) coleta seletiva pode ser entendida como a “seleção” do material que pode ser reciclado, reduzindo a quantidade de resíduos sólidos descartados nos conhecidos ‘lixões’.

Segundo o guia de elaboração, para que a coleta seletiva possa ser implementada é necessário que os resíduos sejam previamente separados de preferência nos locais onde são gerados e de acordo com suas características e composição. Logo a coleta seletiva é um instrumento eficaz na disposição final ambientalmente adequada dos diferentes tipos de resíduos.

Uma vez que está deve ser entendida como um fator estratégico para a consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em todas as suas áreas de implantação (GRI).

A reciclagem denota a recuperação dos materiais sem conservar qualquer estrutura do produto, enquanto a remanufatura conserva a identidade do produto e busca dar ao produto a condição de “como novo”, por meio de desmontagem, revisão, limpeza e substituições necessárias (OH, HWANG, 2006).

Para ZANETTE (2008) a reciclagem é um processo focado

especificamente na recuperação dos materiais caracterizada pela coleta e processamento de materiais provenientes de descartes de processos de manufatura e diretamente do consumidor. Tendo um papel muito importante na redução da poluição, pois auxilia no prolongamento da vida útil de aterros sanitários e industriais e na conservação de recursos naturais, mas não pode ser considerada a principal alternativa para o fim de vida de alguns produtos.

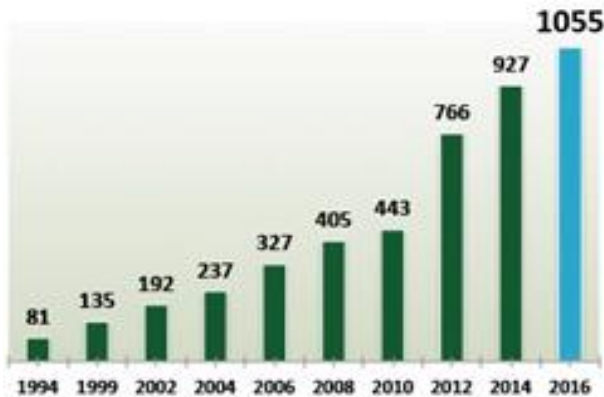
De acordo com Ribeiro e Besen (2007), as primeiras atividades de coleta seletiva ocorreram no ano de 1986, mas foi em 1990 que os municípios formaram parcerias com catadores de associações e cooperativas para realizar os programas de coleta.

Fundado em 1992 a associação CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem) sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo trabalhando para conscientizar a sociedade sobre a importância da redução, reutilização e reciclagem de lixo através de publicações, pesquisas técnicas, seminários e bancos de dados. Os programas de conscientização são dirigidos principalmente para formadores de opinião, tais como prefeitos, diretores de empresas, acadêmicos e organizações não-governamentais (ONGs).

Um dos relatórios divulgado pelo CEMPRE em 2012, apontou que no Brasil dos resíduos gerados apenas 26,9% foram reciclados, esse número ainda era muito baixo, embora o aumento da taxa de reciclagem tenha aumentado e se fazendo presente na gestão das organizações. Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos tendem a ajudar a melhorar esse número de reciclados.

De acordo ainda com o CEMPRE com relação a coleta seletiva e reciclagem o cenário brasileiro vem sofrendo evoluções, nos últimos anos, essas mudanças são mais visíveis a partir de 2010, o número de municípios participantes da coleta seletiva aumentou bastante, conforme mostra a Figura 12, relatório divulgado em 2016.

Figura 13: Municípios com Coleta Seletiva no Brasil.



Fonte: CEMPRE, 2016

Deve-se observar a importância da coleta seletiva com o objetivo de proporcionar maior efetividade às ações de reciclagem de uma forma geral. JACOBI E BESEN (2006) ressaltam que a coleta seletiva também promove o hábito da separação do resíduo na fonte geradora para aproveitamento e incentiva a educação ambiental voltada à redução do consumo supérfluo e do desperdício. Há amplo consenso em relação à importância da reciclagem como forma de valorização e manejo sustentável dos resíduos sólidos, tanto na literatura acadêmica quanto em legislações nacionais e internacionais.

A coleta seletiva e a reciclagem, quando devidamente integradas, podem proporcionar ganhos, tais como a redução dos volumes destinados para aterros tanto dos resíduos quanto dos rejeitos, redução de áreas de deposição irregular, valorização e reinserção dos resíduos na cadeia produtiva bem como a redução da necessidade de utilização de recursos naturais, entre outros (PASCHOALIN FILHO *et al*, 2014).

### 2.7.5 Destinação e Disposição final

Destinação e disposição final são conceitos distintos que fazem parte de um conjunto de ações que estão presentes no gerenciamento de resíduos sólidos.

A PNRS conceitua a destinação final ambientalmente adequada como a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras



destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A PNRS indica que a destinação ambientalmente adequada dos resíduos deve se limitar a uma das opções: reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético ou disposição final, que deve ser restrita aos rejeitos, também chamados de inservíveis. Logo a Lei oferece alternativa adequada para a destinação final dos resíduos, essas opções devem estar ligadas com a classificação e caracterização dos resíduos ou rejeitos gerados.

## 2.8 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Somente a partir da década de 1990 que começaram a surgir no Brasil algumas regulamentações a nível Estadual sobre gestão de resíduos sólidos.

Em 1991, o Congresso Nacional criou o Projeto de Lei 203/1991 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, no entanto somente em 2010 esse projeto de lei foi aprovado, depois de passar por diferentes instâncias do poder público.

O objetivo desse projeto lei era estabelecer de que forma seriam geridos os resíduos sólidos no país, levando em conta ações de segregação, coleta, manipulação, triagem, acondicionamento, transporte, armazenamento, beneficiamento, comercialização, tratamento, reciclagem e disposição final adequada dos mesmos (TORRES; BORGER, 2013).

A PNRS instituiu um novo marco regulatório para a gestão dos resíduos no Brasil, reunindo diretrizes, princípios, objetivos, instrumentos, metas e ações que devem ser adotadas somente pela União ou em parceria com os Estados, Distrito Federal, Municípios e Privados visando à gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Como objetivos da PNRS tem-se a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A PNRS foi regulamentada em dezembro de 2010, ainda neste mesmo ano ela foi publicada. A partir daí, se tem uma série de

instrumentos para a gestão de resíduos sólidos no Brasil, sejam estes resíduos urbanos, domiciliares, industriais, de serviços, de saúde, entre outros (SILVA, 2013).

O Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social salienta que esta lei pode ajudar a sociedade ao destacar o seu papel em agir de forma integrada para conseguir as mudanças necessárias e implantar novas referências no que diz respeito à produção e o consumo, focado na análise do ciclo de vida do produto e da responsabilidade compartilhada.

Com a PNRS a responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados não é somente do poder público e, assim, os consumidores, fabricantes, e demais setores econômicos e sociais, são responsáveis pela geração de resíduos, visto que todos têm sua participação no processo, seja em pequena ou grande escala.

A lei orienta para uma produção e consumo mais consciente, sendo então a não geração o primeiro requisito para o gerenciamento de resíduos. Se não houver formas de não gerar o resíduos, a segunda medida é reduzir a quantidade do que será descartado, trabalhando com a reutilização, reciclagem e tratamento. A Figura 13 exemplifica esta ordem de prioridades das ações.

Figura 14: Hierarquia das ações no Manejo de Resíduos Sólidos.



Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos (2012)

Assim, a Lei busca estimular os responsáveis a praticar ações ambientalmente corretas, inserindo no seu cotidiano conceitos sustentáveis.

Uma das medidas da Lei é eliminar os lixões, o primeiro prazo determinado para isto foi no dia 02 de agosto de 2014, no entanto, não foi cumprido pela maioria das cidades. Então foi dado um novo prazo para as capitais e municípios de região metropolitana se adequarem a

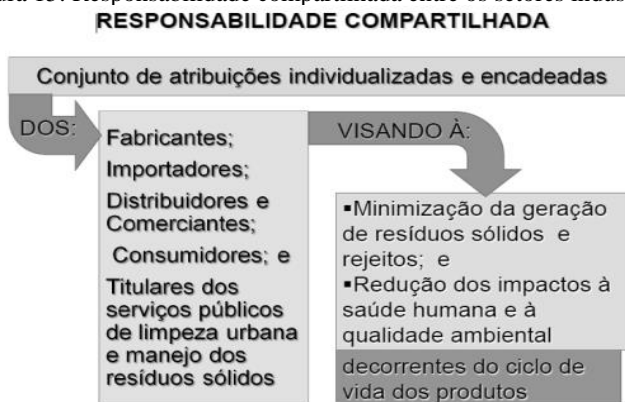
esta exigência que deverá ser cumprida até 31 de julho de 2018.

Para que isso aconteça é necessário investimentos tais como: desenvolver um planejamento estratégico junto aos geradores de resíduos, trabalhar com políticas sustentáveis, investir em educação ambiental, focar em treinamentos para os colaboradores, bem como adotar uma responsabilidade compartilhada, isto é, um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, comerciantes e do próprio consumidor final.

Os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, terão um ano a mais para implementar os aterros sanitários. As cidades que têm entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021 (SALOMÃO, 2015).

Uma medida muito importante da PNRS é a responsabilidade compartilhada, ou seja, cada envolvido na geração do resíduo, direto ou indiretamente pode ser responsável pelo mesmo, a Figura 14 mostra esse caminho quanto aos envolvidos.

Figura 15: Responsabilidade compartilhada entre os setores industriais.



Fonte: PNRS (2010)

Essa responsabilidade compartilhada entre os setores industriais que vai desde o fabricante até ao serviço público de limpeza, precisa estar em sintonia visando sempre à redução de resíduos.

Uma lei não funciona sozinha, além da lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, há outras leis, normas e resoluções importantes que devem ser consideradas junto à PNRS, abrangendo

esfera federal, estadual e municipal. Algumas dessas legislações são válidas para todos os ramos industriais, no entanto, a lista apresentado na Tabela 4, busca direcionar para o ramo metal mecânico, objetivando orientar os empresários quanto a atualização e adaptação à legislação do país.

Tabela 4: Principais legislações no gerenciamento de resíduos.

<b>Requisito legal</b>	<b>Esfera</b>	<b>Descrição</b>
Decreto-Lei nº 5.452 - CLT	Federal	Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.
Lei nº 6.938/81	Federal	Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e seus mecanismos de aplicação, como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA).
Lei nº 7.347/85 Lei da Ação Civil Pública	Federal	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico.
Decreto nº 96.044/88	Federal	Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.
Lei 9.605/98 Lei de Crimes Ambientais	Federal	Reordena a legislação ambiental brasileira no que se refere às infrações e punições. A pessoa jurídica pode ser penalizada, chegando até à liquidação da empresa, e as multas variam de R\$ 50 reais a R\$ 50 milhões de reais.
Resolução Conama 275/01	Federal	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução Conama 362/05	Federal	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Resolução Conama 401/08		Federal	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado.
Resolução Conama 416/09		Federal	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.
Lei 12.305/10		Federal	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Decreto n° 7.746/12		Federal	Estabelecem critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal.
Decreto 8.127/13		Federal	Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional.
ABNT NBR 10.004		Federal	Resíduos Sólidos – Classificação.
ABNT NBR 11.174		Federal	Armazenamento de resíduo classe II – inertes e classe III inertes.
ABNT NBR 12.235		Federal	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
ABNT NBR 13.221		Federal	Transporte de Resíduos
ABNT NBR 13.463		Federal	Coleta de resíduos sólidos
ABNT NBR 14.284		Federal	Norma específica para os serviços de reparação e pintura de automóveis
ABNT NBR 15.629		Federal	Descreve os procedimentos e as recomendações para manutenção em sistemas de climatização em veículos rodoviários automotores.
Lei 13.577/09		Estadual	Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da

		qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas.
Lei 15.121/10	Estadual	Dispõe sobre a destinação de recipientes contendo sobras de tintas, vernizes e solventes.
Lei 15.247/13	Estadual	Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo.
Resolução SMA 038/11		Estabelece a Política Estadual de Resíduos – PERS
Lei 13.316/2002	Municipal	Dispõem sobre a coleta, destinação final e reutilização de embalagens, garrafas plásticas e pneumáticos.
Lei 15.121/2010	Municipal	Dispõe sobre a destinação de recipientes contendo sobras de tintas, vernizes e solventes.

Fonte: Adaptado de Marchezetti *et al.* (2011).

Algumas das legislações apresentadas na Tabela 4 podem ser encontradas também na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que se encontra em destaque nesta tabela, caracterizou-se como um marco, pois passou a reunir um conjunto de diretrizes e atos a ser adotado visando um gerenciamento integrado e adequado dos resíduos sólidos.

### **3 DESENVOLVIMENTO DO PGRS E INVENTÁRIO**

Para o desenvolvimento da metodologia Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e do inventário foi realizado o levantamento de dados em duas empresas do setor metal mecânico, em regiões geográficas diferentes, uma na região Sul e a outra no Nordeste Brasileiro, a fim de desenvolver um PGRS que atenda às empresas desse setor de acordo com as suas necessidades. Além disso, foi realizado um levantamento bibliográfico em trabalhos que tiveram como foco o desenvolvimento do PGRS.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS**

As empresas escolhidas para auxiliar no desenvolvimento das ferramentas possuem características em comum, tais como o mesmo ramo de atividade e estrutura organizacional de pequeno porte.

Realizou-se diversas visitas às empresas para conhecer os processos produtivos, principais produtos, o tipo de matéria-prima utilizada, os tipos de resíduos produzidos, quais as formas de acondicionamento e tratamento destes.

Após as visitas, foi possível verificar a situação atual das empresas com relação à gestão dos resíduos gerados.

##### **3.1.1 Características da Empresa X**

Fundada em 2000, a EMPRESA X é uma empresa nacional que atua no ramo de aço inox para os mais diversos projetos. Atendendo clientes da região sul do Brasil, principalmente clientes do Estado de Santa Catarina especialmente dos municípios da Grande Florianópolis, no entanto a empresa também está disponível para atender outras regiões do Brasil, dependendo do custo benefício do projeto.

A EMPRESA X encontra-se atualmente no município de São José pertencente à Mesorregião da Grande Florianópolis no Estado de Santa Catarina, está em fase de expansão, sua nova sede já está em construção no Condomínio Empresarial Industrial da Palhoça – CEIP.

É uma empresa que se preocupa com a conservação dos recursos naturais, buscando o desenvolvimento sustentável em seu processo produtivo, no entanto não apresenta nenhum programa de gestão

ambiental.

Tem como visão ser uma empresa de referência nacional na confecção de produtos em aço inox. Sua missão é fornecer produtos e serviços de qualidade através de novas tecnologias, com profissionais qualificados que garantam a satisfação dos clientes.

A empresa X, trabalha com um leque diversificado de produtos, trabalhando com projetos, onde o cliente determina qual o produto e como será.

Tabela 5: Principais produtos fabricados pela Empresa X.

Bancadas	Barra de apoio	Colunas para Muro
Caixas de correio	Coifas	Viga Central
Corrimão	Escada Plissada Escada	Kit Box banheiro
Escada Viga dupla	Guarda-corpo com vidro	Mesas de centro
Kit pivotante	Lavatórios Letras caixa	Mesas de centro
Mesas de jantar	Mictórios	Projetos personalizados
Prolongadores	Puxadores Circulares	Puxadores quadrados
Puxadores retangulare	Spider	Tubos giratórios com
suporte para TV/Monitor/Caixa	Caixa Hidrante	

Fonte: Autora.

O sistema de produção da empresa Empresa X é por encomenda, sendo assim, ela possui um portfólio de produtos bem diversificado atendendo a necessidade de cada cliente, alguns desses produtos são apresentados na tabela 5, sendo estes os tem saído com maior frequência.

### 3.1.2 Características da Empresa Y

A Empresa Y está situada na cidade de São Luís no Estado do Maranhão, sendo uma empresa do ramo Metalúrgico e, assim, como a Empresa X, trabalha com aço inox. Atende basicamente no próprio estado e, eventualmente, em alguma outra cidade das regiões Norte e Nordeste.



Com relação a seus produtos, a empresa divide suas linhas de produção em aço inox e aço carbono, sendo que os principais produtos de Aço inox são: escadas, corrimão, placas, letreiros, fachadas, cozinhas. Já os produtos de Aço carbono são: fachadas, quadras esportivas, postes, toldos, corrimão, revestimento. A empresa possui dois estabelecimentos destinados cada um a um tipo de produção, a maior produção é de aço inox. O estabelecimento de estudo foi o de aço de inox, que fica em área domiciliar. Já o outro estabelecimento fica em uma área mais periférica da cidade, e é utilizado com menor frequência, é basicamente um galpão disponível para a fabricação de peças mais robustas de aço carbono.

Quando há produtos de aço carbono para ser fabricado, os funcionários são deslocados do estabelecimento de aço inox para o outro estabelecimento.

A Empresa Y desenvolve atividades diversas com a fabricação de artefatos de aço, abrangendo as diversas áreas de construção civil, moveleira, arquitetura, alimentícios, hospitalares e industriais. Dispondo de instalações próprias, com 1006 m<sup>2</sup> de área construída, equipamentos próprios como máquinas de solda, tornos de bancada e tornos mecânico, furadeiras, lixadeira, guilhotinas e dobradeira e etc.

O processo de fabricação praticado é o *jobbin*, a empresa apresenta um baixo volume de produção com alta variedade, devido a grande variedade de produtos demandados. O arranjo físico adotado é o por processo ou funcional. Nesse tipo de arranjo, os recursos de transformação de mesma natureza são reunidos por conveniência da operação, ou pela natureza da operação, em locais ou seções. Neste caso, o fluxo dos recursos realizado é: matéria-prima (chapas metálicas), corte, conformação, soldagem, usinagem e polimento.

Aparentemente a empresa se preocupa com a conservação dos recursos naturais, buscando o desenvolvimento sustentável em seu processo produtivo, no entanto a questão ambiental, quando considerada do ponto de vista empresarial, levanta dúvidas com respeito ao aspecto econômico. Prevalecendo a ideia de que qualquer providência que venha a ser tomada em relação à variável ambiental traz consigo o aumento de despesas e o conseqüente acréscimo dos custos do processo produtivo.

Assim como a Empresa X, não possui nenhum programa de gestão ambiental, apesar de ter a ideia de sustentabilidade inserida nas suas atividades produtivas, praticando o senso de limpeza e organização.

### 3.2 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DAS EMPRESAS

O diagnóstico situacional das empresas foi realizado baseado no formulário de levantamento preliminar apresentado por SIMIÃO (2011) (ANEXO 01). O objetivo deste diagnóstico foi identificar dados iniciais relacionados a empresa e ao gerenciamento de resíduos.

As duas empresas em estudo não possuem práticas visíveis que caracterize como sendo o gerenciamento de resíduos, no entanto apresentaram bastante interesse em gerenciar melhor seus resíduos.

A segregação e acondicionamento são feitos de forma inadequada, não há uma coleta seletiva e, assim, os resíduos de diferentes características são alocados no mesmo recipiente, e isso consequentemente influencia na destinação final adequada dos resíduos, essa situação pode ser observada na Figura 15, são respectivamente os resíduos da empresa X e da empresa Y, onde o lixo não é separado, podendo ser observados, papéis, panos, luvas, cavacos etc., reunidos todos no mesmo recipiente pronto para ser descartados junto à coleta municipal.

Figura 16: Lixo presente nas (a) empresas X e (b)Y respectivamente.



Fonte: Autora, 2016

O resíduo atualmente não gera custo financeiro direto para a empresa, no entanto há a perda de espaço sendo ocupado pelo armazenamento dos resíduos, além da perda de matéria prima, logo há um custo por parte das empresas, porém de forma indireta. Ambas as empresas não estão vinculadas a nenhum tipo de programa de gestão ambiental, e não há na empresa um profissional responsável diretamente pela área ambiental, porém a empresa possui uma boa percepção sobre os assuntos ambientais, pois reconhece a sua situação atual e se mostrou disposta a atuar no que for possível no momento a fim de se adequar aos conceitos de empresa sustentável.

Na Empresa Y a área industrial é relativamente organizada quanto à disposição de resíduos, geralmente quando é finalizada uma atividade há um cuidado de cada operador em limpar aquela área, sendo então perceptível a utilização do senso de limpeza e ordenação. Mesmo assim foi possível observar visivelmente pedaços de pano, plásticos e metais no chão e nas bancadas.

Ainda com relação à empresa Y, cada operador tem a sua bancada ou célula de produção o que facilita para que o mesmo deixe seu ambiente de trabalho limpo e organizado, pois há o sentimento de dono, o que o torna responsável pelo seu ambiente de trabalho. Sendo nos totais dez bancadas, equipadas com máquina de solda e ferramentas básicas para fabricação de diversas peças. Para o polimento e lixamento, há uma área separada, ficando nos fundos da empresa em uma parte mais baixa, por ser uma atividade crítica com relação à geração de resíduos.

Na empresa X a variedade e a quantidade de resíduos disponíveis na área de produção eram um pouco mais visíveis e, ainda assim, foi possível observar o senso de limpeza entre os operadores, ao final das atividades os resíduos eram recolhidos em um só recipiente.

Em ambas as empresas os resíduos são colocados em tambores, e a separação só acontece com os cavacos e sucatas maiores, os demais resíduos são colocados todos juntos em um tambor, sendo que na Empresa X são tambores de plásticos e na Empresa Y são tambores de metal, esse armazenamento pode ser observado na Figura 16. Não há preocupação visível quanto à periculosidade desses resíduos que são misturados com os resíduos comuns.

Esses tambores são considerados ao se calcular a quantidade de resíduo necessário para enviar para a sucata, quando há pelo menos seis tambores cheios ocupando uma área significativa já é necessário

verificar as formas de envio do material para uma empresa que compre os cavacos e sucatas, essa ação pode ser observada em ambas as empresas, o número de tambores levados em consideração para enviar o material varia um pouco, a Empresa Y, possui em galpão em outra região da cidade, logo quando há uma quantidade elevada desses resíduos eles direcionam para essa outra unidade.

Figura 17: Armazenamento dos resíduos nas (a) empresas X e (b) Y.



FONTE: Autora, 2016.

A primeira etapa para elaboração do PGRS em uma organização é o diagnóstico, é importante fazer um levantamento da situação atual da organização, saber qual o impacto o resíduo pode oferecer, a segunda etapa é a elaboração a terceira é a implementação do plano e a última etapa é o acompanhamento. No diagnóstico, faz um levantamento dos principais resíduos gerados, quantidade e suas principais características,

e assim será possível elaborar um plano de acordo com a realidade e necessidade da organização.

### 3.3 FERRAMENTAS DE APOIO DESENVOLVIDAS AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

A falta de um gerenciamento de resíduos pode interferir no desenvolvimento de toda e qualquer organização, além de causar riscos ambientais. Sendo necessária a adoção de práticas ambientais para sanar tais problemas.

Este trabalho oferece ferramentas que podem auxiliar as indústrias do setor metal mecânico e até mesmo de outros setores que queiram trabalhar melhor o gerenciamento dos seus resíduos sólidos.

Assim, como apoio ao gerenciamento de resíduos nos processos de manufatura há diversas ferramentas sustentadas pelos conceitos da Produção Mais Limpa, buscando a minimização dos mesmos. É importante que a redução seja trabalhada na fonte.

O trabalho propõe como ferramenta de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos, uma metodologia de PGRS, composto por um inventário de resíduos e por um fluxograma.

#### 3.3.1 **Inventário dos principais resíduos gerados no setor metal mecânico**

O inventário foi concebido em duas etapas: a primeira, a coleta de informações a partir da bibliografia e a segunda a coleta de informações diretamente nas empresas. Nesta etapa foi possível identificar diversos resíduos e subprodutos gerados no setor em estudo. No total foram identificados 104 resíduos, que então foram classificados e descritos conforme suas possíveis destinações de acordo com a ABNT 10004.

Após esse levantamento, os dados do inventário foram organizados na planilha de acordo com o setor, a fonte geradora e sua destinação, formando um inventário organizado se comparado com os encontrados na literatura durante a pesquisa (Apêndice B).

No geral os inventários possibilitam um melhor conhecimento dos resíduos que estão sendo gerados e em quais processos, facilitando assim a classificação e caracterização dos mesmos, além de ampliar a visão dos empresários quanto ao tratamento e destinação mais adequada para os seus resíduos.

No trabalho de MARIZE *et al.* (2014) foram identificados 51 resíduos e subprodutos da indústria metal mecânica, esses mesmo resíduos foram todos classificados e caracterizados.

O trabalho do MASTELLA (2007), foi realizado um estudo de caso, com um levantamento de 39 resíduos gerados nos processos de fundição e usinagem da empresa avaliada. Além do levantamento, ele listou as características de todos os resíduos, a fonte geradora e as quantidades identificadas por mês dos mesmos.

No trabalho de SILVA (2013) foram identificados 12 tipos de resíduos na metal mecânica, sendo estes classificados de acordo com suas características, além disso a autora identificou o tratamento e destinação original dos mesmos, conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Classificação dos resíduos gerados na empresa e formas de tratamento ou destinação original.

Resíduo Sólido (unidade de medida)		Classificação	Tratamento ou Destinação Original
Papel/Papelão (t)	Limpos	II- A	Reciclagem externa
	Contaminados	I	Aterro Industrial – classe I
Plásticos (t)	Limpos	II - A	Reciclagem externa
	Contaminados	I	Aterro Industrial – classe I
Resíduos de tecidos, borrachas, espumas, fibras, mantas de isolamento.		II - A	Aterro Industrial – classe I
Sucata de Metais Ferrosos [Aço Carbono Galvanizado, Arame de Solda]		II - A	Reciclagem externa
Sucata de Metais Não-Ferrosos [Alumínio]		II - A	Reciclagem externa
Embalagens vazias contaminadas		I	Descontaminação externa
Emulsão de água contaminada com óleo		I	Tratamento externo
Resíduos de colas, mantas filtrantes, têxteis contaminados, adesivos, lixas		I	Aterro Industrial – classe I
Borra de tinta e Lodo da ETE		I	Aterro Industrial – classe I

Solvente contaminado	I	Reciclagem externa
Têxteis contaminados	I	Reciclagem/Lavagem externa
Resíduos de filtros e manutenção das cabines de pintura, discos de lixa.	I	Aterro Industrial – classe I

Fonte: Silva, 2013.

Os trabalhos identificados na literatura foram necessários para o desenvolvimento do inventário proposto por esta pesquisa, pois por meio destes foi possível verificar um número maior de resíduos presentes na indústria metal mecânica.

Os resíduos e subprodutos levantados nas duas empresas são apresentados na Tabela 9 disponível no Apêndice A.

Neste inventário foram determinados tópicos relevantes que auxiliam no gerenciamento de resíduos sólidos e se estão de acordo com o que determina a PNRS. Os tópicos são apresentados na Tabela 7 com a devida descrição de cada item.

Tabela 7: Itens presentes no inventário desenvolvido.

Setor	Dentro os setores presentes na metal mecânica, foram listados 13 mais comum, como por exemplo: conformação, usinagem, montagem e etc.	
Resíduos inventariados	Os resíduos levantados neste tópico foram com base na literatura e visitas <i>in-loco</i> , além disso, foi feita pesquisa formal juntos a outros profissionais da área.	
Classificação (ABNT)	Os resíduos encontrados foram classificados de acordo com a ABNT, que classifica em Classe I e Classe II, diferenciado entre resíduos perigosos e não perigosos.	
Definição (PNRS)	Resíduo	A PNRS define diversos termos relacionados a gestão ambiental, e dentre esses termos o termo resíduos e rejeito são tratados diferentes.

	Rejeito	Assim, o rejeito é o lixo que não tem mais alternativa que não seja o descarte.
Tratamento ou Destinação	Reduzir	Reduzir deve ser a primeira opção ao se trabalhar com resíduos.
	Reuso	O reuso.
	Reciclar	Essa alternativa de tratamento pode ser muito vantajosa para o estabelecimento, visto que estas podem ter ganhos econômicos com a reciclagem dos resíduos.
	Empresa de tratamento	Geralmente, as MPE's vendem as sucatas e cavacos maiores para recicladoras.

Fonte: Autora, 2017.

Este inventário inicial teve como objetivo fazer um levantamento dos diversos resíduos presentes no setor em estudo, buscando catalogar o máximo de resíduos possíveis, a fim de obter um material mais completo para auxiliar no gerenciamento de resíduos sólidos.

O inventário foi montado com base nos dados levantados tanto nas empresas como nas observações *in loco* e posteriormente analisado por 10 especialistas, sendo estes pesquisadores e profissionais da área a fim de verificar se os resíduos e os setores encontrados estavam de acordo.

Este material é um complemento para o plano de gerenciamento de resíduos sólidos, visto que uma das etapas do PGRS é a classificação dos resíduos, e pelo fato do inventário possuir um número satisfatório de resíduos, já classificados, torna mais fácil para as empresas analisar a periculosidade de seus resíduos, e assim podem dar o fim mais adequado aos mesmos, seja reaproveitando, reciclando ou descartado como rejeito. E assim torna-se também uma peça significativa no controle e gestão dos resíduos.

É importante que as empresas e qualquer que seja o estabelecimento financeiro tenham conhecimento de seus processos produtivos e de suas atividades. No entanto conhecer os resíduos que são gerados em cada processo vai muito mais além da redução destes.

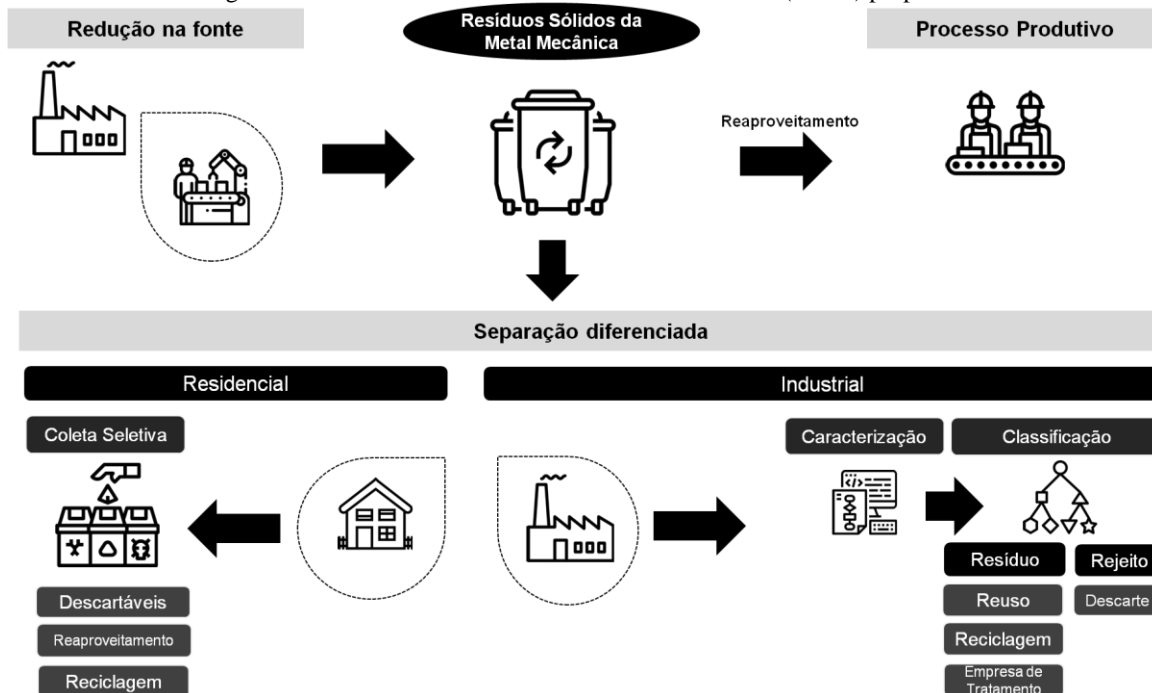
### 3.3.2 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) proposto

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos proposto por este



trabalho, representado pela Figura 17, teve como principal base a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seguida a ABNT e por fim outros modelos e metodologias existentes na literatura. O objetivo foi à elaboração de um PGRS esquemático voltado para as micros e pequenas empresas do setor metal mecânico, que foi desenvolvido e apresentado por meio de um fluxograma. O plano proposto visa auxiliar empresas do seguimento em questão a trabalhar de forma adequada e de acordo com sua capacidade o gerenciamento dos resíduos sólidos partindo da fonte até o descarte final e tratamento adequado.

Figura 18: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) proposto.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016.

Se for seguido corretamente e adaptado à realidade da empresa o PGRS tende a estimular a redução de resíduos gerados nos processos produtivos. Para isso é necessário o acompanhamento contínuo na empresa.

Além do fluxograma, foi desenvolvido um inventário contendo os principais resíduos gerados no setor em estudo, a partir desse inventário, foi possível trabalhar algumas informações relacionadas aos resíduos, tais como: qual o setor dos resíduos gerados, a possível fonte geradora e melhor destinação dos mesmos.

Para chegar ao plano proposto foi feito uma revisão bibliográfica levantando alguns modelos e metodologias de PGRS, e assim filtrar os relevantes para o desenvolvimento do proposto, além disso, foram realizadas diversas visitas a duas empresas do setor para fortalecer e consolidar o plano proposto. Como a proposta foi desenvolvida para micro e pequenas empresas o levantamento se deu em micro empresa, no entanto nada impede que possa ser utilizado nas médias empresas como passo inicial para o desenvolvimento de um PGRS mais detalhado e conforme as diretrizes da PNRS que torna obrigatório para as médias e grandes empresas.

Assim, a metodologia pode ser analisada da seguinte forma:

Redução na Fonte - O primeiro retângulo é um dos fatores mais importante para se trabalhar, pois reduzir na fonte é encontrar a causa raiz, a fonte geradora e buscar os primeiros meios para diminuir a geração de resíduos. É nessa fase que práticas simples podem fazer diferença na obtenção dos resultados desejados.

Após a Redução na Fonte se tem os Resíduos Sólidos da Metal Mecânica, esses resíduos podem ser reaproveitados ou submetidos a uma separação diferenciada.

Inicialmente, o uso do termo Reaproveitamento é pela possibilidade de fazer o aproveitamento de peças maiores, e está relacionado mais a questão da gestão visual. Portanto, as peças consideradas para reaproveitamento voltam para o processo produtivo. Já o termo Separação Diferenciada é usado porque o modelo é direcionado para micro e pequenas empresas, sendo que grande parte delas funcionam em área residencial e, de acordo com a PNRS, até 50 kg de resíduos é responsabilidade da prefeitura. Dessa forma, esses resíduos podem ser considerados domiciliares e, assim, a responsabilidade ainda é da prefeitura. Já na separação diferenciada, a empresa se responsabiliza pelos resíduos industriais e organiza os demais resíduos para a coleta municipal, logo os termos Domiciliar e

Industrial foram utilizados por haver essa diferença de responsabilidade, e o resíduo pode ser considerado domiciliar ou industrial dependendo de suas características visíveis.

Os Resíduos Domiciliares deverão ser submetidos a uma coleta seletiva, que vai proporcionar melhor destinação para esses resíduos, podendo ser reaproveitados, reciclados ou descartados quando considerados lixos ou rejeitos. Já os resíduos industriais deverão ter uma atenção maior, pois por se tratarem do setor metal mecânico há grandes probabilidades de geração de resíduos perigosos. Por isso, os termos Caracterização e Classificação, foram utilizados.

Além desses já citados, foram trabalhados com os termos resíduos e rejeitos separadamente. A diferença básica entre Resíduo e Rejeito é o fato deste último também ser considerado lixo, ou seja, a destinação do mesmo será geralmente o descarte. Já o resíduo, pode ser submetido a um gerenciamento diferenciado e, assim, há opções como a reciclagem, o reuso ou ainda ser destinado a uma empresa de tratamento.

## 4 RESULTADOS

Para um gerenciamento de resíduos eficaz é importante conhecer quais os principais resíduos gerados nas atividades industriais e quais as atividades com maior potencial para gerar resíduos. Conhecendo os principais resíduos gerados é possível fazer a classificação e caracterização destes, estas ações são fundamentais para o desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos adequado e eficaz.

A partir da análise do inventário foi possível observar os principais resíduos gerados na metal mecânica, o que torna mais fácil para as organizações a busca de soluções para melhorar o gerenciamento dos resíduos.

Com o levantamento de dados foram encontrados mais de 100 diferentes tipos de resíduos, sendo possível a identificação do setor gerador de cada um e a fonte geradora de alguns desses.

Dentre os setores identificados, o setor de usinagem foi o que apresentou uma maior quantidade de resíduos e rejeitos. No entanto, não se pode afirmar que seja mais ou menos poluente só com base nos dados levantados nas empresas e na literatura, pois cada empresa tem uma taxa de ocupação diferenciada. Logo, cada uma deve ser avaliada de maneira singular, ou seja, possuem suas características diferenciadas. Não obstante, o trabalho proposto busca apresentar uma universalidade quanto à aplicação, mas necessita de análises quanto aos resultados de caso a caso.

### 4.1 INVENTÁRIO

As observações *in loco* e o levantamento bibliográfico possibilitaram a elaboração de um inventário com os principais resíduos da indústria metal mecânica. A partir desse inventário inicial foi possível analisar os resíduos identificados.

O levantamento do inventário com os principais resíduos foi analisado e organizado até a formação da planilha representada pela tabela 10 (Apêndice B) contendo um levantamento inicial dos resíduos gerados, esta análise deu origem a um questionário com os resíduos identificados conforme ilustrado na Tabela 11 no Apêndice C o qual foi enviado para empresas sendo que apenas quatro microempresas

retornaram, com a finalidade de coletar informações quanto aos resíduos encontrados, fonte geradora e destinação dos mesmos. O envio deste para outras empresas do setor em estudo foi para confirmar a presença dos resíduos coletados, caso as empresas gerarem outros resíduos que não constam no questionário poderia adicionar, tornando o material mais sólido quanto aos tipos de resíduos identificados.

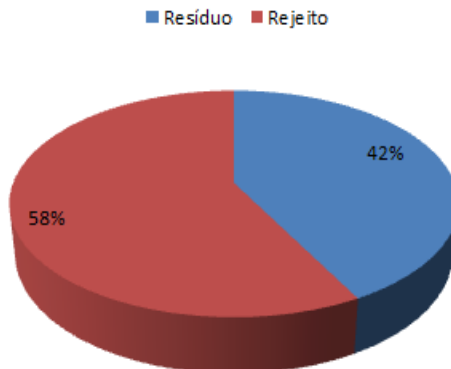
Em ambas as empresas durante as observações *in loco* foi possível identificar diferentes tipos de resíduos sólidos, em maior quantidade tanto na empresa X como na Y predominava os cavacos oriundos dos processos de usinagem.

Além disso, foi possível analisar os resíduos, fazendo a distinção desses de rejeitos, obtendo assim um percentual de resíduos e rejeitos separadamente, com base nas suas características e de acordo com a ABNT 10004.

Esse dado pode auxiliar no gerenciamento dos resíduos ao possibilitar diferentes tratamentos para os resíduos e o descarte adequado dos rejeitos.

A Figura 18 apresenta o percentual de resíduo e rejeito dentro dos resíduos identificados, como o percentual de rejeito foi maior, as medidas de descarte adequado devem ser muito bem estudadas a fim de reduzir os impactos que estes rejeitos podem causar ao meio ambiente e a sociedade.

Figura 19: Percentual de resíduos e rejeitos identificados.



Fonte: Autora, 2017

A Tabela 9 (Apêndice C) apresenta os principais resíduos encontrados na Empresa Y, assim como a Tabela 1 também aponta as

possíveis fontes geradoras e principais características, essas informações são importantes para identificar os resíduos mais críticos presente nas empresas e, assim, verificar qual a melhor forma de gerenciá-lo de tal forma que não cause tanto impacto ao meio ambiente.

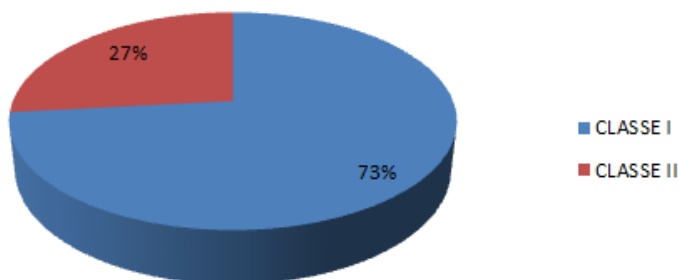
Os resíduos encontrados foram sendo agrupados em uma planilha e comparados com os disponíveis na literatura, até obter um inventário mais robusto.

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Após a identificação dos principais resíduos gerados pelo setor em estudo realizou-se a organização em uma planilha (APÊNDICE B) e, então, foi possível classificar cada resíduo catalogado, sendo diferenciados em Classe I e Classe II, tal classificação foi feita conforme determina a ABNT 10004.

De acordo com a Figura 19, dos resíduos identificados neste trabalho 73% foram classificados como Classe I, considerados como resíduos perigosos, no entanto houve um percentual significativo para os identificados como Classe II, não perigosos, sendo assim, é necessário que as indústrias que apresentam resíduos pertencentes à classe I façam um Plano de Gerenciamento para tratar ou descartar de forma correta estes resíduos.

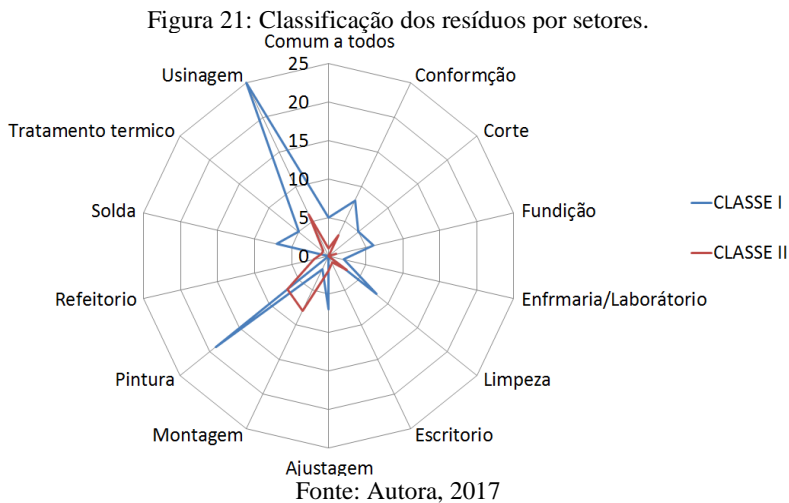
Figura 20: Percentual de classificação dos resíduos identificados.



Fonte: Autora, 2017.

Assim, a quantidade de resíduos perigosos e não perigosos na indústria metal mecânica é apresentada na Figura 20 podendo-se constatar que o setor de usinagem apresentou maior número de tipos de resíduos classificados como Classe I, o segundo setor que apresentou

maior variedade de resíduos do tipo Classe I foi o de pintura.



Os resíduos identificados como Classe I, devem ser melhor observados, pois a geração em excesso deste pode ocasionar danos ao meio ambiente. Visto que a quantidade destes tipos de resíduos presentes na metal mecânica tende a ser maior do que os resíduos não perigosos.

#### 4.3 PROPOSTA DE PGRS PARA O SETOR METAL MECÂNICO

Como nem todas as empresas são obrigadas a desenvolver um PGRS, algumas não atentam para os benefícios que este pode proporcionar. Assim, a introdução de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em micro e pequenas empresas apresenta-se como uma alternativa capaz de concretizar melhorias, principalmente quando a companhia tiver planos de expansão.

Baseado nisso, a pesquisa propôs uma metodologia de PGRS simples com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos, e que possa ser aplicada em empresas de micro e pequeno porte

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos visa apresentar os procedimentos operacionais adotados pelas empresas para o gerenciamento dos resíduos sólidos.

Proporcionando ainda uma conscientização de todos os



envolvidos quanto à disposição e tratamento dos resíduos gerados em cada processo. Desta forma, cria-se um ambiente voltado à diminuição dos resíduos e desperdícios de matéria-prima, além da sensibilização quanto à utilização dos recursos que degradam o meio ambiente.

#### 4.3.1 Proposta de PGRS nas empresas X e Y

Durante a observação das Empresas X e Y foi possível identificar uma grande variedade de resíduos sólidos sendo gerenciados de forma inadequadamente.

A Tabela 9 (APÊNDICE B) apresenta os principais resíduos identificados em ambas às empresas, que contribuíram para o desenvolvimento do inventário.

A maioria dos resíduos identificados em ambas às empresas não possui tratamento ou destinação adequados. Assim, o PGRS proposto pode auxiliar essas e outras empresas em situações semelhantes a gerenciar esses resíduos de forma adequada, pois este proporcionaria uma visão diferenciada de cada processo, o que facilita a identificação dos resíduos, bem como a destinação final dos rejeitos.

Uma proposta de ação que ambas empresas devem inserir em sua rotina é a coleta diferenciada, sendo esta fundamental, já que estão constantemente trabalhando com resíduos e rejeitos contaminados.

Tanto na empresa X quanto na Y pode-se aplicar a gestão visual para auxiliar na mudança de cultura visando o controle dos resíduos gerados. Um exemplo de Gestão Visual poderia ser a confecção quadros expondo indicadores relativos à geração e destinação de resíduos em cada processo, podendo proporcionar ganhos no âmbito organizacional, econômico, social e cultura.

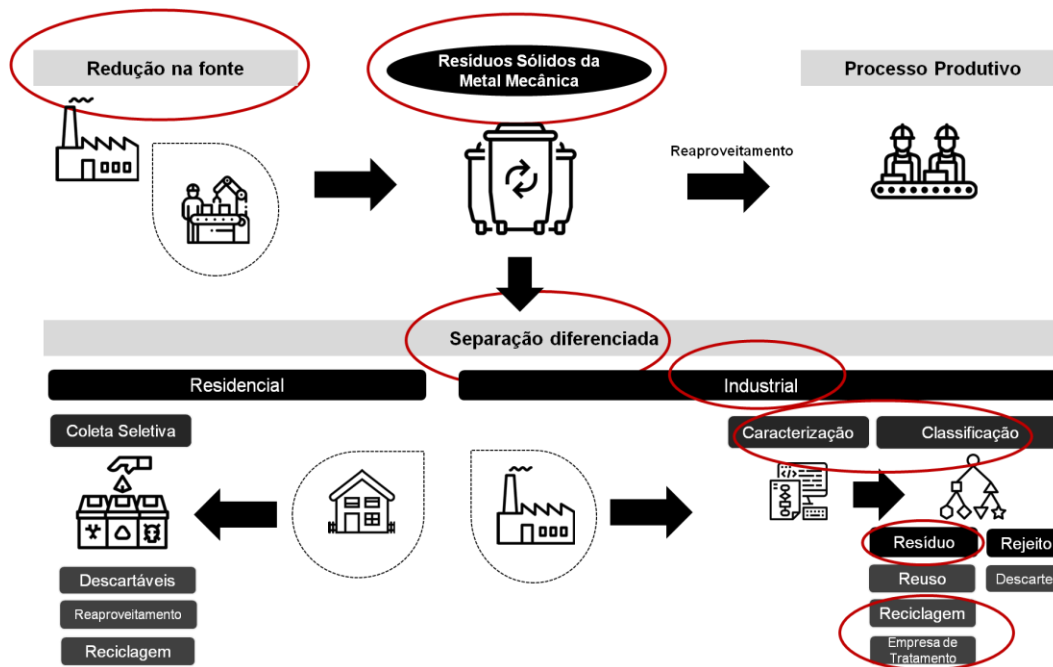
Além disso, o reaproveitamento dos resíduos é outra ação que visa a redução de desperdícios (matéria-prima) e também apresenta ganhos econômicos.

Os conceitos relacionados aos 3R's cabe muito bem na aplicação e acompanhamento do PGRS. Caso ambas optem por utilizar o PGRS para acompanhar e reduzir seus resíduos gerados, seria necessário um levantamento inicial dos resíduos, o que já foi feito no trabalho em questão, assim não só as empresas em estudo se beneficiam como também a maioria das indústrias deste setor, pois o trabalho apresenta um levantamento de diversos tipos de resíduos já classificados, cabendo a análise caso a caso.

Para melhor entendimento da utilização do fluxograma que

representa o PGRS proposto neste trabalho é apresentado a seguir um exemplo de aplicação do PGRS em uma das empresas. O exemplo abrange a fabricação de uma peça denominada “fixador”. A Figura 21 ilustra o fluxo das etapas durante a utilização do fluxograma.

Figura 22: Fluxograma.



Fonte: Autora, 2017.

A peça “fixador”, representada nas imagens da Figura 22, é um produto de linha fabricado pela Empresa X.

Figura 22: Fixador fabricado na Empresa X.



Fonte: Autora, 2017.

A matéria prima desta peça é composta por polipropileno e durante o processo de fabricação são gerados resíduos da mesma composição química. As imagens desse resíduo podem ser observadas na figura 23. Conforme identificado no diagnóstico situacional, a empresa não tem uma destinação adequada para tais resíduos, sendo que atualmente eles são armazenados em tambores de plásticos e então dispostos no pátio da empresa.

Figura 23: Resíduo gerado na fabricação de fixadores na Empresa X.



Fonte: Autora, 2017

A seguir é apresentada a descrição da utilização do fluxograma da Figura 21.

**Redução na Fonte** → Nessa etapa inicial é importante atentar pra que o corte seja feito corretamente evitando sobras, por isso a redução na fonte.

**Resíduos Sólidos da Metal Mecânica** → A geração de resíduos na fabricação dessa peça é inevitável. Logo, deve-se identificar a possibilidade de reaproveitamento ou não. Nesse caso, mesmo que sua estrutura química permaneça, não é possível o reaproveitamento na fabricação de novas peças deste tipo devido a perda da forma geométrica.

**Separação Diferenciada** → Como o reaproveitamento de imediato não foi possível, o resíduo deve ser verificado e identificado como resíduo domiciliar ou industrial, isso porque a empresa em questão dispõe seus resíduos para a coleta municipal.

**Industrial** → O resíduo foi considerado Industrial por ser um material específico usado na fabricação de peças industriais.

**Caracterização e Classificação** → Nesta etapa utiliza-se o Inventário proposto no Apêndice B. Uma vez que o resíduo foi definido como industrial é, então, necessária a classificação e caracterização do resíduo visando a correta destinação final do mesmo. Pela classificação tem-se que é um material formado de polipropileno, classificado como Classe II, sendo um resíduo não perigoso e inerte. Já com relação à caracterização, utilizando parâmetros simples, tem-se que seu estado físico é um sólido, de cor preta, sendo este um polímero.

**Resíduo** → Após a Classificação e a Caracterização pode-se definir que este o material não é um rejeito, portanto pode-se ter alternativas que não seja o descarte direto.

**Reciclagem** → Caso não possa ser reusado, a reciclagem entra como uma das alternativas para o resíduo antes do descarte final, por ser um polímero leve, pode ser utilizado como matéria prima em embalagens no lugar dos isopores para transportar peças mais delicadas, caberia apenas triturar um pouco o material.

**Empresa de Tratamento** → Acabando as opções de reduzir e reciclar, a próxima alternativa seria enviar o material para uma empresa que faça o tratamento desde. Por se tratar de um material que pode ser submetido às altas temperaturas sem perder suas propriedades químicas o resíduo pode ser utilizado como matéria prima inicial em um novo processo.

O ideal é manter um acompanhamento periódico, analisar a quantidade de resíduo gerado em um determinado período.

Assim a aplicação de um quadro de gestão a vista com um controle dos resíduos gerados semanalmente poderia ajudar os colaboradores a trabalhar melhor o resíduo na fonte.

Esse quadro deve conter informações como: tipo de resíduo gerado, qual o processo de origem, quantidade, destino final/armazenamento e

quem será o responsável. A partir deste traçar uma meta, seja esta para redução, reaproveitamento ou destino adequado.

E por fim buscar trabalhar com metodologia de valoração dos resíduos, fazer um estudo mais detalhado do aproveitamento dos mesmos, da reutilização e do manejo adequado. Além de treinamentos com todos os colaboradores de ferramentas e ações focadas no gerenciamento de resíduos.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos direcionados a Metal Mecânica podem ser importantes aliados para que as empresas gerenciem adequadamente seus resíduos e rejeitos. Principalmente se a diversidade de resíduos gerados for extensa, aumentando a complexidade em identificar todos eles.

Assim, a etapa de identificação dos principais resíduos gerados na metal mecânica foi fundamental para o desenvolvimento do PGRS proposto.

O levantamento de dados para o desenvolvimento da pesquisa realizou-se em duas Micro Empresas da Metal Mecânica, para construção do inventário que auxilia as empresas que desejam implementar o PGRS.

Após a identificação dos resíduos, trabalharam-se os dados. Foi realizada a identificação dos resíduos por setor bem como a classificação em perigosos e não perigosos além da diferenciação destes entre resíduos e rejeitos.

Ao analisar esses dados, foi possível criar gráficos que possibilitaram uma visão mais quantitativa quanto a classificação e ao uso dos termos resíduos/rejeitos.

O gráfico radial o qual apresenta a Classe dos Resíduos I e II pode indicar que tanto usinagem quanto pintura apresentam os níveis mais críticos com relação a geração de resíduos sólidos dentro dos processos de produção. Estas duas áreas representam 30% de toda a geração de resíduos se considerada a análise junto a metal mecânica. Todavia, esta quantidade pode variar de acordo com a característica do processo produtivo de cada empresa.

Esta condição implica em formas de armazenamento de resíduos de forma diferenciada no que concerne seu acondicionamento, armazenamento e posterior transporte junto a processos de tratamento e destinação final adequada. Embora, a quantidade produzida por cada empresas possa ser um determinante de como este tratamento poderá ser realizado. Cabe ressaltar que a PNRS apresenta algumas diretrizes de como deva ser realizado.

Naturalmente, este levantamento e esta proposta de PGRS visa indicar quais resíduos possam ser considerados e quais as possíveis formas de tratamento baseados em uma sequencia de ações. Ressalta-se apenas que as empresas são conhecedoras de sua geração residual cabendo a elas adaptar a metodologia de acordo com as suas necessidades.

Áreas subjacentes também geram resíduos e estes podem ser tratados de

forma correta assim como o apresentado pelas áreas mais críticas. Um exemplo observado diz respeito a limpeza que abarca toda a empresa e que gera também resíduos. Acredita-se que medidas de diminuição sejam mais eficazes se considerado a classe dos resíduos gerada.

Como visto junto às empresas que contribuíram com este trabalho, a locação dos materiais em um único ponto ou contentor implica na mistura dos materiais. Esta ação inibe a separação e a destinação correta dos resíduos. Partindo além desta condição e pensando no longo prazo, percebe-se que há uma necessidade de rever produtos e processos de modo a atender a política nacional. Este trabalho apresenta um possível início desta análise.

Quanto a metodologia criada estabelece um roteiro e informa quais os possíveis resíduos que podem ser encontrados junto aos processos da metal mecânica. O objetivo é proporcionar uma referência para que as empresas possam fazer um levantamento dos seus resíduos e sua forma de tratamento sem que ocorram entraves de ordem conceitual o do que considerar como resíduo. Sendo assim, ele fornece um subsídio junto a norma e procura mostrar as empresas o que precisa ser considerado, separado e mensurado de modo a atender a PNRS.

Ainda, em detrimento da política ser apresentada de forma generalista como é do seu escopo, este trabalho dirigiu suas ações sobre a metal mecânica e seus processos mais tradicionais. Deve-se considerar que outros processos possam ser inseridos dentro deste contexto se levado em consideração os resíduos que possam ser gerados.

Como trabalho futuro aplicar o questionário situacional para verificar o grau de maturidade da empresa com relação a sustentabilidade e a necessidade de um trabalho formal no levantamento dos resíduos existente, e se há a obrigatoriedade de implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A aplicação do PGRS em um processo enfatizando os ganhos em termos econômicos, ambientais e sociais. Seria interessante Além disso, fazer uma a expansão/adequação da metodologia para valoração dos resíduos conectando com a econômica circular.



## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **Classificação de Resíduos**. Rio de Janeiro: 2004. 71 p.
- ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. **A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização**. Revista Eletrônica do Prodema - REDE, v. 6, n. 1, p. 7-22, 2011.
- ARAUJO, G. C. et al. **Sustentabilidade Empresarial: Conceitos e Indicadores**. III Congresso Virtual Brasileiro de Administração. Campo Grande, 2006.
- AMORIM, A.P. et al. **Lixão municipal: abordagem de uma problemática ambiental na cidade de Rio Grande - RS**. Disponível em:  
<http://www.seer.furg.br/ojs/index.php/ambeduc/article/viewFile/888/920>. Acesso em 24 de maio de 2016.
- BALACEANU, C.; APOSTOL, D. *The Perspective of Concept Sustainability. 5th World Conference on Educational Sciences - WCES 2013*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 116. Elsevier ltd, 2013. 2257 – 2261 p. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 20/09/2016.
- BARTLETT, A. A. *The Meaning of Sustainability*. Disponível em: [http://www.albartlett.org/articles/art\\_meaning\\_of\\_sustainability\\_2012\\_mar20.pdf](http://www.albartlett.org/articles/art_meaning_of_sustainability_2012_mar20.pdf). Acesso em: 01/11/2015.
- VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2006.
- 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/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: 25/09/2016.
- BRUNDTLAND, G. H. **Our common future – The World Commission on Environment and Development**. Oxford Paperbacks, United States, 1987, 400p.
- CALLADO, A. L. C.; FENSTERSEIFER, J. E. **Indicadores de**

**sustentabilidade.** In: ALBUQUERQUE, José de Lima. Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Atlas, 2009. p. 212-234.

**CAVALLCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica.** Estudos avançados, vol. 26, n° 74. São Paulo, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142012000100004&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100004&lang=pt)>. Acesso em 07 de maio de 2016.

**COELHO, H. M. G. Modelo para avaliação e apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos de indústrias.** 2011. 280 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

**DORNFELD, D. A. Moving Towards Green and Sustainable Manufacturing. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology.** v 1. p. 63-66. 2014 Disponível em: < <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40684-014-0010-7>>. **ELKINGTON, J. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business.** Capstone, 1999. 425 p.

**ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development.** California Management Review, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

**EPA, Sustainable Manufacturing.** Disponível em: <<https://www.epa.gov/sustainability/sustainable-manufacturing>> Acesso em: 19 de setembro de 2016.

**EPSTEIN, M. J. Making sustainability work: best practices in managing and measuring social and environmental impacts.** Sheffield: Greenleaf, 2008. 288 p.

**ETHOS. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Desafios e Oportunidades para as Empresas.** São Paulo, 2012. Disponível em: <[www.ethos.org.br](http://www.ethos.org.br)>.

**EXAME, Guia Exame de Sustentabilidade.** São Paulo: Editora Abril, n° 21, ano 49. nov. 2015. Suplemento.

**FAULKNER, W; BADURDEEN, F. Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess**

**manufacturing sustainability performance.** Journal of Cleaner Production (2014) 1-11.

FRANKENBERG, C. L. C.; RODRIGUES, M. T. R.; CANTELLI, M.. **Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental.** 1 Ed.; Porto Alegre: EDPUCRS, 2000.

FELIX, R.A.Z. **Coleta seletiva em ambiente escolar.** In: Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. Fundação Universidade federal do Rio Grande. ISSN 1517-1256, v.18, 2007.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos.** Porto Alegre: Bookman/ Artmed, 2009.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **Relatórios de Sustentabilidade da GIR: uma linguagem comum para um futuro comum.** 2010. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Portuguese-Starting-Points-1-G3.1.pdf>> Acesso em: 01/11/2015.

Hair Jr., J.F., Black, W.C., Bardin, B.J., Anderson, R.E., 2007.

**Multivariate data Analysis**, 7. Prentice Hall, New Jersey., Marôco, J., 2010.

HAAPAL et al. **A Review of Engineering Research in Sustainable Manufacturing.** J. Manuf. Sci. Eng. 135, 16, 2013.

HURTUBIA, J. **Ecologia y Desarrollo: evolución y perspectivas del pensamiento ecológico.** In: Estilos de desarrollo y medio ambiente. México: Fundo de Cultura Econômica, 1980. IPT (2000)

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo - avanços e desafios.** São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v.20, n.2, 2006.

KAZAZIAN, T. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo: SENAC São Paulo, 2009. 194 p.

KLOCKE, F. **Manufacturing Processes 1** - (Translated by Aaron Kuchle) Berlin: Springer, 2011.

LANKOSKI, L. **Alternative conceptions of sustainability in a business context.** Journal of Cleaner Production. n° 139, 20 August 2016. 847-857 p.

LOPES, V. F. **Método para avaliar a montagem de produtos com base no DFA no âmbito do tripé da sustentabilidade**. Dissertação - Mestrado em Engenharia Mecânica da UFSC. Florianópolis-SC, 2014.

LOURENÇO, D. A. **Análise logística da localização do aterro sanitário do consórcio de desenvolvimento sustentável do médio Piranhas – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.

LOVINS, A. B. e Rocky Mountain Institute. **Reinventando o fogo: soluções ousadas de negócios na nova era da energia**. São Paulo: Cultrix, 2013. 375 p.

MACEDO, A.O.; CAMPOS, R. R. **Diagnóstico do complexo metal-mecânico: Brasil e Santa Catarina**. Revista de Tecnologia e Ambiente, Criciúma, 2001.

MACHADO, A. G. B. **Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS**. 2013 Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/planos-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-pgrs/>> Acesso em: 20 de agosto de 2016.

MARCHEZETTI, A.; KAVISKI, E.; BRAGA, M. **Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares**. Ambiente Construído (online). v. 11, n. 2. Porto Alegre, 2011.

MARIZE *et al.* **Inventário dos resíduos e subprodutos da indústria metal mecânica: Uma contribuição para a avaliação de desempenho ambiental** (2014). Disponível em: <[www.convibra.org](http://www.convibra.org)> Acesso em: 01/11/2016.

MIHELIC *et al* (2006)

MORELLI, J. **Environmental Sustainability: a definition for environmental Professionals**. 2011 Disponível em: <<http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=jes>>. Acesso em: 01/11/2015.

MOTA, J. A. Economia, meio ambiente e sustentabilidade: as limitações do mercado onde o mercado é o limite. Boletim Científico, Brasília, Escola Superior do Ministério Público da União, ano 3, n. 12, p. 67-87, jul./set. 2004

OH, Y.; HWANG, H. **Deterministic inventory model for recycling system.** Journal of Intelligent Manufacturing, vol. 17, 2006.

PASCHOALIN FILHO et al, 2014 . Disponível em:  
<<http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/208>  
[90]

PEDROZA, A. C. **A importância do gerenciamento dos resíduos químicos.** RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 4, n. 2, p. 163-178, jun. 2011.

PEREIRA, R. R. **Desenvolvimento sustentável: paradigmas, conceitos, dimensões e estratégias.** Revista do TCU. 2012.

PHILIPPI Jr., A. & AGUIAR, A.O. **Resíduos sólidos: Características e Gerenciamento.** In: PHILIPPI Jr., Arlindo (Ed.). **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri, SP: Manole, 2005. – (Coleção Ambiental; 2).

**Principais setores da indústria Metal Mecânica.** Disponível em:  
<[http://www.cimm.com.br/portal/material\\_didatico/3666-tipos-de-residuos-da-industria-metal-mecanica#.WAimW-ArLIU](http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/3666-tipos-de-residuos-da-industria-metal-mecanica#.WAimW-ArLIU)> acesso em: 28 de setembro de 2016.

RIBEIRO, H.; BESEN, G.R. **Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso.** InterfacEHS, v. 2, p. 1-6, 2007.

RODRIGUES, A. M. *et al.* **Inventário dos resíduos e subprodutos da indústria metal mecânica: Uma contribuição para a avaliação de desempenho ambiental.** Revista Convibra. 2014. Disponível em:<[www.convibra.org](http://www.convibra.org)>

SANCHES, C.S. **Gestão Ambiental Proativa.** RAE, São Paulo, jan.-mar. 2002.

SALGADO, C. C. R.; BATISTA, L. M.; AIRES, R. F. F. **Coleta Seletiva e Participação Social: A Percepção Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.** Interface (Natal), v. 10, p. 130-144, 2013.

SALOMÃO, L. **Senado aprova prorrogação para extinção dos lixões.** Disponível em:  
<<http://g1.globo.com/politica/noticia/2015/07/senado-aprova-prorrogar-por-2-anos-extincao-de-lixoes.html>>. Acesso: 10 de agosto

de 2016.

SANTOS, M. S.; YAMANAKA, H. T.; PACHECO, C. E. M. Bijuterias. Série P+L. São Paulo: CETESB, 2005.

SCHALCH, V. Análise comparativa do comportamento de dois aterros sanitários semelhantes e correlações dos parâmetros do processo de digestão anaeróbia. Tese de doutorado em Hidráulica e Saneamento. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1991

SCHNEIDER, S. C. R. F. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos em aeroportos: Estudo de caso aeroporto internacional Salgado Filho.** Dissertação - Mestrado em Ciências em Engenharia ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2004

SEBRAE. **O que pensam as micro e pequenas empresas sobre Sustentabilidade.** 2012. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/estudos-e-pesquisas>> Acesso em: 24/09/2016.

SCHNEIDER, S. C. R. F. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos em aeroportos: Estudo de caso aeroporto internacional Salgado Filho.** Dissertação - Mestrado em Ciências em Engenharia ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2004

SENAI. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS: Arranjo Produtivo Local – Metal mecânico e automotivo.** Agência Gaúcha de desenvolvimento e promoção do investimento. Porto Alegre, 2014.

SICHE, R., AGOSTINHO, F., ORTEGA, E., ROMEIRO, A. **Índice versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países.** Artigo. Ambiente. soc, vol 10, nº 2. Campinas jul./dez 2007. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2007000200009&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200009&lang=pt)>. Acesso em: 10/10/2016.

SIKDAR, S. K. **Sustainable development and sustainability metrics.** American Institute of Chemical Engineers Journal, v. 49, n. 8, p. 1928-1932, 2003.

SILVA, A. P. **Proposta e implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos em indústria do setor metal mecânico.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

SIMIAO, J. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma empresa de Usinagem sobre o enfoque da Produção Mais Limpa**, 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, 2011.

TAUFFER, R. L. **Termo de Referência para Elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais Para Empresas do Ramo Metal Mecânico no Município de Caxias do Sul – RS**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo e Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Passo Fundo, 2010.

TORRES, V.; BORGER, F. G. **Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus Desafios para a Indústria de Eletroeletrônicos: Estudo de Caso Hewlett Packard Brasil**. Gestão Estratégica da Sustentabilidade: Experiências Brasileiras, 2014.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2006.

ZANETTE. **A Remanufatura no Brasil e no mundo: Conceitos e Condicionantes**. Trabalho de conclusão de curso de engenharia Ambiental da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

## APÊNDICE A

Nas empresas X e Y, os resíduos encontrados são apresentados na Tabela 9, bem como a possível fonte geradora e principais características.

Tabela 8: Resíduos das Empresas X e Y.

Resíduo	Fonte geradora	Característica
Pó	Lixamento	
Pó	Lavagem	Água contaminada na lavagem
Solvente (Tiner)	Lavagem	
Gel de capante		
Fluído de corte	Torno	
Cavaco	Torno	
Polipropileno		Raspas de uma material escuro
Vareta	Solda	Rolo de aço inox
Tugstênio		
Broca		
Lixa		Muito usado no lixamento das peças
Serragem		
Restos de chapa		
Plásticos	Embalagens	
Panos		
Couro	Furadeira	É reutilizando diversas vezes, muito difícil o desgaste.
Luvas		
Pedaços de pano		
Plástico		
Madeira		
Lixa	Lixamento	
Rodas de discos		
Pedaços de metais	Torno	
Metalon		



## APÊNDICE B

Tabela 9: Planilha de controle de resíduos inventariados.

Setor	Resíduos	Classificação (ABNT)	Definição (PNRS)		Tratamento ou Destinação				Observações	
			Resíduo	Rejeito	Reduzir	Reuso	Reciclar	Descartar		
Comum a todos	EPI usado contaminado	CLASSE I		x				x	Dependendo do tipo de resíduo o mesmo pode servir como compostagem.	
	Resíduos de varrição	CLASSE I		x				x		
	Lâmpadas	CLASSE I		x				x		
	Lâmpadas fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)	CLASSE I		x						
	Papel	CLASSE II	x		x	x	x			
	Resíduo têxtil contaminado (panos, estopas)	CLASSE I		x	x			x		
Conformação	Retalhas de Chapa de Aço	CLASSE I	x		x	x	x		O reuso é possível em caso de não contaminação	
	Cinta	CLASSE I	x				x	x		
	Gancho metálico	CLASSE I	x				x	x		
	Embalagens metálicas (latas vazias não contaminadas)	CLASSE I	x				x			
	Cavacos	CLASSE I	x		x		x			
	Sucata	CLASSE I	x		x	x	x			
	Estopa	CLASSE II	x		x	x				
	Pano usado (toalha industrial)	CLASSE II		x	x			x		
	Névoas e vapores	CLASSE I		x						A melhor forma de tratamento é utilizando exaustores
	Mangueiras	CLASSE II	x			x				
	Mangueiras contaminadas	CLASSE I		x				x		
	Corte	Carepa de Oxicoarte	CLASSE I		x			x		
Cavacos		CLASSE I	x		x		x			
Sucata		CLASSE I	x		x		x			
Bico de margarico		CLASSE I		x				x		
Fundição	Carepa de Normalização	CLASSE I	x				x			
	Canal de alimentação de peças para fundição	CLASSE I	x				x			
	Areia de Fundição	CLASSE I	x			x				
	Gases do forno da fundição	CLASSE I		x						
	Cinzas de caldeira	CLASSE I		x						
	Escória de fundição	CLASSE I	x				x			
	Areia de fundição não fenólica	CLASSE I	x			x				
Enfermaria/Laboratório	Resíduo de refratário e material não cerâmico	CLASSE II	x				x			
	Res. de Serviços de Saúde (mat.infectado, agulhas, medicamentos)	CLASSE I		x						
Limpeza	Produtos Químicos	CLASSE I		x						
	plástico contaminado	CLASSE I		x						
	Produtos Químicos	CLASSE I		x						
	Ácido/ Água ácida	CLASSE I		x						
	Água de lavagem de pisos, máquinas, equipamentos e peças	CLASSE I		x						
	Água com óleo	CLASSE I		x						
	Lodo de ETE	CLASSE I		x						
	Solventes contaminados	CLASSE I		x						
	Embalagens vazias contaminadas	CLASSE I		x						
	Resíduo plástico (bombonas)	CLASSE II	x		x	x	x			
	Sabão	CLASSE II	x		x	x	x			
	Escritório	Embalagens	CLASSE II	x		x	x	x		
Pasta abrasiva		CLASSE I		x						
Ajustagem	Névoas e vapores	CLASSE I		x						
	Material particulado	CLASSE I		x						
	Pano	CLASSE II	x		x	x		x		
	Pós metálicos	CLASSE I		x						
	Material particulado	CLASSE I		x						
	Lixa	CLASSE II	x		x			x		
	Lixa contaminada	CLASSE I		x						
Filtro de ar	CLASSE I		x							
Montagem	Papelão	CLASSE II	x		x	x	x			
	Plástico	CLASSE II	x		x	x	x			
	Estopa	CLASSE II	x		x	x	x			
	Resíduo de papel e papelão	CLASSE II	x				x	x		
	Fita adesiva	CLASSE II	x		x		x	x		
	Resíduo de madeira (restos de embalagens.pallets)	CLASSE II	x			x				
	Pano usado (toalha industrial)	CLASSE II	x		x					
	Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)	CLASSE II		x		x				
	Acumuladores de energia (baterias, pilhas, assemelhados)	CLASSE I		x						
Resíduo de vidros	CLASSE I		x							

	Papelão contaminado	CLASSE I	x		x			x	
	Po de granalha com pedaços de ferro fundido	CLASSE I		x					
	Resíduos de resina (seca)	CLASSE I		x					
	Filtro manga	CLASSE I		x					
	Latas e tambores (vazios)	CLASSE II	x			x			
	Latas e tambores contaminados (vazios)	CLASSE I			x				
	Plásticos de proteção da cabine de pintura	CLASSE I		x					
	Pano usado (toalha industrial)	CLASSE I	x			x			x
	Névoas e vapores	CLASSE I		x					
	Mangueiras	CLASSE II	x						x
	Mangueiras contaminadas	CLASSE I		x					
	Material particulado	CLASSE I		x					
	Resíduo metálicos (tambores)	CLASSE II		x					
Pintura	Borras	CLASSE I		x					
	Resíduo de tintas e pigmentos	CLASSE I		x					
	Resíduo e lodo de tinta	CLASSE I		x					
	Material particulado	CLASSE I		x					
	Lixa	CLASSE II		x					
	Lixa contaminada	CLASSE I		x					
	Filtro de ar	CLASSE I		x					
	Lonas de proteção do chão	CLASSE II		x					
	Lodo perigoso de ETE	CLASSE I		x					
	Resíduo sólido composto de metais não tóxicos (jateamento de areia)	CLASSE I		x			x		
	Resíduo de papel e papelão	CLASSE I	x					x	
	Fita adesiva	CLASSE II	x						x
	Resíduo de madeira (restos de embalagens, pallets)	CLASSE II		x				x	
	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	CLASSE II	x						x
	Resíduo sólido de ETE com substâncias não tóxicas	CLASSE II							
	Solda	Arame de solda	CLASSE I			x			
Bocal de tocha		CLASSE I			x				
Resíduos de eletrodo		CLASSE I			x				
tubo aerossol de ensaio líquido penetrante		CLASSE I			x				
Tampa e bico do aerossol do ensaio líquido penetrante		CLASSE I		x				x	
EPI de soldagem		CLASSE I	x						x
Sucata		CLASSE I	x					x	
Bobinas de plástico	CLASSE II	x						x	
Tratamento Térmico	Lodo de ETE de galvanoplastia	CLASSE I			x				
	Óleo	CLASSE I			x				
	Água contaminada	CLASSE I			x				
	Embalagem contaminada de óleo	CLASSE I			x				
	Embalagem do sal	CLASSE II	x						x
Sais de tratamento térmico	CLASSE I			x					
Usinagem	Madeira	CLASSE II	x			x	x		
	Pedra montada/rebolo	CLASSE I			x				
	Cavaco contaminado	CLASSE I			x				
	Ferramentas de corte	CLASSE I			x				
	Serragem contaminada	CLASSE I			x				
	Querosene contaminado	CLASSE I			x				
	Óleo lubrificante	CLASSE I			x				
	Óleo lubrificante usado	CLASSE I			x				
	Borra oleosa	CLASSE I			x				
	Rebolo	CLASSE I	x						x
	Resíduo perigoso de varrição	CLASSE I			x				
	Resíduo de Polímeros	CLASSE I	x						x
	Material contaminado com óleo	CLASSE I			x				
	Óleo hidráulico	CLASSE I			x				
	Resíduos oleosos de sistema separador de água e óleo	CLASSE I			x				
	Borra de retífica	CLASSE I			x				
	Equipamentos contendo bifenilas policloradas - PCB's (transformadores)	CLASSE I			x				
	Sucata de metais ferrosos	CLASSE I	x						x
	Sucata de metais não ferrosos (latão)	CLASSE II	x						x
	Resíduo de borracha	CLASSE I	x						x
	Cavacos	CLASSE I	x						x
	Sucata	CLASSE I	x						x
	Estopa	CLASSE II	x				x		
	Pano usado (toalha industrial)	CLASSE I	x				x		
	Névoas e vapores	CLASSE I			x				x
	Mangueiras	CLASSE II	x				x		
	Mangueiras contaminadas	CLASSE I			x				
	Material particulado	CLASSE I			x				
	Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)	CLASSE II	x						x
	Resíduo metálicos (tambores)	CLASSE II			x				
	Borras	CLASSE I			x				

## APÊNDICE C

Tabela: Questionário referente ao inventário.

**Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC**  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica  
GRIMA – Grupo de Integração da Manufatura

**Prezados,**

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Setor Metal Mecânico e suas respostas são importantes para que a fase exploratória deste estudo seja satisfatória. Ele pode ser preenchido pelo responsável ou pelo corpo técnico da empresa.

Todas as informações serão mantidas em sigilo cabendo à pesquisadora a responsabilidade sobre os dados levantados. Dados como a identificação da empresa não serão utilizados no corpo da pesquisa.

Em caso de dúvidas entrar em contato.

**Informações prévias para o preenchimento:**

1. Junto ao tópico "Resíduos encontrados" assinale com um "X" os encontrados em sua empresa.
2. Caso sua empresa produza outros resíduos que não constam nesta lista, escreva-os no tópico "observações".
3. Fonte geradora significa a máquina, equipamento ou o colaborador envolvido na atividade.

---

**Razão Social:**

Porte: ( ) Micro ( ) Pequena ( ) Média ( ) Grande

Ramo:

Área localizada: ( ) Residencial ( ) Industrial Município:

Principais Produtos:

Período de produção: ( ) 8 horas diárias ( ) outros

Número de Funcionários: Área útil total (m<sup>2</sup>):

---

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Comum a todos</b>	EPI usado contaminado			
	Resíduos de varrição			
	Lâmpadas			
	Lâmpadas fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)			
	Papel			
	Resíduo têxtil contaminado (panos, estopas)			

Informação	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
	Retalhos de Chapa de Aço			
	Cinta			
	Gancho metálico			
	Embalagens metálicas (latas vazias não contaminadas)			
	Cavacos			
	Sucata			
	Estopa			
	Pano usado (toalha industrial)			
	Névoas e vapores			
	Mangueiras			
	Mangueiras contaminadas			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Corte</b>	Carepa de Oxicorte			
	Cavacos			
	Sucata			

	Bico de maçarico			
	Carepa de Normalização			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Fundição</b>	Canal de alimentação de peças para fundição			
	Areia de Fundição			
	Gases do forno da fundição			
	Cinzas de caldeira			
	Escória de fundição			
	Areia de fundição não fenólica			
	Resíduo de refratário e material não cerâmico			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Enfermaria/ Laboratório</b>	Res.de Serviços de Saúde (mat.infectado, agulhas, medicamentos)			
	Produtos Químicos			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Limpeza</b>	Plástico contaminado			
	Produtos Químicos			
	Ácido/ Água ácida			
	Água de lavagem de pisos, máquinas, equipamentos e			

	peças			
	Água com óleo			
	Lodo de ETE			
	Solventes contaminados			
	Embalagens vazias contaminadas			
	Resíduo plástico (bombonas)			
	Sabão			
	Embalagens			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Escritório</b>	Embalagens			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Ajustagem</b>	Pasta abrasiva			
	Névoas e vapores			
	Material particulado			
	Pano			
	Pós metálicos			
	Material particulado			
	Lixa			
	Lixa contaminada			
	Filtro de ar			

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
<b>Montagem</b>	Papelão			

	Plástico		
	Estopa		
	Resíduo de papel e papelão		
	Fita adesiva		
	Resíduo de madeira (restos de embalagens, pallets)		
	Pano usado (toalha industrial)		
	Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)		
	Acumuladores de energia (baterias, pilhas, assemelhados)		
	Resíduo de vidros		

Setor	Resíduos Inventariados	Resíduos encontrados	Fonte Geradora	Observações
Pintura	Papelão contaminado			
	Pó de granalha com pedaços de ferro fundido			
	Resíduos de resina (seca)			
	Filtro manga			
	Latas e tambores (vazios)			
	Latas e tambores contaminados (vazios)			
	Plásticos de proteção da cabine de pintura			
	Pano usado (toalha industrial)			
	Névoas e vapores			
	Mangueiras			
	Mangueiras			

<b>Pintura</b>	contaminadas			
	Material particulado			
	Resíduo metálicos (tambores)			
	Borras			
	Resíduo de tintas e pigmentos			
	Resíduo e lodo de tinta			
	Material particulado			
	Lixa			
	Lixa contaminada			
	Filtro de ar			
	Lonas de proteção do chão			
	Lodo perigoso de ETE			
	Resíduo sólido composto de metais não tóxicos (jateamento de areia)			
	Resíduo de papel e papelão			
	Fita adesiva			
Resíduo de madeira (restos de embalagens,pallets )				

<b>Setor</b>	<b>Resíduos Inventariados</b>	<b>Resíduos encontrados</b>	<b>Fonte Geradora</b>	<b>Observações</b>
<b>Refeitório</b>	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)			
	Resíduo sólido de ETE com substâncias não tóxicas			



<b>Setor</b>	<b>Resíduos Inventariados</b>	<b>Resíduos encontrados</b>	<b>Fonte Geradora</b>	<b>Observações</b>
<b>Solda</b>	Arame de solda			
	Bocal de tocha			
	Resíduos de eletrodo			
	Tubo aerossol de ensaio líquido penetrante			
	Tampa e bico do aerossol do ensaio líquido penetrante			
	EPI de soldagem			
	Sucata			
	Bobinas de plástico			

<b>Setor</b>	<b>Resíduos Inventariados</b>	<b>Resíduos encontrados</b>	<b>Fonte Geradora</b>	<b>Observações</b>
<b>Tratamento Térmico/ superfície</b>	Lodo de ETE de galvanoplastia			
	Óleo			
	Água contaminada			
	Embalagem contaminada de óleo			
	Embalagem do sal			
	Sais de tratamento térmico			

<b>Setor</b>	<b>Resíduos Inventariados</b>	<b>Resíduos encontrados</b>	<b>Fonte Geradora</b>	<b>Observações</b>
<b>Usinagem</b>	Madeira			

Pedra montada/rebolo		
Cavaco contaminado		
Ferramentas de corte		
Serragem contaminada		
Querosene contaminado		
Óleo lubrificante		
Óleo lubrificante usado		
Borra oleosa		
Rebolo		
Resíduo perigoso de varrição		
Resíduo de Polímeros		
Material contaminado com óleo		
Óleo hidráulico		
Resíduos oleosos de sistema separador de água e óleo		
Borra de retífica		
Equipamentos contendo bifenilas policloradas - PCB's.(transformadores)		
Sucata de metais ferrosos		
Sucata de metais não ferrosos (latão)		
Resíduo de borracha		
Cavacos		
Sucata		
Estopa		

Pano usado (toalha industrial)			
Névoas e vapores			
Mangueiras			
Mangueiras contaminadas			
Material particulado			
Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)			
Resíduo metálicos (tambores)			
Borras			

Agradeço a sua colaboração neste levantamento.  
Jackeline de Sousa da Silva