

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS, METALURGIA E  
MATERIAIS – PPGE3M

**PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO**

ANA PAULA DA SILVA

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Porto Alegre, Abril de 2013

ANA PAULA DA SILVA

Engenheira Química

**PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, modalidade Acadêmica, área de concentração: Tecnologia Mineral, Ambiental e Metalurgia Extrativa.

Orientadora: Professora Dra. Rejane Maria Candiota Tubino

Co-orientadora: Professora Dra. Ângela de Moura Ferreira Danilevicz

Porto Alegre, Abril de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

ESCOLA DE ENGENHARIA

Diretora: Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Vice-Diretor: Carla Ten Caten

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS, METALURGIA E  
MATERIAIS – PPGE3M

Coordenador: Prof. Dr. Telmo Roberto Strohaecker

Vice-Coordenador: Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann

ANA PAULA DA SILVA

**PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO**

Esta dissertação foi analisada e julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, na modalidade Acadêmica, área de concentração Tecnologia Mineral, Ambiental e Metalurgia Extrativa e aprovada em sua forma final pelo Orientador, Co-orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Orientadora: Professora Dra. Rejane Maria Candiota Tubino**

---

**Co-orientadora: Professora Dra. Ângela de Moura Ferreira Danilevicz**

---

**Prof. Dr. Telmo Roberto Strohaecker**  
**Coordenador PPGE3M/UFRGS**

Aprovado em: 29/04/2013

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Andrea de Moura Bernardes – PPGE3M/UFRGS \_\_\_\_\_

Professora Dra. Istefani Carísio de Paula – PPGE3M/UFRGS \_\_\_\_\_

Professor Dr. Jean C. S. S. Menezes – UNOESC \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho ao meu grande amor, meu marido Ademir, pela compreensão dos momentos ausentes, pela paciência, pelo amor e apoio constante.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por todas as boas oportunidades apresentadas.

À minha grande e especial amiga, Eunice Maria Vigânico, por ser a estrela que apareceu para brilhar em minha vida.

À minha mãe Marlene por todo o apoio e compreensão das vezes que não pude estar junto a ela.

À minha irmã Patrícia pelo incentivo e por me fazer acreditar nas minhas capacidades.

Ao meu sobrinho Evandro por compreender todas as vezes que não pude dar a atenção que ele merecia, em função da dedicação ao Mestrado.

Em especial, ao meu pai Adão (*in memoriam*) que sempre me incentivou a estudar e a construir o que há de melhor para a minha vida.

A toda a equipe do Setor de Engenharia Ambiental da empresa: Rodrigo Santos, Amanda de Lima, Daniel dos Reis e Jurenil Vieira, pelo imenso auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A empresa e, em especial, ao Sr. Alberto Zakrzewski pela oportunidade e apoio na realização do Mestrado.

Às minhas professoras orientadoras Dra. Rejane Tubino e Dra. Ângela Danilevich pela confiança, pelo direcionamento e colaboração no desenvolvimento deste trabalho, além da bela amizade construída.

*"Nosso grande medo não é o de que sejamos incapazes.  
Nosso maior medo é que sejamos poderosos além da medida.  
É nossa luz, não nossa escuridão, que mais nos amedronta.  
Nos perguntamos: "Quem sou eu para ser brilhante,  
talentoso e incrível? "Na verdade, quem é você para não ser  
tudo isso? Bancar o pequeno não ajuda o mundo. Não há  
nada de brilhante em encolher-se para que as outras pessoas  
não se sintam inseguras em torno de você.  
E à medida que deixamos nossa própria luz brilhar,  
inconscientemente damos às outras pessoas permissão para  
fazer o mesmo".*

*Nelson Mandela*

## RESUMO

A geração de resíduos sólidos é intrínseca a qualquer atividade, seja esta, doméstica, industrial, comercial, rural, ou outras, visto que para se produzir ou consumir qualquer produto, há a geração de resíduos. Portanto, se não houver uma boa gestão na utilização dos recursos, pode haver uma perda de controle quanto à geração dos resíduos, sendo que se estes forem mal gerenciados, podem ocasionar significativos problemas ambientais. Para as indústrias do segmento metal mecânico, especificamente para a indústria automotiva, os resíduos sólidos são um tema de especial preocupação devido à diversidade e o grande volume gerado e, ainda, pelos possíveis impactos ambientais associados a estes. Neste contexto, o presente trabalho propõe a implantação de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos em ambiente industrial do segmento metal mecânico. Desta forma, objetiva identificar as possibilidades de redução na geração de resíduos e do estabelecimento de formas de segregação, acondicionamento e armazenamento temporário que promovam formas de reuso, envio à reciclagem e demais destinações adequadas, avaliando os ganhos associados. Para isto, primeiramente, foi realizado o diagnóstico e mapeamento do processo produtivo atualmente desenvolvido pela empresa e a identificação dos resíduos gerados em cada etapa. A seguir, identificou-se através da ferramenta de priorização, Matriz GUT, quais os resíduos mais críticos para o gerenciamento, de modo a auxiliar no desenvolvimento do Plano de Gestão de Resíduos Industriais (PGRSI). Posteriormente, partiu-se para a implantação do PGRSI proposto. Como resultado do trabalho, foi realizada uma análise comparativa do antes e depois da implantação do Plano proposto, evidenciando-se os ganhos obtidos como a minimização de resíduos gerados e a redução de custos com disposição final.

**Palavras-chave:** Resíduo. Gestão de Resíduos Sólidos. Indústria Metal Mecânica. PGRSI.



## ABSTRACT

Solid waste generation occurs at any activity, such as domestic, industrial, commercial, rural, or other, because producing or consuming any product, there is waste generation. Therefore, if they are bad managed, can cause significant environmental problems. For the metal mechanical industries, specifically for the automotive industry, the solid waste is an issue of particular concern, because of the variety and volume generated, and also the potential environmental impacts associated to them. In this context, this work proposes to implement a Waste Management Plan in a metal mechanical industry. Thus, aims to identify opportunities to reduce waste generation and the establishment of segregation forms, packaging and temporary storage that promotes forms of reuse, recycling and other shipping appropriate destinations and associated improvements. First it was performed the diagnosis and mapping of the production process currently developed by the company and the identification of waste generated in each step. After that, the more critical residues to manage, in order to help the development of the Industrial Solid Waste Management Plan (ISWMP or, in Portuguese, PGRSI), were identified through the prioritization tool, GUT Matrix. Then, the proposed ISWMP were implemented. As a result of the work, it was performed a comparative analysis between before and after implementation of the proposed Plan, demonstrating the gains as the minimization of waste generated and reduction of waste disposal costs.

**Keywords:** Waste. Solid Waste Management. Metal Mechanical Industry. ISWMP.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Áreas de Preservação Permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
COSIPA	Companhia Siderúrgica Paulista
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FEPAM	Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU	Organização das Nações Unidas
ONG	Organização Não Governamental
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PDCA	<i>Plan</i> (Planejar), <i>Do</i> (Executar), <i>Check</i> (Verificar), <i>Action</i> (Ação)
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PGRSI	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais
PIB	Produto Interno Bruto
PmaisL	Produção Mais Limpa
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REPLAN	Refinaria de Paulínia
REVAP	Refinaria Henrique Lage
RIMA	Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente
RPBC	Refinaria Presidente Bernardes
RS	Resíduo Sólido
SEBRAE-RJ	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio de Janeiro
SIEFEESP	Sistema de Inventário de Emissões de Fontes Estacionárias no Estado de São Paulo

SIMECS	Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UTC	United Technologies Corporation (empresa Carrier)
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNCSD	Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização e classificação de resíduos.....	31
Figura 2 - Fluxograma do PGRS.....	38
Figura 3 - Passos para implementar um PGRS.....	41
Figura 4 - Fluxograma de Gerenciamento de Resíduos com as etapas do PGRS.....	43
Figura 5 - Sequência prioritária para a gestão de resíduos sólidos.....	44
Figura 6 - Matriz GUT – Critérios para pontuação de gravidade, urgência e tendência.....	46
Figura 7 - Matriz de Prioridades.....	47
Figura 8 - Sequência de um processo de FMEA.....	48
Figura 9 - Sistemática para o desenvolvimento do PGRSI.....	53
Figura 10 - Fluxograma simplificado do processo produtivo com a identificação dos resíduos, efluentes e emissões atmosféricas gerados em cada etapa.....	58
Figura 11 - Fluxograma simplificado do processo produtivo com a identificação das entradas e saídas em cada etapa do processo, relacionadas à geração de resíduos sólidos.....	59
Figura 12 - Fluxograma das etapas para a implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos em Indústrias do Segmento Metal Mecânico.....	65
Figura 13 - Lista Mestre das Licenças Ambientais dos receptores dos resíduos da empresa.....	73
Figura 14 - Planilha para gerenciamento dos resíduos sólidos industriais gerados na empresa.....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a atividade que os produziu.....	29
Tabela 2 – Síntese de critérios de classificação de Resíduos Sólidos.....	32
Tabela 3 – Instrumentos de gestão de resíduos.....	33
Tabela 4 – Opções de tratamento e destinação de resíduos.....	44
Tabela 5 – Matriz GUT de Priorização.....	46
Tabela 6 – Classificação dos resíduos gerados na empresa e formas de tratamento ou destinação original.....	60
Tabela 7 – Quantitativos de resíduos sólidos gerados no processo.....	62
Tabela 8 – Matriz GUT para a priorização dos tipos de resíduos sólidos mais críticos para o gerenciamento.....	63
Tabela 9 – Padrão para a coleta seletiva para na empresa objeto do estudo.....	66
Tabela 10 – Identificação dos resíduos industriais gerados mensalmente, por classe (classificação) e etapa de geração.....	68
Tabela 11 – Acondicionamento e armazenamento temporário dos resíduos.....	71
Tabela 12 – Formas de Destinação dos resíduos sólidos gerados.....	74
Tabela 13 – Objetivos, Metas e Indicadores definidos para o acompanhamento do PGRSI.	75
Tabela 14 – Comparativo entre a situação original e a situação atual da empresa, após a aplicação do plano de gestão de resíduos proposto.....	77

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 Justificativa .....	17
1.2 Objetivos .....	20
1.2.1 Objetivo Geral .....	20
1.2.2 Objetivos Específicos .....	20
1.3 Delimitações do Trabalho .....	20
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
2.1 Histórico das Questões Ambientais .....	22
2.2 Resíduos Sólidos – Conceitos e Classificação .....	25
2.2.1 Conceitos .....	26
2.2.2 Classificação .....	28
2.3 Gestão de Resíduos Sólidos Industriais .....	32
2.4 Exemplos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	37
2.4.1 Exemplo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Indústria de Tintas .....	37
2.4.2 Exemplo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Aplicado em um Processos de Galvanização .....	38
2.4.3 Exemplo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos via Manual FIRJAN/SEBRAE-RJ .....	39
2.4.4 Exemplo de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais via Processos CNTL e UTC .....	41
2.4.5 Aspectos de Comparação entre os Exemplos de Gerenciamento de Resíduos Estudados.....	43
2.5 Técnicas de Priorização de Dados .....	45
2.5.1 Matriz GUT .....	45
2.5.2 Matriz de Prioridades.....	46
2.5.3 FMEA .....	47
2.6 A Indústria Metal Mecânica .....	49
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	51
3.1 A empresa .....	51
3.2 Método de Pesquisa .....	52

3.3 Método de Trabalho.....	52
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>57</b>
4.1 Diagnóstico da Situação Atual.....	57
4.2 Identificação dos Pontos Críticos.....	61
4.3 Geração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI).....	64
4.4 Implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais para a Empresa Foco, Identificando em cada Etapa, as Ações Realizadas .....	65
4.5 Quantificação dos Ganhos Oriundos do PGRSI.....	76
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>81</b>
5.1 Conclusões .....	81
5.2 Sugestões de Trabalhos Futuros .....	82
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de industrialização, ocorrido no Século XVIII com a Revolução Industrial, trouxe muitos benefícios para a humanidade como a rapidez no processo de fabricação, o aumento da produtividade e a padronização de produtos, além do avanço da tecnologia. Estes fatores contribuíram para o aumento do padrão de vida das pessoas e para a aceleração do crescimento da população, que aumentou em dez vezes nos últimos três séculos (SANTOS, 2009). Porém, toda esta evolução do setor industrial se deu, por muitos anos, sem a preocupação com a utilização dos recursos naturais, pois se partia da premissa de que os mesmos eram inesgotáveis.

Conforme ressalta Silva et al. (2002), nesta época, as indústrias instalaram-se, alterando ou redefinindo o meio rural, construindo ou ampliando as aglomerações urbanas, produzindo novos produtos, modificando as formas de apropriação dos recursos naturais e os modos de relacionamento com o ambiente original.

Os resíduos sólidos, se mal gerenciados, podem ocasionar significativos problemas ambientais, visto que os resíduos são intrínsecos a qualquer atividade, seja esta industrial, comercial, rural ou doméstica, pois para se produzir ou consumir qualquer produto, há a geração de resíduos.

Simião (2011) destaca que as atividades industriais, em especial, geram resíduos sólidos de diferentes características e quantidades que precisam ser gerenciados adequadamente para não causar poluição ambiental e danos à saúde do homem. Também, Bennemann (2012) salienta que esta atividade está, inevitavelmente, associada à degradação ambiental, sendo que a dimensão e a significância dos impactos causados pelos resíduos gerados nos seus processos produtivos dependerão do porte da indústria, das atividades realizadas e da forma de gerenciamento adotada, sendo que a solução para estes problemas ambientais exige uma atitude proativa dos administradores, que devem considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar práticas administrativas e tecnológicas que contribuam para a preservação dos recursos naturais.

Segundo Santos (2009), é importante considerar, também, a contribuição da ciência e da tecnologia para mitigar os efeitos adversos da industrialização sobre o meio ambiente. Nos últimos anos realizaram-se avanços significativos nas tecnologias de tratamento de resíduos sólidos e águas residuais, de controle da poluição atmosférica, de remediação ambiental de solos, sedimentos, águas superficiais e subterrâneas, entre outros.



Ainda, com o avanço dos conceitos e práticas de sustentabilidade, ocorridos nesta última década, os assuntos relacionados ao meio ambiente estão cada vez mais voltados para as tecnologias de prevenção da poluição do que para técnicas de tratamento e remediação do meio ambiente.

## 1.1 Justificativa

As pressões do mercado quanto à diversificação e aumento da oferta de produtos industrializados, principalmente nos grandes centros urbanos, faz com que a indústria contribua com a degradação ambiental, devido ao grande consumo de energia e de recursos naturais para produzirem os seus produtos. Por outro lado, as pressões do governo (legislações) e de parte da sociedade sobre as indústrias, vem cada vez mais tomando força, para que o meio ambiente seja preservado. Como destaca Missiaggia (2002), as empresas, agora, estão sendo pressionadas para demonstrar sua capacidade de oferecer produtos e serviços menos agressivos ao meio ambiente.

Essa mudança de cultura voltada à preservação do meio ambiente vem tomando espaço e fazendo com que a gestão ambiental seja um fator estratégico de grande importância para o sucesso das indústrias, que estão começando a tomar ações proativas com relação à gestão ambiental de seus negócios (SILVA, 2011).

Segundo Alberoni et al. (2002), o movimento do empresariado na direção da qualidade ambiental vem ocorrendo em três (3) estágios interligados e sucessivos, passando do controle das emissões à preservação do meio ambiente, da seguinte forma:

- Postura Reativa: A preocupação com o meio ambiente começa em decorrência da necessidade de observar o cumprimento das leis e regulamentos técnicos ambientais;
- Postura Adaptativa: Observa-se a integração de uma função gerencial de controle de poluição, onde a preservação está correlacionada ao aumento da produtividade, à revisão de produtos e processos e a uma produção mais eficiente;
- Postura Proativa: É caracterizada pela implementação da gestão ambiental, na qual o meio ambiente é tratado dentro de uma perspectiva estratégica mais ampla, colocado dentre as prioridades máximas da empresa.

Outros fatores que contribuíram para as novas ações de preservação ambiental por parte da indústria, além das pressões da legislação ambiental, são as exigências da sociedade por produtos ecologicamente corretos. Isto fez com que as empresas passassem a enxergar as

questões de meio ambiente como fator estratégico na obtenção de vantagem competitiva no mercado. Esta situação está alinhada ao apresentado por Silva Filho e Sicsú (2003) sobre a importância da incorporação estratégica da gestão ambiental nas organizações como forma de atender a interesses financeiros, ambientais e sociais.

Segundo Lima e Ferreira (2007), o aumento da população mundial e a mudança de seus hábitos consumistas, como a urbanização das comunidades e o aprimoramento de técnicas cada vez mais modernas de industrialização, resultaram num aumento significativo no volume dos resíduos gerados.

Apesar da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, serem inerentes a qualquer atividade humana, seja ela industrial, comercial, urbana ou rural, no aspecto da poluição ambiental, o gerenciamento de resíduos sólidos é um dos assuntos mais trabalhados quando se trata de gestão ambiental, principalmente em nível industrial, em virtude dos diferentes segmentos existentes e dos vários fatores que influenciam na geração destes resíduos, como o uso, até então descontrolado, dos recursos naturais, consumo de energia, entre outros.

Conforme destaca Gasi e Ferreira (2006 *apud* Demajorovic e Vilela Junior, 2006), a preocupação com a preservação do meio ambiente levou ao desenvolvimento e a implantação de unidades de tratamento de poluentes (emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos). Estas unidades têm o objetivo de reduzi-los ao final do processo industrial e antes do seu descarte no ambiente, sendo conhecidas como sistemas de Fim-de-Tubo, pois tratam os poluentes que saem pelas tubulações de esgotos e chaminés, sem preocupação na sua redução. Atualmente, a implementação de ferramentas e ações mais nobres no âmbito da gestão ambiental, pode contar com técnicas de Produção mais Limpa que visam trabalhar ações ao longo dos processos produtivos, buscando não gerar e/ou minimizar possíveis impactos negativos ao meio ambiente.

Nascimento e Mothé (2007) ressaltam que, atualmente, a aplicação de tecnologias apropriadas e ecológicas, que visem à redução da utilização de recursos naturais, a redução de desperdício e a minimização da geração de resíduos e de poluição é uma ação de prioridade mundial.

Neste aspecto, para as indústrias do segmento metal mecânico, indústria automotiva, os resíduos sólidos são um tema de especial preocupação devido à diversidade e o grande volume gerado e, ainda, os possíveis impactos ambientais associados a estes. Além disso, a responsabilidade pelos resíduos sólidos é atribuída ao gerador por legislações específicas, sendo reforçada com a publicação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), em

2010, que passou, inclusive, a exigir das organizações privadas, a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Estes fatores motivaram o desenvolvimento deste trabalho acerca do tema gestão de resíduos sólidos em uma indústria do segmento metal mecânico/automotivo, localizada na Cidade de Caxias do Sul, na serra gaúcha, a qual possuía um processo de destinação dos resíduos sólidos industriais que não atendia plenamente os requisitos da PNRS, demandando melhorias

A região da serra gaúcha é conhecida pelo seu representativo polo industrial e, conforme dados apresentados no Balanço Social do Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul (SIMECS), que representa 2900 empresas destes segmentos em 17 municípios da região, o Produto Interno Bruto (PIB) total destes municípios está situado entre os mais altos do Estado. Sendo que a cidade de Caxias do Sul apresenta um faturamento anual na ordem de 17,6 bilhões, representando o maior PIB *per capita* do Estado do Rio Grande do Sul, após a região metropolitana de Porto Alegre (SIMECS, 2012).

Por esta representatividade industrial e em virtude da crescente preocupação ambiental, em 2009, a Comissão de Meio Ambiente do SIMECS contratou uma pesquisa para mapear a situação socioambiental das empresas associadas. Obteve-se como resultado que mais de 11 milhões de toneladas de resíduos sólidos são gerados mensalmente, sendo destinados conforme suas características, à reciclagem, aterros industriais, co-processamento, incineração ou devolução ao fornecedor (POLITIS, 2010).

Esta informação reforça a necessidade de haver um controle quanto à gestão dos resíduos sólidos gerados por indústrias do segmento metal mecânico/automotivo, para identificar a diversidade dos mesmos como, por exemplo, resíduos metálicos, plásticos, fibras, borrachas, tintas, solventes e, então, para adequadamente gerenciá-los para o seu tratamento e/ou até o seu destino final como rejeito. Diante do exposto, a relevância acadêmica do presente trabalho recai na proposição de uma sistemática para a implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos em uma indústria do setor metal mecânico/automotivo, de maneira a buscar ações como a não geração e/ou minimização de resíduos sólidos, bem como a diminuição dos desperdícios da organização, visando contribuir para o desenvolvimento sustentável.

## **1.2 Objetivos**

Para a realização do presente estudo torna-se necessário explicitar seu objetivo geral e os seus objetivos específicos.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral propor e implantar um plano de gestão de resíduos sólidos industriais em uma indústria do segmento metal mecânico/automotivo. Para isso, tornam-se necessária a identificação de possibilidades de não geração/redução de resíduos sólidos e no estabelecimento de formas de segregação, acondicionamento e armazenamento temporário que promovam formas de reuso, envio à reciclagem e demais destinações adequadas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Enquanto objetivos específicos podem ser citados:

- Identificar os pontos de geração e os resíduos sólidos associados a estes, no processo produtivo e quais são os tipos de resíduos mais críticos para o gerenciamento;
- Avaliar e Priorizar os quantitativos de resíduos sólidos gerados no processo, de modo a auxiliar no desenvolvimento de um plano de gestão de resíduos sólidos;
- Implantar um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos para a empresa foco;
- Evidenciar os potenciais ganhos associados.

## **1.3 Delimitações do Trabalho**

O presente trabalho limita-se a tratar sobre o tema resíduos sólidos industriais, gerados no processo produtivo de uma indústria do segmento metal mecânico/automotivo, não contemplando os demais resíduos sólidos gerados na empresa como, por exemplo, os resíduos do refeitório, enfermaria e sanitários. Diante desta limitação, não serão consideradas a geração de efluentes líquidos e emissões atmosféricas e nem as suas respectivas fontes de poluição na

indústria objeto de estudo, bem como os demais aspectos e impactos ambientais associados ao mesmo.

Como é grande a diversidade dos resíduos gerados na indústria objeto do estudo, não foi possível nesta pesquisa, trabalhar a implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais na totalidade do processo produtivo. Portanto, se utilizou a ferramenta de priorização Matriz GUT, para se estabelecer os resíduos mais críticos para o gerenciamento, sendo estes, os que foram trabalhados na presente pesquisa.

É importante salientar ainda, que não foi realizada a quantificação financeira dos custos e ganhos associados às mudanças realizadas com a implantação do plano de gestão de resíduos sólidos proposto, sendo apresentados neste trabalho, os ganhos qualitativos obtidos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo apresenta-se, inicialmente, o histórico das questões ambientais, com ênfase no tema resíduos sólidos, seguido dos conceitos básicos e classificações destes. Na sequência, dá-se o enfoque sobre a gestão dos resíduos sólidos industriais e sobre determinados exemplos de metodologias de gestão de resíduos, já implementadas. Mostra-se ainda, ferramentas de priorização de dados e uma abordagem sobre as indústrias metal mecânicas.

### **2.1 Histórico das Questões Ambientais**

Nas últimas décadas, nos países desenvolvidos, começou-se a criar uma consciência e sensibilização crescente, tanto a nível público como privado, para proteger o meio ambiente da poluição e de danos. Desde a década de 1970, o número e a capacidade de intervenção das organizações governamentais e não governamentais na área ambiental tem crescido sistematicamente e, a partir daí a preocupação com as questões acerca deste tema, começaram a tomar forma (SANTOS, 2009).

Como exemplo destes movimentos ambientais pode-se citar o sistema das Nações Unidas que inclui várias organizações na área do meio ambiente como a UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e a UNCSD (Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável) (SANTOS, 2009).

O grande marco de discussão sobre os problemas ambientais que estavam ocorrendo no mundo e a preocupação com problemas futuros decorrentes da poluição atmosférica provocada pelas indústrias, se deu em 1972, com a primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, realizada pela ONU em Estocolmo, Suécia.

Após a Conferência de Estocolmo, outras conferências internacionais foram organizadas, principalmente, entre países industrializados. Como exemplo se pode citar a Conferência de Nairóbi – Quênia, em 1982; o Protocolo de Montreal – Canadá, em 1987; a ECO-92/RIO-92 – Brasil, em 1992; o Protocolo de Kyoto – Japão, em 1997, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), que ocorre cada ano em um país diferente, entre outras. Tanto esses, quanto outros movimentos internacionais e nacionais ocorreram com a finalidade de se encontrar melhores soluções para os problemas e preocupações ambientais, como a busca de um maior controle na exploração dos recursos

naturais, a otimização de processos industriais visando minimizar a poluição atmosférica e a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos.

Em 1987, através do Relatório Brundtland – ‘Nosso Futuro Comum’, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, foi difundido o conceito de desenvolvimento sustentável, como o processo que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p. 54). Segundo Wada (2012), este Relatório entende que os problemas ambientais e a busca pelo desenvolvimento sustentável estão diretamente relacionados com o fim da pobreza, a satisfação básica de alimentação, saúde, habitação, a busca de novas matrizes energéticas que privilegiem as fontes renováveis e a inovação tecnológica.

No Brasil, em 1934, foi elaborada a primeira legislação ambiental do país: o Código das Águas, regulamentado pelo Decreto Federal nº 24.643 em 10 de julho deste mesmo ano (BRASIL, 1934), que definiu o direito de propriedade e de exploração dos recursos hídricos para abastecimento, irrigação, navegação, usos industriais e geração de energia. Como destaca Wada (2012), na década de 30, a legislação brasileira engloba, apenas, os aspectos relacionados ao saneamento, à conservação e à preservação do patrimônio natural, histórico e artístico do país e aos problemas provocados pelas secas e enchentes.

Na década de 60, dois documentos legais importantes foram criados no Brasil: o Estatuto da Terra, por meio da Lei nº 4.504, de 30 de novembro (BRASIL, 1964), que define a função social da terra e o Código Florestal, por meio da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro (BRASIL, 1965), que cria as Áreas de Preservação Permanente (APP), e trás o reconhecimento das florestas e demais formas de vegetação como bens de interesse comum a todos os cidadãos. No ano passado o Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), foi revogado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (BRASIL, 2012).

A partir destes documentos e no decorrer dos anos, diversas manifestações de ordem ambiental começaram a ocorrer no Brasil, como a criação de Organizações Não Governamentais (ONG), Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), Instituições Ambientalistas, entre outros. Porém, apenas em 1981, há recentes 31 anos, entrou em vigor a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto (BRASIL, 1981), que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Foi a partir daí, conforme destaca Santos (2007), que instituições como o Banco

Nacional do Desenvolvimento (BNDES) começam a analisar as implicações ambientais - licenciamento ambiental - nos projetos submetidos à sua carteira de financiamento.

Silva (2011) destaca que apesar de existirem legislações mais antigas, foi a partir da instituição da PNMA que as regulamentações e controles ambientais se tornaram mais fortes no país, principalmente para as indústrias, pois ficaram definidas as atividades potencialmente poluidoras, fazendo com que estas passem a cumprir uma série de condicionantes para a preservação e controle ambiental. A partir disso, a avaliação de impactos ambientais tomou proporções federais e dentro da PNMA, cria-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A legislação ambiental ganhou mais força, ainda, a partir da nova Constituição da República Federativa do Brasil em 1988, que dedicou um capítulo especial para as questões ambientais e englobou toda a legislação vigente no país. Martinez (2002) ressalta que foi a partir daí que a realização de Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA) tornou-se uma exigência legal obrigatória na implementação de projetos econômicos e de infraestrutura, públicos e privados.

O IBGE (2010) realizou uma pesquisa, em 2009, intitulada como 'Pesquisa de Informações Básica' na qual constatou, entre uma série de informações, os dados acerca da estrutura ambiental (secretaria/órgão específico, licenciamento local, fiscalização, etc.) dos municípios brasileiros. Através desta pesquisa, evidenciou-se um avanço de aproximadamente sete pontos percentuais dos municípios brasileiros que tinham algum órgão para tratar o tema meio ambiente. Uma estrutura ambiental, que em 2008 correspondia a 77,8% dos municípios e, em 2009, passou a corresponder a 84,5%, sendo que, nos municípios com mais de 500.000 habitantes, em 2009, atingiram o índice de 100% em estrutura ambiental. Considerando as regiões brasileiras, os maiores percentuais para o atendimento a este dado são observados nas Regiões Norte (92,2%) e Sul (91,2%), e os menores na Nordeste (80,5%) e Sudeste (81,7%), ficando a Centro-Oeste (86,1%) perto da média nacional.

A pesquisa verificou, ainda, a informação de quais municípios possuíam algum tipo de legislação ambiental, sendo que o índice médio encontrado foi de 46,8%, sendo que os municípios das Regiões Sudeste e Sul representam mais da metade, 53,7% e 52,2%, a Região Norte representa 49,9% e as Regiões Centro-Oeste e Nordeste nas quais foram registrados os menores percentuais, o percentual é de 46,1 e 36,1, respectivamente.

As informações desta pesquisa do IBGE confirmam a importância que está sendo dada ao meio ambiente nos últimos tempos e ao aumento das preocupações com relação às fontes poluidoras.



Segundo Zamorano et al. (2011), as premissas da ecologia industrial são, agora, encaradas como um instrumento de política para uma série de práticas e iniciativas para fomentar o desenvolvimento sustentável, e, assim, minimizar o consumo de energia, matérias-primas, água e outros recursos naturais.

Apesar do setor industrial não ser a principal fonte poluidora, em 2008, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo divulgou uma lista com as cem indústrias mais poluidoras do Estado, sendo a indústria siderúrgica Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA), que atualmente pertence ao grupo USIMINAS, em Cubatão, a campeã da lista seguida por três refinarias da Petrobras, a Refinaria de Paulínia (REPLAN), em Paulínia, a Refinaria Henrique Lage (REVAP), em São José dos Campos, e a Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), também em Cubatão. Das 371 indústrias de São Paulo, selecionadas para realização deste inventário que teve como base o levantamento da emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, 329 destas enviaram, de forma voluntária, as informações solicitadas, sendo que o relatório mostra que as oito primeiras empresas da lista são responsáveis por 63% das emissões. O setor petroquímico é o que tem maior potencial de emissão. Na sequência, está o de aço e ferro-gusa e, depois, o de minerais não-metálicos (BALAZINA, 2008).

Como o Estado de São Paulo conta com o maior polo industrial e metal mecânico do país, estes dados são significativos no contexto dos índices de poluição nacional e da necessidade de se tomar ações de prevenção à degradação ambiental e prevenção do meio ambiente como um todo.

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 número, acabam sendo muito visadas quando se trata do tema poluição ambiental. Em função disto e da crescente importância que está se dando acerca do desenvolvimento sustentável, estas indústrias estão, cada vez mais, buscando diferentes tecnologias e alternativas para o controle e, principalmente, diminuição ou eliminação dos seus pontos de poluição, sejam estes, emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos.

## **2.2 Resíduos Sólidos – Conceitos e Classificação**

Para se estabelecer um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, é fundamental que se conheça a definição do que são os resíduos sólidos e as suas formas de classificação.

### 2.2.1 Conceitos

Durante muitos anos, o Brasil, esteve carente de uma regulamentação sobre a gestão de resíduos sólidos, foi só na década de 1990, que algumas regulamentações, em nível Estadual, começaram a surgir. No contexto Federal, este tema ficou tramitando, por cerca de 20 anos, no Congresso Nacional até que, em agosto de 2010, foi publicada a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, através da Lei 12.305.

Além de conceituar resíduos sólidos, esta legislação trouxe o conceito de rejeitos para que assim, conforme destaca em seu Art. 9º, se atinja o objetivo de promover a gestão dos resíduos sólidos de forma prioritária, com a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e, só então, proceder com a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010, PNRS – Lei 12.305, 2010, Art. 9º).

Como conceito de resíduos sólidos, a PNRS estabelece:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, 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 (BRASIL, 2010, PNRS – Lei 12.305, 2010, Inciso XVI, Art. 3º).

Já a definição de rejeitos, trazida por esta Lei consistem, em:

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 (BRASIL, 2010, Lei 12.305, 2010, Inciso XV, Art. 3º).

A PNRS foi regulamentada em dezembro de 2010, no mesmo ano de sua publicação, através do Decreto Federal nº 7.404. 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.

Segundo Schalch e Leite (2012 *apud* Leme et al., 2012), a PNRS será o marco regulatório no setor de resíduos sólidos no Brasil, pois além de integrar a Política Nacional do Meio Ambiente, esta lei articula-se com as demais regulamentações afins, como por exemplo, a Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07), o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/01) e de Educação Ambiental (Lei nº 9795/99), entre outras.

Em nível industrial, um dos conceitos mais trabalhados para a classificação e gerenciamento de resíduos sólidos foi trazido pela Norma NBR 10004 (ABNT, 2004, p. 1), sendo que esta traz a seguinte definição para os resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Tanto a definição da PNRS, quanto a da NBR 10004, que de uma forma geral são semelhantes, servem para a orientação e entendimento na hora de se identificar os resíduos gerados por determinada atividade e, assim auxiliar no gerenciamento dos mesmos. Porém, em termos de classificação dos resíduos sólidos industriais as orientações da Norma NBR 10004 (ABNT, 2004) são fundamentais.

O Estado do Rio Grande do Sul foi um dos pioneiros na elaboração de uma legislação específica que trata da gestão dos resíduos sólidos em âmbito estadual, em 1993, com a aprovação da Lei Estadual nº 9.921. Porém, a mesma, foi regulamentada, somente após 5 anos da sua publicação, através do Decreto Estadual nº 38.356, em 1998.

Para esta Lei consideram-se como resíduos sólidos aqueles provenientes de:

- Atividades industriais, atividades urbanas (doméstica e de limpeza urbana), comerciais, de serviços de saúde, rurais, de prestação de serviços e de extração de minerais;
- Sistemas de tratamento de águas e resíduos líquidos cuja operação gere resíduos semilíquidos ou pastosos, enquadráveis como resíduos sólidos, a critério do órgão ambiental do Estado.
- Outros equipamentos e instalações de controle de poluição (RIO GRANDE DO SUL, LEI ESTADUAL Nº 9.921, 1993).

Diante desta classificação e, também, em virtude da responsabilidade atribuída ao gerador do resíduo, independente da contratação de terceiros, fez com que as empresas do Estado do Rio Grande do Sul, passassem a se preocupar ainda mais com este tema.

Esta lei trouxe, ainda, importantes elementos e responsabilidades para a gestão dos resíduos sólidos neste Estado. Inclusive, introduziu, em seu Art. 9º, a prática da logística reversa no caso da devolução para o fornecedor, das embalagens que acondicionam produtos perigosos (RIO GRANDE DO SUL, LEI ESTADUAL Nº 9.921, 1993).

Em outros grandes e industrializados Estados da Federação, como Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, as regulamentações a cerca dos resíduos sólidos surgiram anos depois, sendo, em 2003, através da Lei Estadual nº 4.191, em 2006, pela Lei Estadual nº 12.300 e, em 2009, pela Lei Estadual nº 18.031, respectivamente.

### 2.2.2 Classificação

Além do entendimento do que são os resíduos sólidos, é importante classifica-los para então, poder definir um encaminhamento ambientalmente adequado, até o seu tratamento ou disposição final como rejeito.

Barros (2012) destaca que devido ao alto grau de heterogeneidade dos resíduos sólidos, é possível atribuir diversas classificações, conforme o tipo de enfoque que interessa considerar relativo à possibilidade de tratamento ou a seu destino.

Como referência, algumas das diferentes formas de classificação dos resíduos sólidos podem ser: quanto à sua origem, quanto à sua natureza, quanto à sua periculosidade, entre outras. Por exemplo, quanto à origem podem ser: urbanos, industriais, resíduos de serviços de saúde ou resíduos da construção civil.

Quanto à atividade que os produziu, Barros (2012) traz a classificação apresentada na Tabela 1.

Uma maneira de classificação que é bastante atribuída, em termos de gerenciamento dos resíduos industriais, é quanto à sua natureza, sendo esta dividida em:

- Resíduos diretamente associados à atividade-fim da empresa: são os subprodutos resultantes da fabricação do produto (sucatas de metais ferrosos e não ferrosos, óleo, borra de tinta, borra de plásticos do processo de injeção, etc.);
- Resíduos oriundos das atividades-periféricas à atividade fim da empresa: são os resíduos gerados na realização de tarefas que não estão ligadas diretamente ao produto (varrição de piso, manutenção, lodos de estação de tratamento de efluente – ETE, etc.);
- Resíduos não associados à atividade-fim da empresa: são os resíduos gerados por qualquer empresa, ou seja, são independentes do tipo de atividade industrial (lâmpadas, pilhas, baterias, toalhas, entulho de obras, entre outros) (SILVA, TUBINO, 2012).

Para a PNRS os resíduos sólidos são classificados quanto a sua origem e quanto a sua periculosidade, sendo os resíduos industriais aqueles que são gerados nos processos produtivos e instalações industriais (BRASIL, 2010, Lei 12.305, 2010).

Tabela 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a atividade que os produziu (Adaptado de BARROS, 2012, p. 46)

Tipo de Resíduo Sólido - RS	Definição
Residencial (ou domiciliar)	RS produzidos nos domicílios, basicamente provenientes da cozinha e da limpeza e manutenção de casas, compostos também de outros materiais descartados pelos usuários (a própria população), como papéis, embalagens (de plástico, de papelão, etc.) restos de alimentos, podas, etc. Outros estabelecimentos (industriais ou comerciais) tem parte de seus resíduos de tipo doméstico, variando os percentuais da composição gravimétrica.
Comercial	RS provenientes de estabelecimentos comerciais em geral, como escritórios, lojas, empresas, restaurantes, bares. São constituídos, sobretudo por embalagens (papéis, etc.) e podem conter alguma matéria orgânica.
Serviços de Saúde	RS provenientes de diversas áreas das instituições hospitalares (refeitórios, centros cirúrgicos, ambulatórios, etc.). Fazem parte ainda, desta classificação os resíduos de clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias e estabelecimentos similares. Em virtude de suas características específicas, demandam cuidados e métodos especiais no seu manuseio (coleta, transporte e disposição final).
Industrial	Segundo a Norma NBR 10004 (ABNT, 2004), são aqueles resíduos em “estado sólido e semissólido que resultam das atividades industriais (...)”. Vários destes resíduos podem ser perigosos*, exigindo cuidados especiais no manuseio e na disposição final.
Varrição e feiras	RS provenientes de varrição regular de logradouros públicos, conservação e limpeza de zonas residenciais e comerciais, limpeza de feiras livres, etc. constituídos de embalagens (papéis, plásticos, etc.), cigarros, restos de capina e de alimentos, areia e terra, materiais de poda, etc.
Outros**	RS não classificados nos itens anteriores.
<p>* um caso particular são os resíduos industriais <b>banais</b> (conforme nomenclatura francesa): resíduos não tóxicos oriundos de atividades industriais, contendo em princípio os mesmos constituintes dos resíduos domésticos, podendo diferir quanto às proporções. São oriundos de empresas (comércio, artesanato, indústria, serviços) e, por sua natureza, podem ser tratados ou armazenados nas mesmas instalações que os resíduos domésticos.</p> <p>** muitas vezes chamados de <b>RS especiais</b>: aqueles cuja geração diária exceda o volume ou peso fixados por regulamentos locais para a coleta regular ou que, por sua composição qualitativa e/ou quantitativa, requeiram cuidados especiais em pelo menos uma das fases de seu gerenciamento, cuja responsabilidade cabe ao próprio gerador. Nestes casos, pode ser necessário um Plano de Gerenciamento de RS Especiais que descreva as ações relativas ao seu manejo, nas áreas de intervenção e de influência direta do empreendimento. Estas exigências são definidas em nível local.</p>	

Outra forma de classificação, que é largamente utilizada nas indústrias e exigida pelos Órgãos Ambientais, é a estabelecida pela Norma NBR 10004 (ABNT, 2004), que considera os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, conforme segue:

- Resíduos Classe I – Perigosos: de forma genérica, são os que apresentam em sua composição, uma das seguintes características: inflamabilidade, reatividade,

corrosividade, toxicidade e patogenicidade. Desta forma podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento da mortalidade ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;

- Resíduos Classe IIA – Não-Perigosos e Não Inertes: são os resíduos ou misturas que não se enquadram na Classe I ou na Classe IIB. Podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Exemplo: alguns tipos de plásticos, fibras, borrachas, entre outros;
- Resíduos Classe IIB – Não-Perigosos e Inertes: resíduos ou misturas que não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em água, ou seja, são resíduos inertes. Exemplo: rochas, tijolos, plásticos que não são facilmente decompostos (ABNT, 2004).

Esta Norma apresenta ainda, conforme Figura 1, um fluxograma interessante para auxiliar no processo de caracterização e classificação dos resíduos sólidos visando à segregação destes para possibilitar destinações adequadas.

Utilizando o fluxograma da Figura 1 e os anexos da norma NBR 10004, principalmente os anexos A, B, C, D, E e H, que trazem as diferentes listagens de tipos de resíduos sólidos, fica fácil realizar a classificação dos mesmos em nível industrial.

Missiaggia (2002), afirma que a origem do resíduo e o conhecimento prévio do processo industrial que lhe deu origem, podem auxiliar a classificação de determinado resíduo através das listagens desta norma. Porém, destaca ainda, que aqueles resíduos cuja origem não seja conhecida ou que não sejam caracterizados através das listagens, deverão ter sua periculosidade avaliada através da amostragem e realização de ensaios laboratoriais, em laboratórios padronizados, para avaliar as características quanto à inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Neste aspecto, Simião (2011) salienta que, a experiência e o bom senso do profissional, são fundamentais para a definição das substâncias que deverão ser analisadas.

Barros (2012) salienta que as classificações podem mudar com o tempo, podem ser complementares ou até excludentes, sendo empregadas segundo a conveniência de cada finalidade. De forma sintética, na Tabela 2 é possível verificar as diferentes formas de classificações atribuídas aos resíduos sólidos.

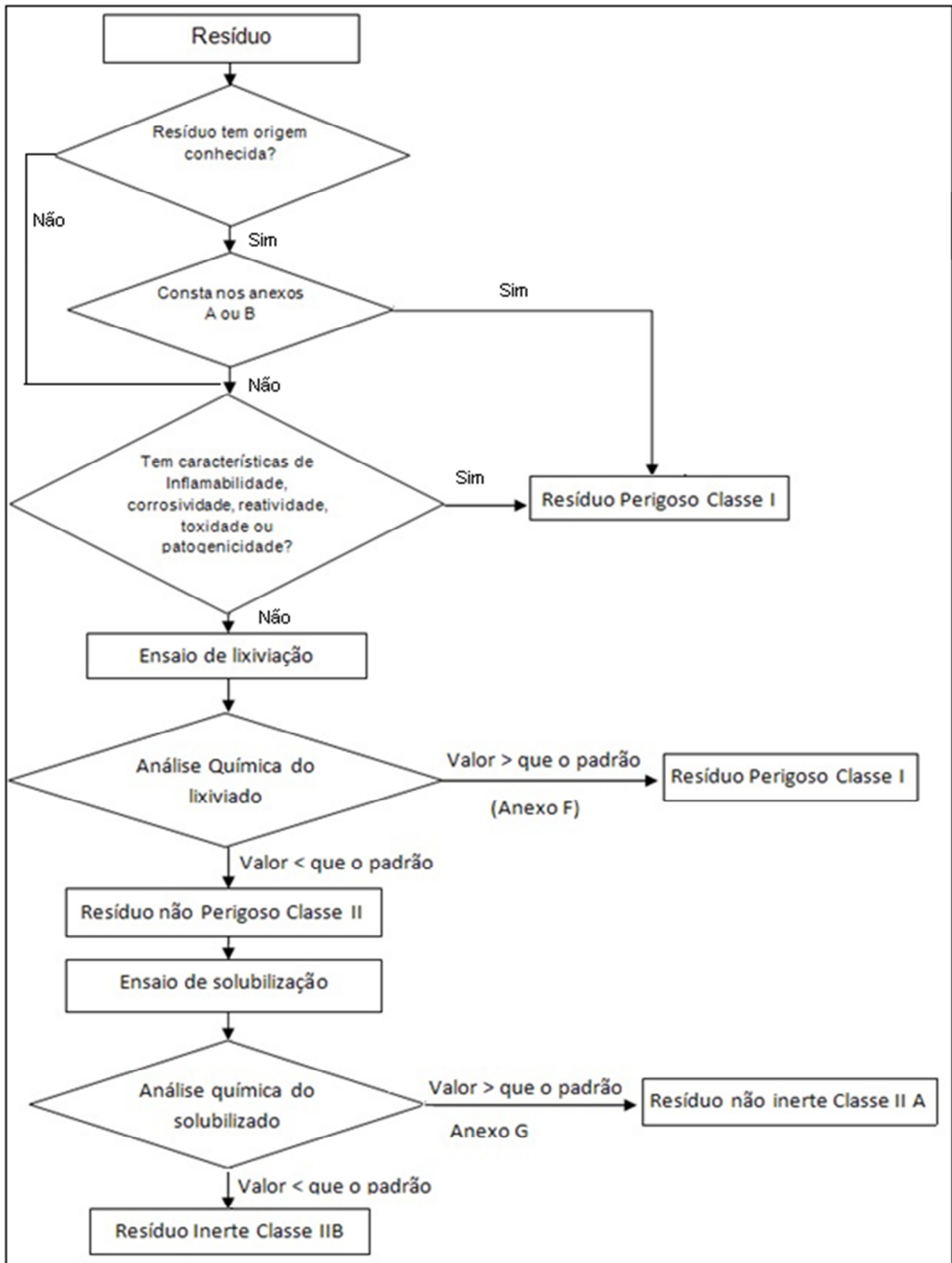


Figura 1 – Caracterização e classificação de resíduos (Adaptado de ABNT, 2004, p. VI)

Tabela 2 – Síntese de critérios de classificação de Resíduos Sólidos (BARROS, 2012, p. 49)

<b>Crítérios de Classificação</b>	<b>Classes</b>
Quanto à possibilidade de produção de composto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria orgânica; matéria inorgânica.</li> </ul>
Quanto à origem, fonte ou local de produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doméstico, residencial, domiciliar;</li> <li>• Comercial;</li> <li>• Hospitalar (contaminado ou não); serviços de saúde;</li> <li>• Especiais;</li> <li>• Radioativos;</li> <li>• Industrial, industrial não perigoso;</li> <li>• Público;</li> <li>• Urbano / rural.</li> </ul>
Quanto à tratabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodegradável; descartável; reciclável.</li> </ul>
Quanto à economia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproveitável;</li> <li>• Inaproveitável;</li> <li>• Recuperável;</li> <li>• Aproveitável para a produção de composto.</li> </ul>
Quanto ao grau de biodegradabilidade (velocidade/condições de degradação)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilmente degradável;</li> <li>• Moderadamente degradável;</li> <li>• Dificilmente degradável;</li> <li>• Não degradável.</li> </ul>
Quanto ao padrão econômico da fonte de produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto; médio; baixo.</li> </ul>
Quanto à possibilidade de reagir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inerte; reativo; orgânico.</li> </ul>
Quanto à possibilidade de incineração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustível; incombustível.</li> </ul>
Quanto à possibilidade de recuperação energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta (materiais de reutilização direta);</li> <li>• Média (materiais de reutilização indireta);</li> <li>• Sem interesse.</li> </ul>
Quanto ao ponto de vista sanitário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminado;</li> <li>• Não</li> </ul>

### 2.3 Gestão de Resíduos Sólidos Industriais

A gestão de resíduos sólidos é um processo complexo, pois envolve diferentes instrumentos e tecnologias associadas com o controle de movimentação, coleta, armazenamento, transferência, transporte, processamento e disposição de resíduos sólidos. Todos estes instrumentos e tecnologias de gestão de resíduos devem ser realizados no âmbito legal vigente e, de acordo com as diretrizes sociais que protejam a saúde pública e o meio



ambiente e, ainda, devem ser economicamente viáveis. Devem, também, se comunicar e interagir uns com os outros em uma relação positiva e interdisciplinar para que a gestão integrada de resíduos sólidos seja bem sucedida (TCHOBANOGLIOUS, KREITH, 2002).

A Tabela 3 apresenta os principais instrumentos de gestão de resíduos e os respectivos significados (Adaptado de TCHOBANOGLIOUS, KREITH, 2002).

Tabela 3 – Instrumentos de gestão de resíduos

<b>Instrumentos de Gestão de Resíduos</b>	<b>Descrição</b>
Geração de Resíduos	A geração de resíduos abrange as atividades em que os materiais são identificados como não sendo de valor e são agrupados para descarte/disposição. É importante notar que a identificação do resíduo gerado, varia conforme cada fonte de geração. A geração de resíduos é, atualmente, uma atividade não muito controlável.
Manipulação, separação, armazenamento e tratamento de resíduos na fonte.	A separação dos diferentes tipos de resíduos é um passo importante no manuseio e armazenagem dos resíduos sólidos na fonte. A manipulação abrange, também, o movimento dos recipientes levando-os para o ponto de coleta/armazenamento temporário. O tratamento dos resíduos envolvem as atividades associadas à gestão de resíduos até que sejam colocados em recipientes de coleta para destinação.
Coleta	A coleta inclui tanto o recolhimento de resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis quanto o transporte destes materiais, após a coleta na fonte de geração, para a localização onde o resíduo será destinado, tal como uma Instalação de Processamento/Reciclagem de Materiais, uma Estação de Transferência, um Aterro Sanitário ou um Aterro Industrial, entre outros.
Transferência e Transporte	A transferência e o transporte compreendem duas etapas: a) A transferência e o transporte de resíduos ocorrem de um pequeno veículo de coleta para um veículo/equipamento de transporte maior; b) O transporte subsequente dos resíduos, geralmente para longas distâncias, para o tratamento ou disposição final. É usual que haja uma estação de transferência.
Separação, processamento	Os meios, equipamentos e instalações que são utilizados para a recuperação de resíduos que foram separados na fonte incluem a coleta seletiva e centros de triagem. O processamento dos resíduos que foram separados, ocorrem, geralmente, em estações de transferências, em instalações de recuperação de materiais, instalações de combustão ou locais de disposição final.
Transformação de resíduos sólidos	Os processos de transformação são utilizados para reduzir o volume e peso dos resíduos para a disposição e/ou recuperação de produtos como conversão em energia. A fração orgânica dos resíduos pode ser transformada através de uma variedade de produtos químicos e processos biológicos. O processo de transformação química mais comumente usado é a combustão, utilizado em conjunto com a recuperação de energia.
Disposição	A eliminação dos resíduos por deposição em aterro ou espalhamento, ainda, é o destino final de grande parte dos resíduos sólidos. Os aterros são método de eliminação de resíduos sólidos no solo impermeabilizado, sem criar riscos para a saúde pública ou perturbações.

Os resíduos sólidos são um dos maiores responsáveis pelas agressões ao meio ambiente. Na maioria destes estão incluídos produtos químicos (cianureto, pesticidas, solventes), metais (mercúrio, cádmio, chumbo) e solventes químicos que ameaçam os ciclos naturais onde são despejados. 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 (PEDROZA, 2011). Em decorrência disto, a gestão dos resíduos sólidos torna-se fundamental para qualquer atividade produtiva e, em especial neste caso, para as indústrias do segmento metal mecânico.

A gestão ambiental começou a tomar forma nas empresas com o surgimento das Normas da série ISO 14000 na década de 1990 e em virtude da necessidade para tal, da avaliação dos aspectos e impactos ambientais associados à determinada atividade, o gerenciamento de resíduos sólidos passou a ser um dos principais temas a ser discutido e fundamentado em nível industrial.

Segundo Franchetti (2011), a Norma ISO 14001 é um bom instrumento de gestão, pois se comprovou que as taxas de geração de resíduos sólidos são significativamente reduzidas nas empresas que possuem esta certificação.

Segundo Missiaggia (2002, p. 19):

A globalização dos negócios, a internacionalização dos padrões de qualidade ambiental esperadas na ISO 14.000, a conscientização crescente dos atuais consumidores e a disseminação da educação ambiental nas escolas permitem antever que a exigência que farão os futuros consumidores em relação à preservação do meio ambiente e à qualidade de vida deverão intensificar-se.

Hoje e cada vez mais, esses fatores, além de legislações específicas e pressões de instituições não governamentais farão com que os empresários se voltem a trabalhar a gestão ambiental em suas organizações.

Uma forma simples de se começar um trabalho de gestão ambiental pode ser viabilizada pelo gerenciamento dos resíduos gerados, já que conforme destacam Lima e Ferreira (2007), a legislação invoca o princípio da responsabilidade do gerador para os resíduos industriais, ou seja, trata a responsabilidade desde a geração, estocagem, armazenamento, transporte e tratamento até a sua disposição final.

Para Zamorano et al. (2011), a gestão adequada de resíduos sólidos é um grande desafio para as indústrias devido, justamente a esta grande quantidade e variedade de resíduos gerados nestes locais.

Segundo Lima e Ferreira (2007), o gerenciamento requer um bom entendimento do processo que dá origem ao resíduo, proporcionando o desenvolvimento de tecnologias de

tratamento efetivas e programas de treinamento do pessoal, para que as práticas inadequadas possam ser abolidas.

Aviso et al. (2011 *apud* Zamorano et al., 2011), afirmam que as atuais tendências na gestão de resíduos e proteção ambiental estão focadas no desenvolvimento de estratégias de produção mais limpa que fomentam a redução da geração de resíduos através da redução do consumo de recursos.

A PNRS trouxe novos elementos de gestão, como as questões da responsabilidade compartilhada, do ciclo de vida de produto e da logística reversa, sendo estes um avanço substancial. A Lei tem, portanto, um objetivo social importante que exige a responsabilidade de todos para não ser desvirtuado, além da realização de controle social pela própria sociedade (SANTOS; GONÇALVES-DIAS, 2012)

A PNRS conceitua o gerenciamento de resíduos sólidos como:

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 (BRASIL, 2010, PNRS – Lei 12.305, 2010, Inciso X, Art. 3º).

Como já apresentado anteriormente neste trabalho, a PNRS em seu artigo 9º preconiza como diretrizes básicas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010, PNRS – Lei 12.305, 2010).

A identificação dos resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo (fonte geradora) é fundamental para promover a classificação adequada dos mesmos, bem como, definir a forma de segregação que favorecerá o envio destes para formas mais nobres de recuperação, reciclagem, tratamento, entre outras, promovendo a boa gestão dos resíduos sólidos gerados.

A segregação de resíduos é outro fator que auxilia muito no gerenciamento de resíduos, pois tem como objetivo principal possibilitar a reciclagem dos mesmos, ou seja, estabelecer uma forma de destinação mais nobre ao resíduo. A segregação pode ser realizada através da coleta seletiva dos resíduos, que consiste na separação na própria fonte geradora, dos materiais que podem ser recuperados/reciclados, mediante um acondicionamento distinto para cada material ou grupo de materiais. Destaca-se ainda que a coleta seletiva baseia-se no tripé: ‘tecnologia’ para efetuar a coleta, separação e reciclagem; ‘informação’ para motivar o público-alvo; e ‘mercado’ para absorção do material recuperado/reciclado (MISSIAGGIA, 2002).

Segundo Martins (2010), as ações sobre os resíduos são ligadas a duas estratégias fundamentais de gestão: a redução na fonte e o tratamento.

A estratégia de redução da geração de resíduos pode ser traçada por duas linhas de projeto: a primeira seria pela eliminação do uso de determinado produto do qual é gerado o resíduo, geralmente isto ocorre por força legal; e a segunda seria pela modificação no processo de produção, otimizando o mesmo em busca do uso de tecnologias mais limpas. Já a estratégia de tratamento propõe que ocorra a valorização ou a eliminação do resíduo (MARTINS, 2010).

Os resíduos sejam eles, sólidos, líquidos ou gasosos sempre foram considerados sobras inevitáveis dos processos produtivos (CNTL, 2003). Atualmente, é fundamental a utilização de ferramentas que possibilitem o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados por uma organização. Os conceitos de gestão ambiental, gerenciamento ou gestão de resíduos e as tecnologias de produção mais limpa (PmaisL), são instrumentos que possibilitam fazer com que os resíduos assumam diferentes ‘papéis’ nas indústrias, como matéria-prima de reuso, como carga em algum processo específico, como combustível, dentre outros.

Para a PmaisL, os resíduos gerados, em específico, devem ser considerados como um produto de valor econômico negativo e, por isso, é de suma importância buscar benefícios como a redução no consumo de matérias-primas, consumo de energia e minimização da geração de resíduos, nos diferentes processos fabris.

Estes novos ‘papéis’ que os resíduos passaram a assumir estão de acordo com a tendência mundial que hoje se difunde, principalmente, nos países altamente industrializados, sendo que está baseada, inclusive, nos princípios e objetivos da PNRS, como a não geração, a redução na geração de resíduos, a reutilização, reciclagem e tratamentos dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010, Lei 12.305, 2010).

O gerenciamento e a minimização na geração de resíduos são atitudes ambientais responsáveis e devem ser práticas corriqueiras em indústrias, necessitando do comprometimento das chefias e de todo o pessoal envolvido com as atividades de produção, para que o programa ou sistemática de gerenciamento de resíduos desenvolvido tenha chance de sucesso (NASCIMENTO; MOTHÉ, 2007).

## **2.4 Exemplos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

Para embasar a elaboração e implantação do Plano de Gestão de Resíduos proposto neste trabalho, para às indústrias do segmento metal mecânico/automotivo, identificou-se alguns exemplos de gerenciamento de resíduos, já praticados em outras indústrias, de diferentes segmentos.

### **2.4.1 Exemplo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Indústria de Tintas**

Macêdo et al. (2008), realizaram um estudo com objetivo de 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.

O PGRS, apresentado no estudo, foi estruturado com base na realização das seguintes etapas:

- a) Identificação do processo produtivo, a fim de obter informações quanto à capacidade de produção, o número de funcionários, a utilização de matérias-primas e insumos;
- b) Identificação das etapas de geração de resíduos sólidos;
- c) Mensuração (quantificação dos resíduos gerados com auxílio de balança) e classificação (de acordo com os anexos da NBR 10.004 da ABNT (2004));
- d) Definição dos aspectos de gerenciamento: redução na fonte; acondicionamento/segregação na fonte; transporte interno; armazenamento; reciclagem e/ou reaproveitamento; transporte externo; tratamento ou destino final;
- e) Elaboração do PGRS;
- f) Elaboração dos procedimentos internos de gerenciamento;
- g) Treinamento dos colaboradores, com a finalidade de obter a participação de todos os funcionários (MACÊDO et al., 2008).

A estrutura do PGRS desenvolvido por Macêdo et al. (2008), contemplam desde a busca da redução dos resíduos na fonte à disposição final, conforme apresenta a Figura 2.

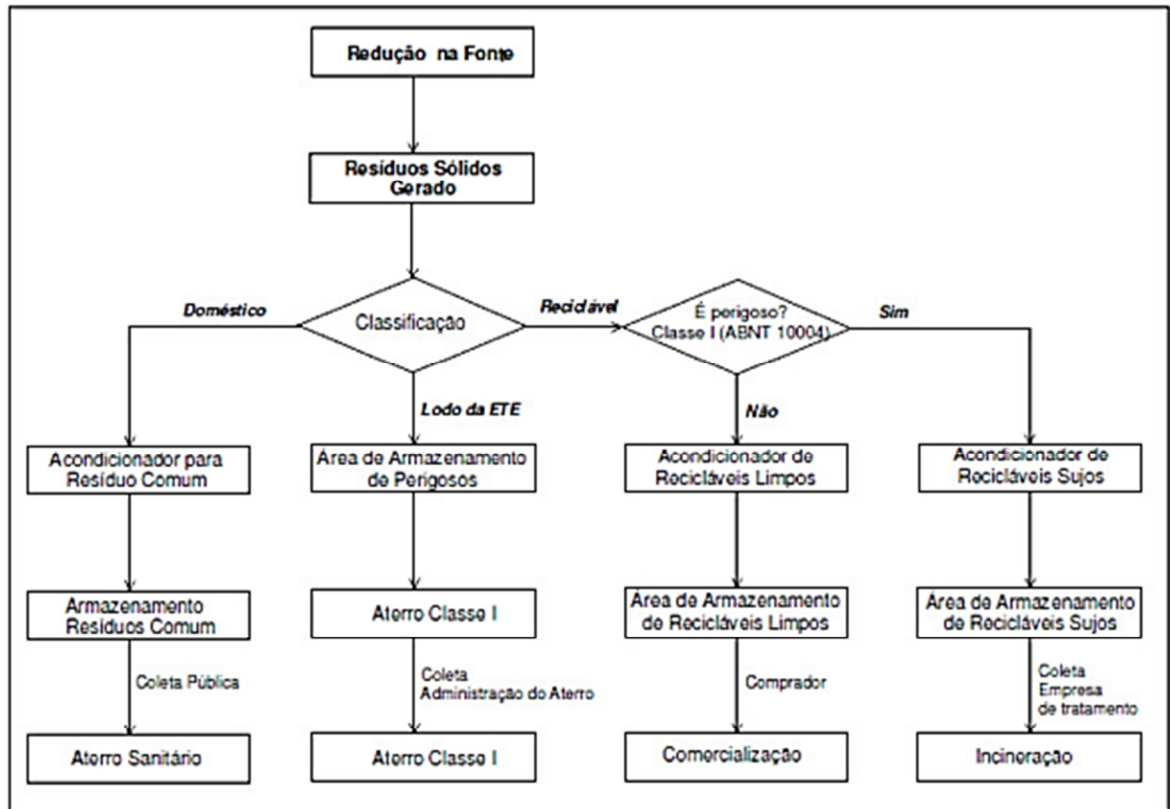


Figura 2 – Fluxograma do PGRS (MACÊDO et al., 2008:5)

Após a caracterização quali-quantitativa dos resíduos sólidos, o modelo de gerenciamento para os mesmos contendo formas de minimização, acondicionamento, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final está apresentado no PGRS, sendo este dividido na etapa de manejo de resíduos e na etapa de tratamento e destinação final dos resíduos (MACÊDO et al., 2008).

Para viabilizar o plano desenvolvido, construiu-se uma área de armazenamento temporário para o armazenamento dos resíduos até a sua destinação à reciclagem ou tratamento. Destaca-se ainda que se buscou, para cada resíduo gerado, alternativas de minimização na fonte (MACÊDO et al., 2008).

#### 2.4.2 Exemplo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Aplicado em um Processo de Galvanização

Este estudo apresenta formas de gerenciamento segundo as normas de qualidade ambiental com foco na série de Normas NBR ISO 14000, sendo o principal objetivo apresentar uma alternativa para o tratamento ou destinação dos resíduos sólidos gerados pela

indústria de galvanização no Brasil e delinear com maior propriedade, na forma de estudo de caso, o panorama de uma indústria localizada no Rio de Janeiro, chamada de empresa A, que trabalha com galvanização a fogo. A empresa, como todas as demais, gera vários tipos de resíduos em seu processo produtivo, mas este estudo de caso foi dirigido para o resíduo sólido resultante do tratamento dos efluentes do processo de galvanização (NASCIMENTO; MOTHÉ, 2007).

Segundo Nascimento e Mothé (2007), um gerenciamento de resíduos deve começar com um levantamento de todas as entradas e saídas do processo produtivo, da seguinte forma:

- Preencher com fidelidade um inventário de todos os resíduos gerados pelo processo e em todo o ambiente empresarial;
- Criar procedimentos para coleta, tratamento, armazenamento e transporte de resíduos dentro da empresa;
- Definir bem a destinação a ser dada a cada tipo de resíduo.

Nas indústrias de Galvanização a quente, como a empresa A, é comum o envio dos resíduos resultantes do tratamento de efluentes para serem co-processados em fornos de cimento. Além do gerenciamento dos resíduos deste tipo de indústria, este estudo vislumbrou a possibilidade de utilização do mesmo pela indústria de cerâmica vermelha, com a finalidade de obtenção de um valor agregado uma vez que o co-processamento tem um custo muito alto para as empresas geradoras do resíduo (NASCIMENTO; MOTHÉ, 2007).

Como resultado deste trabalho, concluiu-se que um gerenciamento de resíduos sólidos, segundo a Norma ISO 14001 deve começar pelo inventário de tudo o que é descartado no processo produtivo e no ambiente fabril e, ainda, mostrou que os resíduos sólidos gerados pelo tratamento de efluentes da indústria A, de galvanização a fogo, são classificados como Resíduo Classe IIA, não perigosos e não inertes segundo a norma NBR 10004 da ABNT e que, portanto, é perfeitamente possível realizar a incorporação, deste tipo de resíduo em massa de cerâmica vermelha, nas proporções adequadas de 5 e 10%, mostrando ser uma alternativa viável para agregar valor a este resíduo, reduzindo, então, os custos de disposição final (NASCIMENTO; MOTHÉ, 2007).

### **2.4.3 Exemplo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos via Manual FIRJAN/SEBRAE-RJ**

Com o objetivo de fornecer subsídios técnicos aos empresários do Rio de Janeiro para melhor gerenciar os resíduos oriundos de seus processos industriais, a Federação das

Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio de Janeiro (SEBRAE-RJ), desenvolveram um guia prático, que apresenta de forma objetiva uma visão geral dos tipos de resíduos, técnicas de gestão e tratamento, e resposta a dúvidas mais frequentes (MAROUN, 2006).

O manual está dividido nas seguintes partes: introdução, obrigações e sanções legais, os resíduos e suas classificações, implantação de plano de gerenciamento de resíduos – passo a passo, métodos de tratamento e destinação final e resposta para dúvidas frequentes (MAROUN, 2006).

A implantação do plano de gerenciamento de resíduos deve partir dos mesmos preceitos da implantação de qualquer sistema de gestão. Isso significa adotar os passos apresentados na Figura 3.

Maroun (2006) destaca neste manual que o PGRS deve assegurar que todos os resíduos serão gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a destinação final e deve envolver as seguintes etapas: geração (fontes), caracterização (classificação, quantificação), manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, reuso/reciclagem, tratamento e destinação final. De forma a facilitar a implementação do PGR, é apresentado o fluxograma conforme Figura 4.

Os passos para a implementação do PGRS apresentado no manual são os seguintes:

a) Planejamento: onde estão vinculadas as etapas de levantamento dos aspectos ambientais (os resíduos gerados), os requerimentos legais e outros e a definição dos objetivos e metas;

b) Implementação e Operação: é talvez o passo mais longo e difícil, onde deverão ser considerados os seguintes itens: estrutura e responsabilidade; treinamento, consciência e competência; manuseio e acondicionamento; pré-tratamento; destinação final; documentação do PGRS;

c) Verificação e ações corretivas: etapa onde é importante conduzir seu acompanhamento e promover ações corretivas quando necessário. Esta etapa compreende as seguintes fases: monitoramento e medição; auditoria do PGR (MAROUN, 2006).

Como forma orientativa, o manual apresenta ainda, uma tabela com as opções de tratamento e destinação para cada tipo de resíduo, conforme apresentado na Tabela 4.





Figura 3 – Passos para implementar um PGRS (MAROUN, 2006)

#### 2.4.4 Exemplo de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais via Programas do CNTL e UTC

Este estudo para desenvolvimento da gestão de resíduos sólidos industriais teve como objetivo geral, analisar a gestão de resíduos sólidos praticada na empresa Springer Carrier, unidade Canoas – RS e, como objetivos específicos, verificar como os resíduos sólidos são identificados e classificados; analisar o controle existente sobre as áreas geradoras de resíduos sólidos; identificar os custos financeiros decorrentes da gestão dos resíduos sólidos; propor um programa de gestão de resíduos sólidos industriais para a Springer Carrier (MISSIAGGIA, 2002).

Como a finalidade do presente trabalho, é implantar um plano de gestão de resíduos sólidos em empresas do segmento metal mecânico, será dada atenção, neste caso, ao objetivo específico apresentado por Missiaggia (2002), quanto a proposta de programa de gestão de resíduos sólidos na Springer Carrier.

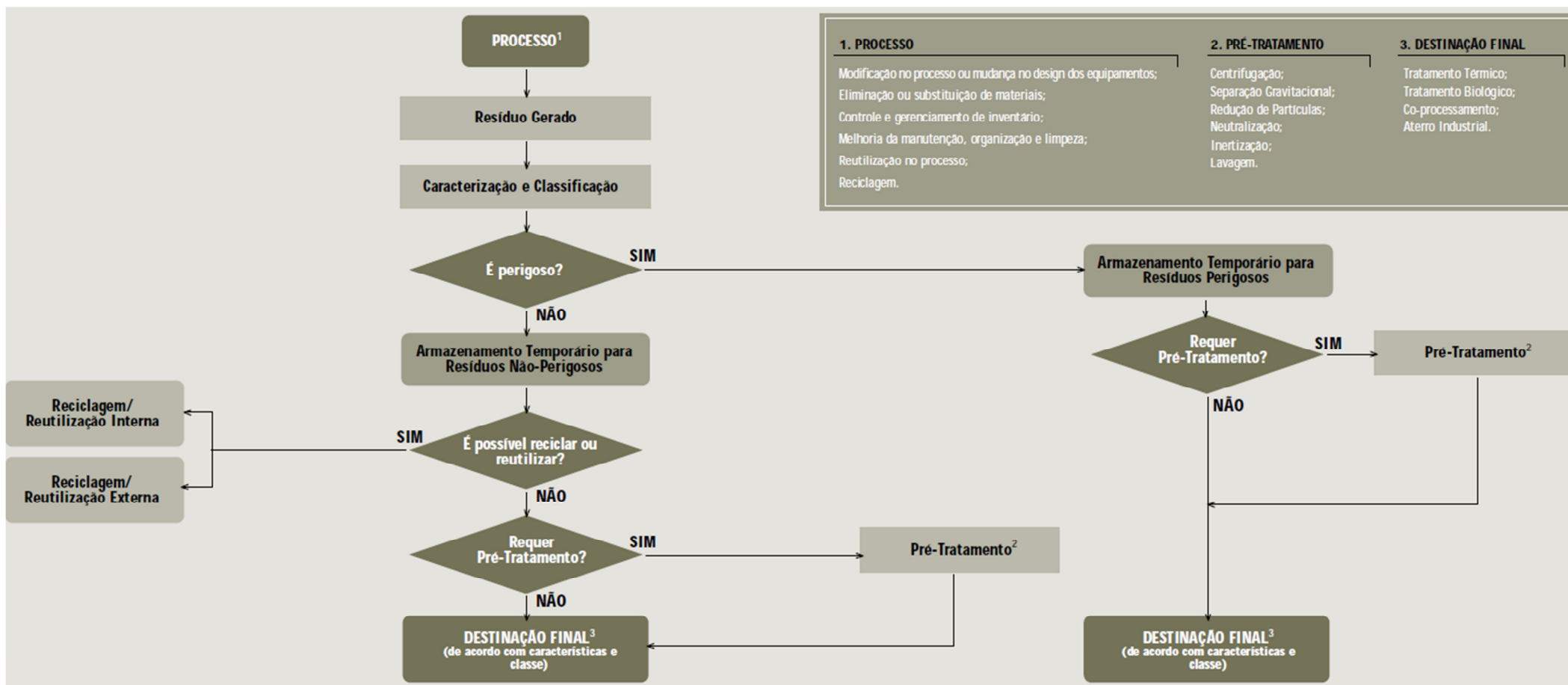


Figura 4 – Fluxograma de Gerenciamento de Resíduos com as etapas do PGRS (MAROUN, 2006)

Tabela 4 – Opções de tratamento e destinação de resíduos (Adaptado de MAROUN, 2006)

OPÇÕES DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO PARA CADA TIPO DE RESÍDUO	I - REDUÇÃO	II - REUTILIZAÇÃO	III - RECICLAGEM	IV - PROCESSOS DE TRATAMENTO						V - DISPOSIÇÃO EM ATERRO IND.
				FÍSICOS			TÉCNICOS			
				Centrifugação	Redução de Partículas	Separação Gravitacional	Incinerção	Coprocessamento	Pirólise	
TIPO DE RESÍDUO										
Água Oleosa	X			X				X		
Ascarel	X						X			
Embalagens, Sacarias, Bombonas, Latas, Tambores vazio	X	X	X				X	X <sup>1</sup>		X
Baterias de Celulares e Equipamentos Eletrônicos	X		X							X
Baterias de Veículos	X		X							
Borras Oleosas	X	X		X	X		X	X	X	X
Cinza de Fornos	X	X	X					X		X
Entulho de Construção ("pallets", restos de vegetação, resíduos de cimento, concreto e vidro)	X	X	X				X	X		X
Fibras de Vidro	X		X				X	X		
Lodo de Tratamento de Efluentes	X			X			X	X		X
Materiais com Amianto	X	X								X
Óleo Usado	X	X	X			X		X <sup>2</sup>		X <sup>2</sup>
Pirotécnicos (Explosivos)	X	X	X			X	X			X
Plástico e Borracha	X	X	X			X		X		
Produtos Químicos e Aditivos fora de especificação, não utilizados, vencidos ou contaminados	X	X	X			X	X	X <sup>1</sup>		X
Resíduos de Cimento e Concreto (incluindo solo contaminado com cimento)	X		X			X		X		X
Resíduos de Pintura e Outros Revestimentos	X		X			X	X	X		
Resíduos de Poda da Vegetação	X	X	X	X		X	X	X		X
Resíduos Associados a Processos Industriais (trapos, EPIs contaminados com óleo, madeira, etc.)	X		X	X		X	X	X		
Serragem com Óleo	X					X	X	X		
Solo contaminado com Óleo	X					X	X	X		X
Soluções Ácidas/Cáusticas	X	X	X			X	X	X <sup>1</sup>	X	X
Solventes	X	X	X			X	X	X <sup>1</sup>	X	X
Sucata Metálica	X	X	X			X	X		X	X
Refratários	X							X		

<sup>1</sup> Exceção. Os resíduos contaminados com organoclorados não podem ser coprocessados.

<sup>2</sup> De acordo com a Resolução CONAMA 362 de 2005, os óleos lubrificantes usados devem ser rerrefinados.

A proposta de programa de gestão de resíduos sólidos industriais para a Springer Carrier, unidade Canoas, teve como base os programas recomendados pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) e pela *United Technologies Corporation (UTC)*, empresa controladora da Carrier, que estabeleceu um programa corporativo de gestão de resíduos para ser adotado por todas as unidades operativas no mundo, em consonância com a sua adesão à carta de negócios para o desenvolvimento sustentado, sendo que conta com as seguintes etapas:

a) Objetivo: estabelecer os requisitos para se eliminar, reduzir e controlar os perigos e riscos para a saúde humana e para o meio ambiente, que estão associados à geração, manuseio, acondicionamento, armazenamento e destinação dos resíduos sólidos na empresa;

b) Aplicabilidade: escopo do programa;

c) Responsabilidades: as responsabilidades foram definidas para as principais gerências envolvidas na gestão dos resíduos (Gerências de: meio ambiente, manufatura, suprimentos e engenharia);

d) Elementos básicos: são os elementos que deverão ser implantados e monitorados periodicamente, como: listagem e classificação dos resíduos conforme a NBR 10004 da ABNT; elaboração de relatórios e conservação de registros; plano de redução de resíduos; equipamentos novos, modificação e revisão de processos; avaliação do programa de gestão de resíduos; armazenagem de resíduos; reciclagem, tratamento e eliminação de resíduos; transporte e expedição dos resíduos; treinamento; plano de controle e prevenção de acidentes (MISSIAGGIA, 2002).

Missiaggia (2002) ressalta que como premissa básica este programa deverá criar um sistema eficaz de gestão de resíduos que deve ser decorrente do conjunto integrado das cinco linhas principais de gestão global de resíduos: não gerar, reduzir a geração, reciclar, tratar e dispor, porém para se obter sucesso na implantação desse programa faz-se necessário a participação de todos os envolvidos, sendo que isso só é possível através de muito treinamento e informações compartilhadas com todas as áreas da empresa.

#### **2.4.5 Aspectos de Comparação entre os Exemplos de Gerenciamento de Resíduos Estudados**

Apesar de terem sido aplicados em empresas de diferentes segmentos industriais, estes exemplos de gerenciamento de resíduos sólidos partem todos do princípio de se conhecer o processo produtivo das organizações para se identificar os resíduos gerados em cada etapa do

mesmo, com as premissas de não geração ou minimização desta geração de resíduos no processo industrial.

A adoção destas premissas como fatores prioritários, vem ao encontro dos requisitos da PNRS quanto à ordem sequencial para a gestão dos resíduos sólidos, conforme apresenta a Figura 5.



Figura 5 - Sequência prioritária para a gestão de resíduos sólidos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na PNRS – Lei 12.305, 2010, Art. 9º.

Esta legislação reforça a necessidade do gerenciamento de resíduos sólidos por todas as atividades, trazendo, portanto, a obrigatoriedade da implantação de um PGRS nas organizações com vistas do desenvolvimento sustentável.

Outro ponto comum, considerado nos exemplos estudados, refere-se à etapa de treinamento para os colaboradores, com o objetivo de difundir a forma de gerenciamento de resíduos na organização.

O primeiro exemplo, que trata do gerenciamento dos resíduos em uma indústria de tintas apresenta-se restrito quanto ao aspecto de classificação dos resíduos (Figura 2), visto que classifica os mesmos em apenas 3 tipos diferentes, limitando, assim, as formas de destinação destes.

Os demais exemplos assemelham-se no aspecto de serem formatados como um sistema de gestão, considerando inclusive, a definição de objetivos e metas quanto ao gerenciamento dos resíduos de suas atividades, principalmente, no aspecto da minimização da geração dos mesmos no processo produtivo.

O principal diferencial do PGRSI proposto neste trabalho está na etapa de treinamento dos funcionários e de todos os envolvidos com o gerenciamento dos resíduos, o acompanhamento do Plano com o estabelecimento de objetivos, metas e indicadores e a análise constante da legislação vigente.

## **2.5 Técnicas de Priorização de Dados**

Com o objetivo de se estabelecer qual a técnica de priorização, mais adequada, para ser utilizada neste trabalho, o presente subitem apresenta três diferentes técnicas de priorização de dados: Matriz GUT, Matriz de Prioridades e FMEA.

### **2.5.1 Matriz GUT**

A Matriz GUT é uma ferramenta muito utilizada nos sistemas de gestão da qualidade, em empresas de diferentes segmentos, para auxiliar na tarefa de priorizar os problemas.

As letras 'G', 'U' e 'T', representam as iniciais de gravidade, urgência e tendência, sendo que para a aplicação desta Matriz, é considerado o que segue:

- Gravidade: impacto do problema sobre as coisas, pessoas, resultados, processos ou organizações e efeitos que surgirão ao longo do prazo, caso o problema não seja resolvido;
- Urgência: relação com o tempo disponível ou necessário para resolver o problema.
- Tendência: potencial de aumento do problema, avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema (DAYCHOUW, 2007).

Conforme destaca Lucinda (2010), esta é uma ferramenta de análise de prioridades com base na gravidade, na urgência e na tendência que os problemas representam para as suas organizações.

Para a avaliação dos itens (dados ou problemas) a serem analisados, são estabelecidos critérios entre uma pontuação de 1 a 5, para os aspectos de gravidade, urgência e tendência, conforme Figura 6.

Pontos	G	U	T	G x U x T
	Gravidade Consequência se nada for feito.	Urgência Prazo para tomada de decisão.	Tendência Proporção do problema no futuro.	
5	Os prejuízos são extremamente graves.	É necessária uma ação imediata.	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato.	$5 \times 5 \times 5 = 125$
4	Muito Graves.	Com alguma urgência.	Vai piorar em curto prazo.	$4 \times 4 \times 4 = 64$
3	Graves	O mais cedo possível.	Vai piorar em médio prazo.	$3 \times 3 \times 3 = 27$
2	Pouco Graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo.	$2 \times 2 \times 2 = 8$
1	Sem Gravidade.	Não tem pressa.	Não vai piorar ou não tem tendência a piorar.	$1 \times 1 \times 1 = 1$

Figura 6 – Matriz GUT – Critérios para pontuação de gravidade, urgência e tendência (Adaptado de Daychouw, 2007).

A apresentação dos resultados de priorização na Matriz GUT pode ser conforme o modelo da Tabela 5.

Tabela 5 – Matriz GUT de Priorização

Itens	G	U	T	GxUxT	Priorização

Fonte: Elaborado pela autora.

A pontuação de 1 a 5 e o resultado de sua multiplicação nas colunas G, U, T (GxUxT), permite priorizar os dados pela ordem decrescente de pontos.

## 2.5.2 Matriz de Prioridades

Segundo Daychouw (2007), a matriz de prioridades é uma ferramenta para determinar as ações apropriadas que devem ser tomadas, prioritariamente, em relação às tarefas/atividades, que geralmente, insistem em se acumular.

Esta matriz consiste em relacionar a importância do assunto e a sua urgência, conforme apresenta a Figura 7, definindo, através do cruzamento dessas informações, a prioridade na tomada de ações.

<b>MATRIZ DE PRIORIDADES</b>	<b>Mais Importante</b>	<b>Menos Importante</b>
<b>Mais Urgente</b>	<b>1</b> [Focar]	<b>2</b> [Delegar]
<b>Menos Urgente</b>	<b>3</b> [Planejar]	<b>4</b> [Descartar]

Figura 7 – Matriz de Prioridades (DAYCHOUW, 2007)

Para a construção da matriz de prioridades, colocam-se em cada um dos quadrantes, os dados ou problemas a serem analisados, com base nos seguintes critérios:

- Quadrante 1 – Focar: o que for mais urgente e mais importante a ser resolvido;
- Quadrante 2 – Delegar: o que for mais urgente, porém menos importante de ser resolvido e com possibilidade de ser delegada a sua resolução;
- Quadrante 3 – Planejar: o que for menos urgente, porém mais importante de ser resolvido, necessita planejamento para sua resolução;
- Quadrante 4 – Descartar: o que for menos urgente e menos importante, não necessita ação imediata.

### 2.5.3 FMEA – Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial

A FMEA é uma ferramenta largamente utilizada em Sistema de Gestão da Qualidade, principalmente em indústrias do segmento automotivo, cujo objetivo é evitar a ocorrência de falhas antes da produção de um produto e/ou execução de processo, isto é, detectar as possíveis falhas no momento do projeto, de forma a aumentar a confiabilidade do produto e/ou processo, diminuindo a chance destes falharem.

Segundo a ANFAVEA (2001), esta ferramenta pode ser descrita como um grupo sistemático de atividades destinado a:

- Reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto/processo e os efeitos da mesma;
- Identificar ações que poderiam eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência de uma falha potencial;



- Documentar todo o processo produtivo, isto é, complementar no processo de definição do que o projeto ou o processo deve fazer para satisfazer o cliente.

Existem, basicamente, dois tipos de FMEA: o FMEA de Projeto ou Produto e o FMEA de Processo, aplicados preferencialmente, a submissão de peças à aprovação de uma montadora de automóveis. O que difere um tipo do outro, é o objetivo de cada método, pois as etapas e a forma de aplicação (realização da análise) são as mesmas em ambos os casos. Porém, apesar de ter sido desenvolvida com o enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Sendo, também, atualmente utilizada, para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos, em análises de fontes de riscos em engenharia de segurança, em análise de aspectos e impactos ambientais e na indústria de alimentos (CAPALDO; GUERREIRO; ROZENFELD, 1999).

Segundo Vandenbrande (1998) a FMEA é uma ferramenta estruturada e gradual que deve ser utilizada por um grupo orientado, para quantificar os efeitos de possíveis falhas de um sistema operacional, permitindo assim uma empresa para definir prioridades de ação.

A Figura 8 apresenta a seqüência na qual uma FMEA deve ser realizada.

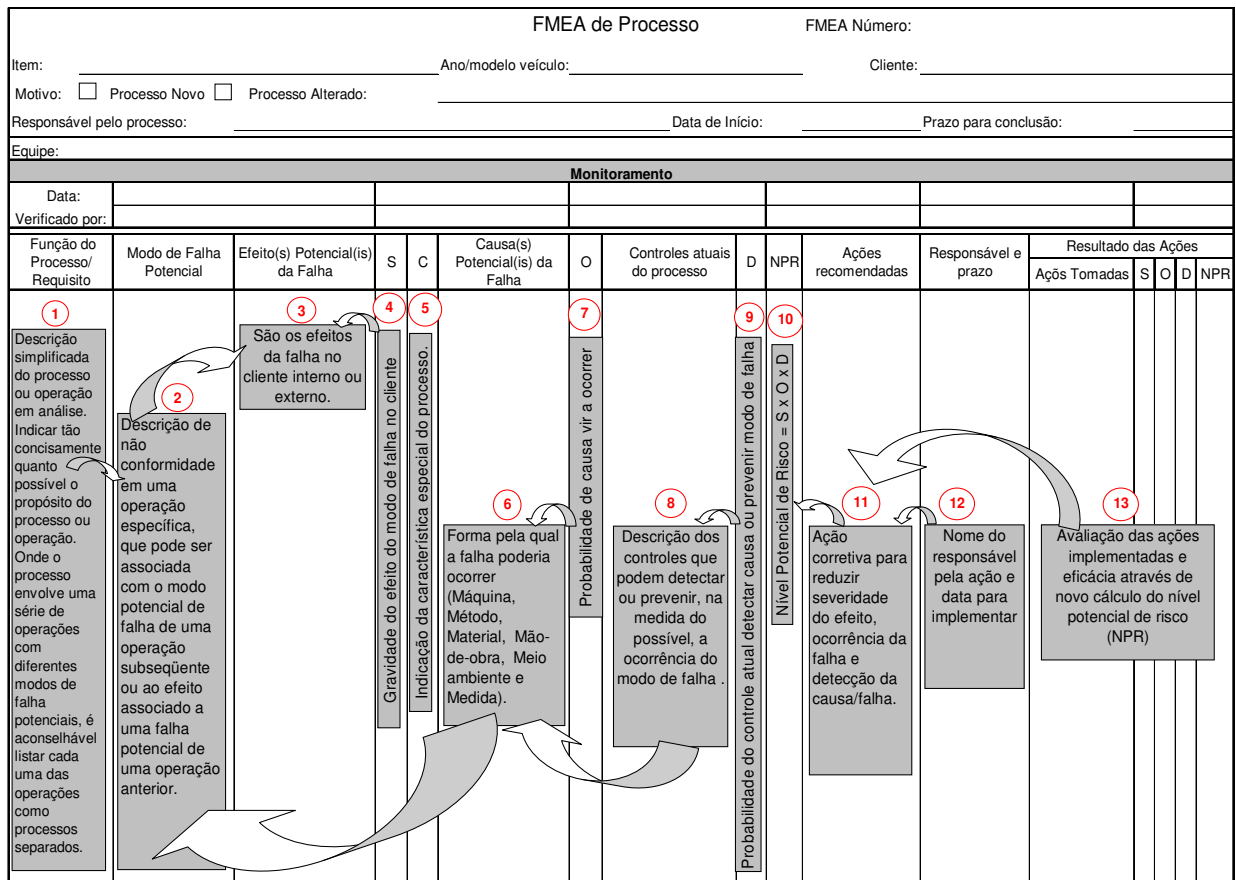


Figura 8 – Sequência de um processo de FMEA – ANFAVEA (2001), Adaptada pelo autor

Com base nestas colocações a FMEA pode ser considerada, uma ferramenta de priorização, na qual, para cada item deve ser avaliada a severidade de cada falha associada ao impacto causado, sua probabilidade de ocorrência e de detecção antes de chegarem às mãos dos clientes. Desta forma, estes três elementos, ‘severidade, ocorrência e detecção’, o método FMEA leva à priorização de quais modos de falha acarretam os maiores riscos ao cliente e/ou meio ambiente e, que, portanto, merecem maior atenção.

## **2.6 A Indústria Metal Mecânica**

Segundo Almeida (2010), as indústrias metal mecânicas compreendem a metalurgia, a siderurgia e a produção de equipamentos mecânicos. São as responsáveis pela atividade de transformação de metais. Como salienta Bennemann (2012), este setor industrial, tem seu principal fornecedor de matérias-primas o ramo da siderurgia que é considerado, um dos seguimentos industriais mais poluidores, principalmente, pela necessidade de utilização de carvão vegetal, que proporciona a diminuição de áreas de florestas. Não se pode, no entanto, deixar de mencionar o fato das indústrias siderúrgicas serem as maiores recicladoras de sucata de aço, pois transformam este resíduo, por inúmeras vezes, em aço de qualidade.

Os produtos fabricados no segmento metal mecânico são provenientes de setores como a indústria automobilística, hidro mecânica, de implementos agrícolas, naval, mineração, entre outras, sendo todos largamente utilizados nos grandes centros urbanos e que aumentam a necessidade de uso a partir do momento que a tecnologia evolui. No processo de fabricação, são gerados vapores, ruídos, resíduos diversos e águas residuais, que apresentam riscos potenciais para o meio ambiente e, em especial, para a saúde dos trabalhadores (ALMEIDA, 2010).

Segundo Mantovani et al. (2010), quando as primeiras indústrias surgiram, os problemas ambientais eram de pequena dimensão, pois, a população era pouco concentrada e a produção era de baixa escala. Nesta ocasião, as exigências ambientais eram mínimas e, ainda, o símbolo do progresso estava fortemente veiculado a propagandas de indústrias, com fumaça saindo das chaminés.

Com o crescente processo de industrialização, começaram a aparecer, como consequência, os problemas ambientais e as legislações acerca deste tema. Isto fez com que as indústrias comesçassem a se adequar ambientalmente, para o atendimento à legislação específica. Silva (2011), afirma que as questões relacionadas ao meio ambiente estão cada vez mais presentes no dia a dia da sociedade, sendo que essa mudança de cultura voltada à

preservação ambiental e não só ao atendimento legal, vem tomando espaço e fazendo com que a gestão ambiental seja um fator estratégico de grande importância para o sucesso não só das grandes, mas também das médias e pequenas empresas.

A PNRS veio para reforçar, ainda mais, a necessidade de se trabalhar o tema resíduos sólidos no Brasil e, inclusive, no segmento industrial. 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, pois apresentam alto potencial de risco de poluição ambiental, em virtude, principalmente, da diversidade de tipos e do grande volume dos mesmos, que são gerados nos processo produtivo e, ainda, devido a fácil identificação visual (poluição visual) destes.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo apresenta as principais características da empresa objeto da pesquisa-ação e a justificativa da sua escolha para o desenvolvimento do tema proposto no presente trabalho. Apresenta-se ainda, o método de pesquisa e o método de trabalho para a elaboração e implantação do plano proposto para a gestão dos resíduos sólidos gerados pela empresa.

#### **3.1 A empresa**

Esta pesquisa-ação foi realizada, em uma indústria metal mecânica de grande porte, do seguimento automotivo, localizada na cidade de Caxias do Sul, Estado do Rio Grande do Sul.

A empresa iniciou suas atividades em 1991, com a produção de componentes para a indústria automotiva. Porém, a partir do ano 2000, passou a se dedicar à fabricação de veículos para o transporte de passageiros. Hoje, a empresa conta com um quadro de mais de 2000 funcionários e uma produção média de 350 carros por mês, em um parque fabril com aproximadamente 500.000 m<sup>2</sup> de área total.

O processo produtivo da empresa é bastante artesanal devido à personalização dos produtos, pois os veículos produzidos são customizados conforme o desejo de cada cliente. Essa personalização do produto gera uma necessidade de contar com uma variedade de matérias-primas e insumos, trazendo como consequência a geração de uma grande diversidade de resíduos sólidos que precisam ser muito bem gerenciados para evitar os impactos negativos no meio ambiente.

A indústria encontra-se licenciada junto ao Órgão Ambiental do Estado, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) e realiza auditorias ambientais a cada dois anos, como requisito de sua Licença de Operação, para avaliação das condições e restrições ambientais e inclusive quanto ao atendimento aos requisitos legais pertinentes. A empresa possui ainda, o Certificado de Qualidade em conformidade com a Norma NBR ISO 9001 desde o ano 1998.

Apesar de a empresa possuir uma Central de Resíduos que atende os requisitos das Normas NBR 12235 (Armazenamento de resíduos sólidos perigosos) e NBR 11174 (Armazenamento de Resíduos Classe II – não inertes e III - inertes), da ABNT, a diversidade e o grande volume dos resíduos gerados na atividade fabril da empresa, além do atendimento à legislação e da constante preocupação com as questões ambientais e os possíveis impactos associados ao mau gerenciamento dos resíduos, foram os fatores que motivaram o

desenvolvimento deste trabalho. Além destes fatores, este trabalho propõe ainda, a identificação das possibilidades de redução na geração destes resíduos sólidos e outros ganhos associados com a implantação do PGRSI.

### **3.2 Método de Pesquisa**

O procedimento técnico adotado para a elaboração deste trabalho foi a pesquisa-ação, que segundo Thiollent (1997, p.14), a define como:

Consiste essencialmente em acoplar pesquisa e ação em um processo no qual os atores implicados participam, junto com os pesquisadores, para chegarem interativamente a elucidar a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real. Simultaneamente, há produção e uso de conhecimento.

Gil (2002) destaca que este procedimento técnico exige o envolvimento ativo do pesquisador e a ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema, pois apresenta o objetivo de solucionar problemas práticos. Salaria ainda, que a pesquisa-ação não se restringe aos aspectos práticos, tanto é que a mediação teórico-conceitual se torna presente ao longo de toda a pesquisa.

Neste contexto, este estudo teve como ponto de partida uma revisão da literatura, através da pesquisa bibliográfica.

O estudo adotou enquanto abordagem do problema foco tanto a qualitativa quanto a quantitativa. A abordagem qualitativa ocorreu quando do mapeamento do processos e da identificação da geração de resíduos; enquanto que a quantitativa deu-se quando do levantamento dos volumes de geração de cada resíduo dentro do processo.

Por fim, cabe salientar que, em relação aos objetivos da pesquisa, a mesma foi conduzida de maneira exploratória, o que possibilita ao pesquisador o entendimento das questões de análise (GIL, 2007), que neste caso estava atrelada à seguinte questão de pesquisa: “que ganhos qualitativos são possíveis a partir da implantação do PGRSI proposto para o processo industrial de uma empresa do segmento metal mecânico/automotivo”?

### **3.3 Método de Trabalho**

De maneira a orientar as ações para o bom desenvolvimento do trabalho, se planejou um modelo estruturado, para facilitar o entendimento para a elaboração e implementação do PGRSI na empresa. Esta sistemática proposta conta com cinco etapas, além do constante acompanhamento e análise da legislação pertinente, conforme apresenta a Figura 9, as quais

estão descritas na sequência. As etapas são: diagnóstico da situação atual, identificação dos pontos críticos, geração do PGRSI, implantação do PGRSI e quantificação dos ganhos oriundos do PGRSI.

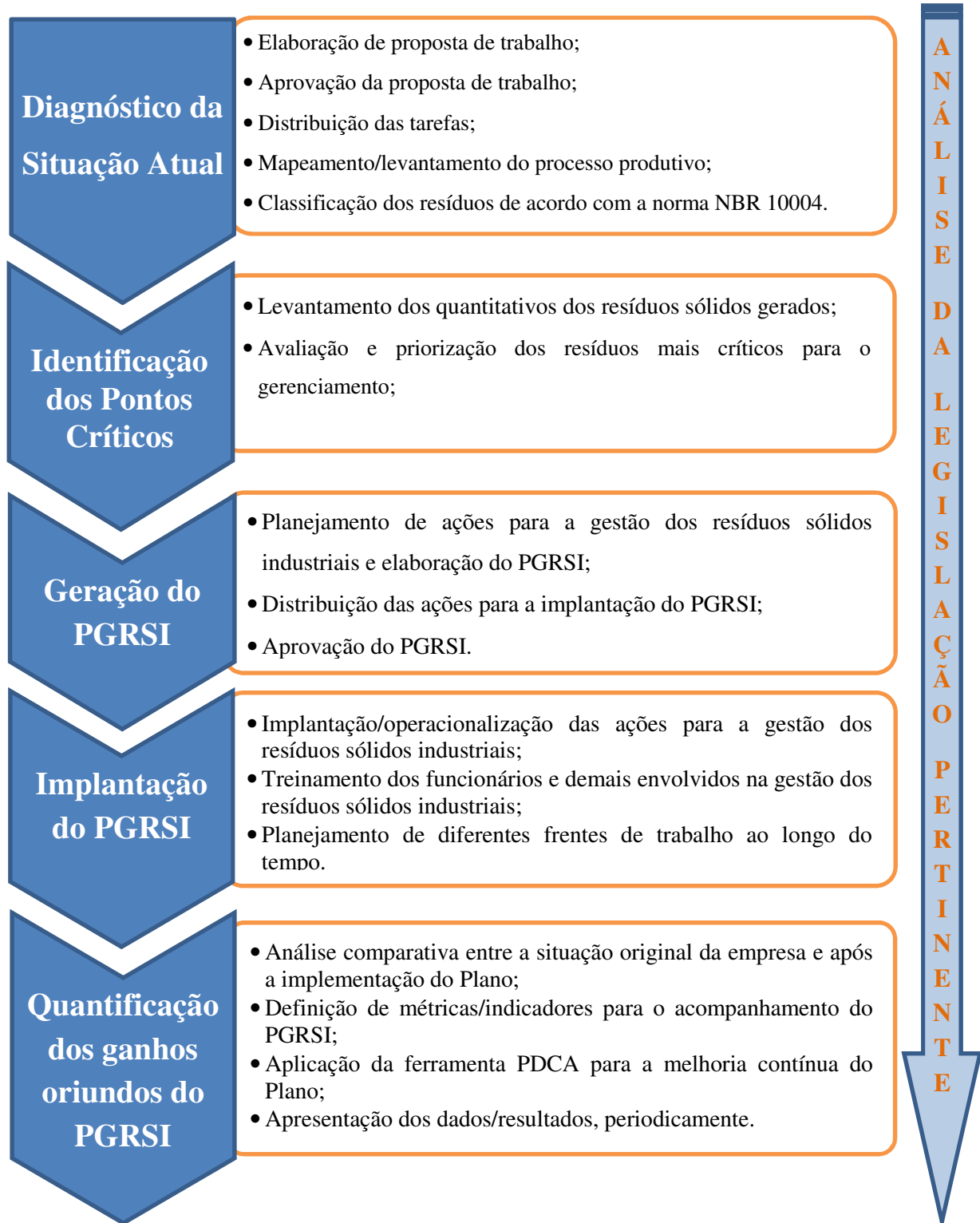


Figura 9 – Sistemática para o desenvolvimento do PGRSI (elaborada pelo autor)

A primeira etapa, diagnóstico da situação atual do processo produtivo, divide-se em cinco atividades: elaboração da proposta de trabalho, aprovação da proposta de trabalho, distribuição das tarefas, mapeamento do processo produtivo e classificação dos resíduos sólidos.

Na primeira atividade desta etapa, elaborou-se a proposta de trabalho para o levantamento dos dados de diagnóstico. Esta proposta de trabalho contempla a execução das demais atividades desta etapa ficando, então, estruturada na seguinte sequência de tarefas:

- a) Visitas de acompanhamento do processo fabril e entrevistas com as lideranças e demais envolvidos nos respectivos processos;
- b) Mapeamento do processo produtivo para identificação dos aspectos ambientais da empresa;
- c) Identificação das entradas e saídas para todas as fases do processo produtivo que geram resíduos sólidos;
- d) Análise das formas atuais de tratamento e/ou disposição final dos RS, com base em dados históricos da empresa e na observação do desempenho original da central de resíduos;
- e) Caracterização/classificação dos RS conforme os critérios da Norma NBR 10004 (ABNT, 2004);
- f) Avaliação das possibilidades de segregação dos resíduos e identificação das necessidades de coletores apropriados para cada etapa do processo produtivo;

A proposta de trabalho elaborada contempla além destas ações, a possibilidade de realização de reuniões semanais com a equipe da engenharia ambiental para acompanhamento do andamento do trabalho e definição/distribuição de novas tarefas, bem como a realização de reuniões mensais com a gerência da área, para apresentação dos resultados parciais.

Para a atividade de aprovação da proposta de trabalho, foram realizadas reuniões com a gerência da área ambiental.

Na sequência, a segunda etapa de identificação dos pontos críticos, divide-se em duas atividades, as quais são: levantamento dos quantitativos de RS gerados e avaliação e priorização dos RS mais críticos para o gerenciamento. A atividade de levantamento dos quantitativos dos RS gerados, foi realizada por meio do acompanhamento da geração de RS em cada etapa do processo fabril, durante o ano de 2012, sendo utilizada, para tal, uma balança industrial existente na Central de Resíduos. Com estes dados, foi possível construir uma tabela que relaciona os RS gerados, sua classificação e estimativa de geração máxima anual com a quantidade total gerada em cada etapa do processo produtivo no ano de análise.

Para a segunda atividade desta tarefa, como há uma grande diversidade de resíduos gerados na empresa foco, se determinou um critério de priorização para identificar os três RS mais críticos, de forma a facilitar o desenvolvimento do plano de gestão de resíduos sólidos. Para a priorização desses resíduos, foi utilizada a Matriz GUT, por ser uma ferramenta simples, de fácil interpretação e eficaz em seus resultados para o propósito da presente pesquisa (DAYCHOUW, 2007).

Para os resíduos priorizados, o próximo passo do trabalho, etapa três, foi a geração do PGRSI, partindo-se da realização de três tarefas: planejamento de ações para a gestão dos RS industriais e elaboração do PGRSI, distribuição das ações para a implantação do PGRSI e aprovação do PGRSI. Na primeira atividade desta terceira etapa, utilizaram-se as informações coletadas na etapa 1, diagnóstico da situação atual. Para o planejamento de ações que auxiliaram na elaboração do PGRSI, foi fundamental a verificação de como a empresa, atualmente, trata estes RS, desde a fonte de geração (processo produtivo) até o seu armazenamento temporário na Central de Resíduos da empresa foco e o envio dos mesmos para tratamento ou destinação final. Com esta verificação, foram determinadas novas formas para o gerenciamento destes RS, com a apresentação da proposta de Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI), que foi elaborada com base nos princípios do Art. 9º da PNRS, que preconiza em primeiro lugar, a não geração, em segundo a redução, em terceiro a reutilização, em quarto a reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e por último a disposição final ambientalmente adequada apenas para os rejeitos.

Com a elaboração do PGRSI, partiu-se para a segunda atividade desta etapa que é a distribuição das ações para a implantação do Plano. A distribuição das ações foi realizada através das reuniões periódicas com a equipe da engenharia ambiental que será responsável pela a implantação do PGRSI na prática.

Para a atividade de aprovação do PGRSI, realizou-se uma reunião com a gerência da área ambiental.

Posteriormente na quarta etapa, partiu-se de fato, para a implantação das mudanças previstas no PGRSI proposto, no qual foram definidas as frentes de trabalho para a implantação do plano e a sua continuidade ao longo do tempo, através da execução de três tarefas: implantação/operacionalização das ações para a gestão dos RS industriais, treinamento dos funcionários e demais envolvidos na gestão dos RS industriais e planejamento de diferentes frentes de trabalho ao longo do tempo. A primeira tarefa desta etapa será realizada conforme distribuição das ações para a implantação do PGRSI definida na reunião da equipe da engenharia ambiental, na qual, será também estabelecida como se dará a



execução da segunda atividade desta etapa, o treinamento. A atividade de treinamento é a tarefa fundamental para o sucesso da implantação do PGRSI, pois é nesta fase que será disseminado o conhecimento a cerca deste tema para toda a organização e, principalmente, para os envolvidos diretos.

Para que o PGRSI se consolide e se mantenha dinâmico na organização, serão definidos na terceira tarefa desta etapa, juntamente com a equipe da engenharia ambiental, o planejamento das diferentes frentes de trabalho ao longo do tempo.

Para evidenciar os possíveis ganhos qualitativos oriundos do PGRSI, na quinta e última etapa deste trabalho, são propostas quatro atividades: análise comparativa entre a situação original da empresa e após a implantação do PGRSI, definição de métricas/indicadores para o acompanhamento do Plano, aplicação da ferramenta PDCA para a melhoria contínua do Plano e apresentação dos dados/resultados periodicamente.

A primeira atividade desta etapa foi realizada pela equipe da engenharia ambiental, na qual se realizou uma avaliação comparativa entre a forma pré-existente de tratamento de RS da empresa *versus* o novo cenário a partir da implementação do PGRSI proposto.

Na sequência, foi utilizada a ferramenta PDCA (Plan, Do, Check, Action) de maneira a assegurar a melhoria contínua do plano implementado. Por fim, foi definida a periodicidade para: apresentação dos resultados do plano à Gerência; sua avaliação; e potencial de aprovação dos resultados obtidos.

Essa última etapa do trabalho, permite a realização de uma análise quali e quantitativa dos ganhos ambientais, entretanto, o foco deste estudo recaiu sobre dados qualitativos e sobre a geração de indicadores que possibilitam a medição e acompanhamento do PGRSI, sem o levantamento quantitativo dos mesmos.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo serão apresentados os resultados e discussões acerca dos assuntos desenvolvidos em cada etapa estabelecida na metodologia de trabalho, que são: diagnóstico da situação atual; identificação dos pontos mais críticos; geração do PGRSI; a implantação do PGRSI; quantificação dos ganhos oriundos do PGRSI. O desenvolvimento deste trabalho ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2012.

### **4.1 Diagnóstico da Situação Atual**

A elaboração da proposta de trabalho, primeira tarefa desta etapa, consiste na realização da sistemática apresentada na Figura 9 para então se atingir os objetivos desta pesquisa-ação.

Na primeira reunião realizada com a gerência da área ambiental foi apresentada esta sistemática e os objetivos que se pretende alcançar com a implementação do PGRSI na empresa, na qual se obteve a avaliação e aprovação da mesma para o desenvolvimento da pesquisa. A partir daí, ficaram acertadas reuniões mensais entre a gerência e supervisão para o acompanhamento do trabalho e reuniões semanais entre a supervisão e a equipe da engenharia ambiental para a distribuição das tarefas e acompanhamento do trabalho. A equipe da engenharia ambiental é formada por 5 integrantes, sendo estes: uma supervisora, um analista ambiental, uma estagiária e dois operadores ambientais.

Para o diagnóstico da situação atual, com foco no mapeamento do processo produtivo da empresa, os analistas ambientais ficaram responsáveis pelo acompanhamento de cada etapa do processo, de forma a identificar os resíduos sólidos gerados nas mesmas e pela realização das entrevistas com os envolvidos, líderes e operadores, nos processos fabris da empresa, sob o acompanhamento da supervisão. Além da identificação dos RS esta etapa permitiu ainda, a identificação da emissão de efluentes líquidos industriais e emissões atmosféricas, sendo estes apresentados em um fluxograma de blocos, Figura 10. Porém, de acordo com as delimitações do trabalho, estes últimos não serão avaliados.

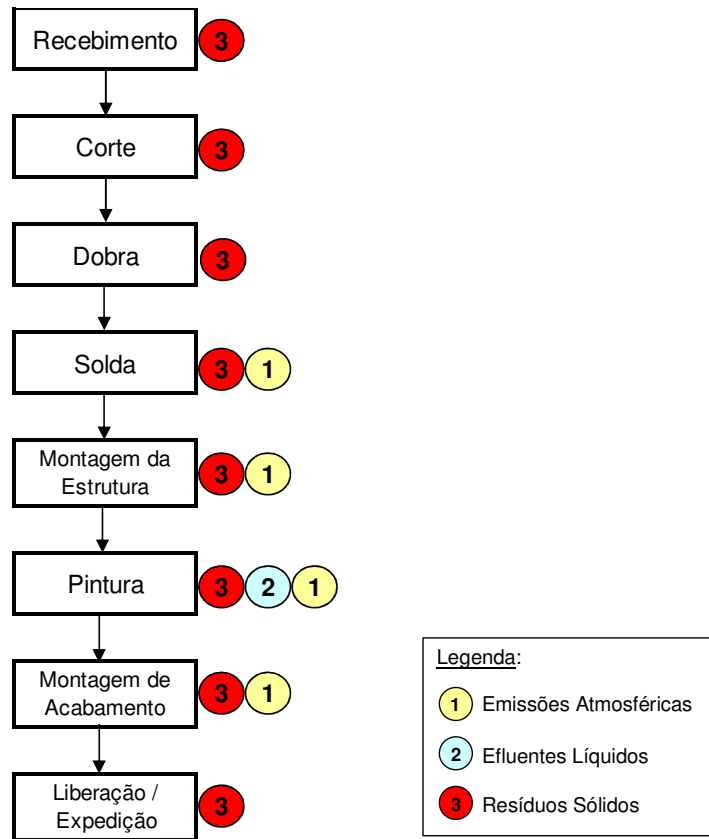


Figura 10 – Fluxograma simplificado do processo produtivo com a identificação dos resíduos, efluentes e emissões atmosféricas gerados em cada etapa.

Este acompanhamento inicial permitiu que a equipe da engenharia ambiental identificasse em suas reuniões semanais, que a geração dos RS é o aspecto ambiental que está presente em todas as etapas do processo produtivo, reforçando a justificativa desta pesquisa e motivando um estudo mais aprofundado, no qual se buscou evidenciar, também, as entradas de cada fase do processo para se demonstrar a origem, formas de utilização das matérias-primas, insumos e recursos naturais e os tipos de resíduos sólidos gerados nas mesmas. Ao definir esta nova tarefa dentro da etapa de diagnóstico, a equipe ambiental entendeu que assim, facilitaria o estabelecimento da forma de gestão e classificação dos RS, objetivando a minimização da geração de resíduos e melhorias nas demais fases do seu gerenciamento (segregação, acondicionamento, tratamento ou disposição final) e até a não geração de RS. Com este mapeamento realizado, a equipe ambiental, elaborou o fluxograma simplificado do processo produtivo, com as entradas e saídas de cada etapa, conforme apresenta a Figura 11, evidenciando os tipos de resíduos sólidos gerados nas mesmas.

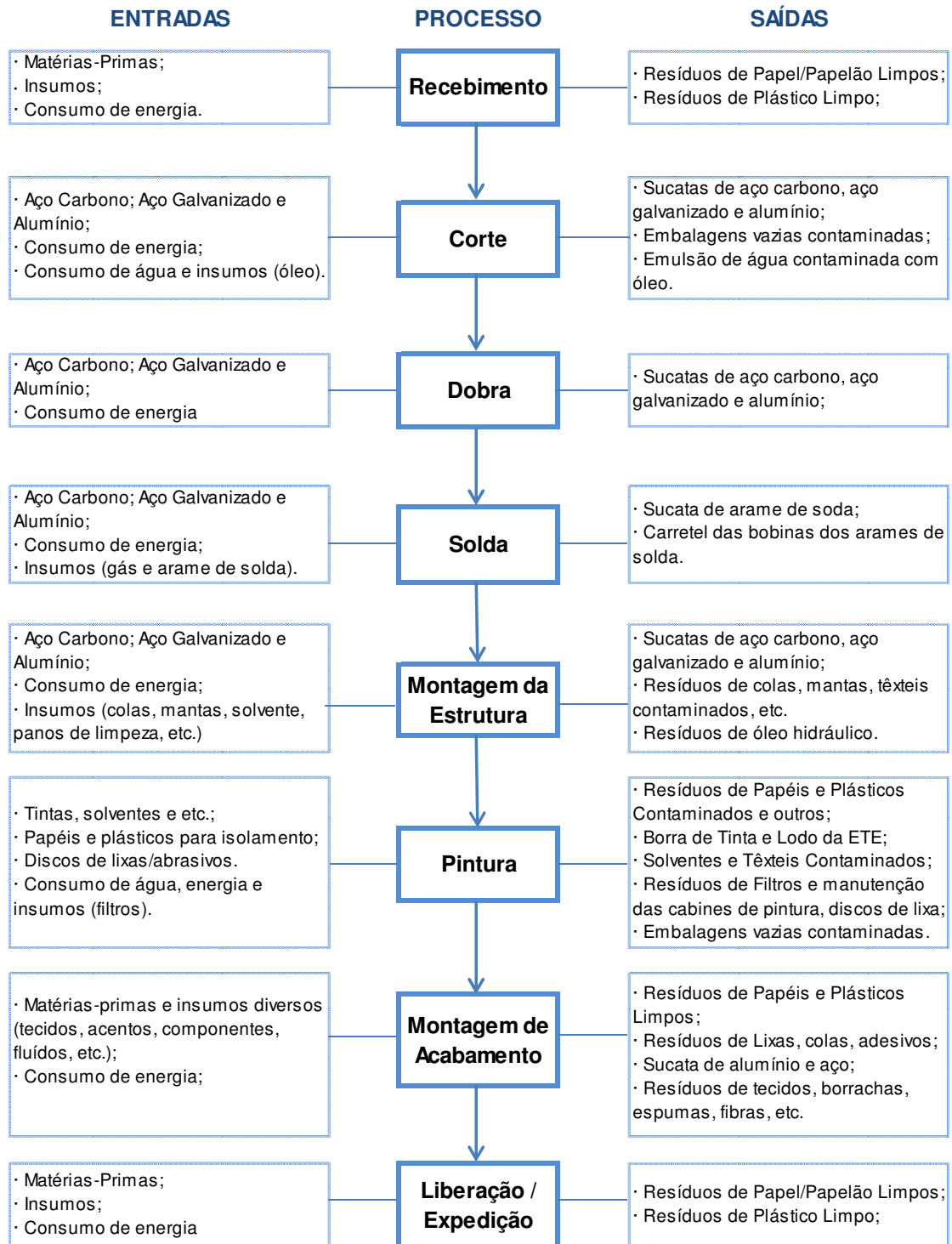


Figura 11 – Fluxograma simplificado do processo produtivo com a identificação das entradas e saídas em cada etapa do processo, relacionadas à geração de resíduos sólidos.

Com a identificação dos tipos de resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo, partiu-se para a classificação dos mesmos com base na Norma NBR 10004 (ABNT, 2004), sendo esta realizada pela supervisão ambiental e, a identificação das destinações realizadas até então pela empresa, sendo esta etapa realizada nas reuniões semanais da equipe de ambiental. A classificação dos resíduos e as formas de tratamento ou

destinação final, originalmente praticadas pela empresa objeto da pesquisa, são apresentadas na 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, Aço 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

O diagnóstico inicial permitiu que a equipe ambiental identificasse uma série de pontos relacionados à gestão de RS e que necessitavam de melhoria imediata, são estes:

- Não há uma segregação de resíduos para a destinação posterior, ou seja, os resíduos classe II são acondicionados no mesmo contêiner dos resíduos classe I, gerando maior despesa com destinação de resíduos, sem considerar o dano ao meio ambiente;

- Não há controle efetivo de consumo de matéria-prima, gerando um grande volume de RS para destinação final;
- Os operadores da fábrica não são treinados quanto à conscientização ambiental e, portanto, desconhecem o seu papel como agente auxiliar deste sistema;
- A destinação dos resíduos é feita de forma rudimentar, com visão de fim-de-tubo.

O diagnóstico permitiu ainda, verificar que 65% dos resíduos gerados na empresa, são classificados como resíduos perigosos – classe I.

Com estas informações, a equipe ambiental começou a identificar as possibilidades de melhorias para as definições de gestão e tratamento dos resíduos sólidos ou disposição final dos rejeitos, a partir de um novo agrupamento e/ou segregação dos tipos de resíduos gerados pela empresa e, então, uma nova classificação destes com base na Norma NBR 10004. Estas novas informações serão apresentados na próxima etapa do trabalho, que consiste na identificação dos pontos mais críticos.

#### **4.2 Identificação dos Pontos Críticos**

Em reunião semanal para análise da pesquisa, a equipe ambiental planejou como seria realizado o levantamento dos quantitativos de RS gerados. Definiu-se que a quantificação seria realizada conforme a tipologia do resíduo, utilizando-se a unidade de medida correspondente, ou seja, alguns resíduos foram quantificados em toneladas, outros em unidades, outros ainda em volume. Para isto, então, elaborou-se planilhas que foram utilizadas na Central de Resíduos, na qual os operadores ambientais fizeram os registros destas informações, sendo que para os dados de pesagem foi utilizada uma balança industrial que fica alocada na Central de Resíduos da empresa.

As informações relacionadas à quantificação dos RS gerados em cada etapa do processo produtivo da empresa foco da pesquisa estão apresentadas na matriz que relacionou os resíduos sólidos gerados nas respectivas etapas do processo, como se pode ver na Tabela 7. A quantificação realizada nesta pesquisa corresponde ao total de RS gerados no período de janeiro a dezembro de 2012. Os dados apresentados como estimativa de geração máxima anual, correspondem à estimativa da quantidade máxima de RS que poderiam ser geradas durante o ano de 2012, sendo que para a obtenção destes valores estimados se teve como base as informações de quantidade de produto fabricado *versus* quantidade de RS gerado no ano de 2011. Esta Tabela apresenta também, o agrupamento/segregação de alguns tipos de resíduos e, suas respectivas classificações, de forma a possibilitar a definição por um tratamento ou

disposição final mais nobre do que a originalmente praticada. Salienta-se que a unidade de medida de cada resíduo quantificado nesta análise, está descrita entre parêntese após o nome do respectivo resíduo.

Tabela 7 - Quantitativos de resíduos sólidos gerados no processo.

Resíduo Sólido (unidade de medida)	Classificação	Estimativa de Geração Máxima Anual	Quantidade Média Gerada em Cada Etapas do Processo em 2012									Total Gerado em 2012	
			Recebimento	Corte	Dobra	Solda	Montagem da Estrutura	Pintura	Montagem de Acabamento	Liberação/Expedição			
Papel/Papelão (t)	Limpos	II - A	240	150,85							21,55	43,1	215,5
	Contaminados	I	264						225	25			250
Plásticos (t)	Limpos	II - A	180	126							36	18	180
	Contaminados	I	216						180,5	9,5			190
Sucata de Metais Ferrosos [Aço Carbono, Aço Galvanizado, Arame de Solda] (t)	II - A	2040		1368,5	78,2	117,3	234,6			156,4			1955
Sucata de Metais Não-Ferrosos [Alumínio] (t)	II - A	240		185,6	11,6		23,2			11,6			232
Embalagens Vazias Contaminadas (und)	I	5280		323,7					2913,3				3237
Emulsão de água contaminada com óleo (m³)	I	10		8									8
Resíduo de Óleo Hidráulico (m³)	I	12						10					10
Outros Resíduos Não Recicláveis - Classe II (t)	[tecidos, fibra-de vidro, borrachas, espumas, mantas isolamento, etc.]	II - A	240							230,4			230,4
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m³)	Característica Não Inflamáveis [EPI, Varredura, Sobras de Adesivos PU, bisnagas de adesivos PU, disco de lixas, etc.]	I	540	8,64	16,8	12	10,56	96	48	288			480
	Característica Inflamáveis [borra de tinta, lodo da ETE, filtros/mantas das cabines de pintura, colas, etc.]	I	332						273,6	14,4			288
Solvente Contaminado (m³)	I	108							105				105
Têxteis Contaminados (und)	I	300.000		5520				8280	234600	13800			276000

Na sequência, a equipe ambiental partiu para a avaliação e priorização dos RS mais críticos para o gerenciamento através da Matriz GUT (Tabela 8). Com a aplicação desta ferramenta, se buscou estabelecer, um critério para o desenvolvimento do Plano de Gestão de Resíduos Industriais (PGRSI) proposto por este trabalho, visto que esta análise proporciona a definição de um ponto inicial ou prioritário para a tomada de ação com relação à gestão dos resíduos sólidos.

Tabela 8: Matriz GUT para a priorização dos tipos de resíduos sólidos mais críticos para o gerenciamento.

Resíduo Sólido (unidade de medida)		Classificação	Total Gerado em 2012	G	U	T	Total	Priorização
Papel/Papelão (t)	Limpos	II – A	<b>215,5</b>	1	2	2	4	<b>14</b>
	Contaminados	I	<b>250</b>	3	3	4	36	<b>8</b>
Plásticos (t)	Limpos	II – A	<b>180</b>	1	2	2	4	<b>13</b>
	Contaminados	I	<b>190</b>	3	3	4	36	<b>9</b>
Sucata de Metais Ferrosos [Aço Carbono, Aço Galvanizado, Arame de Solda] (t)		II – A	<b>1955</b>	2	5	4	40	<b>5</b>
Sucata de Metais Não-Ferrosos [Alumínio] (t)		II – A	<b>232</b>	2	5	4	40	<b>6</b>
Embalagens Vazias Contaminadas (und)		I	<b>3237</b>	3	2	3	18	<b>10</b>
Emulsão de água contaminada com óleo (m³)		I	<b>8</b>	3	2	2	12	<b>11</b>
Resíduo de Óleo Hidráulico (m³)		I	<b>10</b>	3	2	2	12	<b>12</b>
Outros Resíduos Não Recicláveis - Classe II (t)	[tecidos, fibra-de vidro, borrachas, espumas, mantas isolamento, etc.]	II – A	<b>230,4</b>	3	4	4	48	<b>4</b>
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m³)	Característica Não Inflamáveis [EPI, Varredura, Sobras de Adesivos PU, bisnagas de adesivos PU, disco de lixas, etc.]	I	<b>480</b>	4	4	4	64	<b>3</b>
	Característica Inflamáveis [borra de tinta, lodo da ETE, filtros/mantas das cabines de pintura, colas, etc.]	I	<b>288</b>	5	4	4	80	<b>2</b>
Solvente Contaminado (m³)		I	<b>105</b>	5	5	4	100	<b>1</b>
Têxteis Contaminados (und)		I	<b>276000</b>	4	3	3	36	<b>7</b>

Com a Matriz GUT, identificou-se o resíduo de Solvente Contaminado, como o mais crítico para ser gerenciado, seguido pelos resíduos classificados como Outros Resíduos Perigosos Classe I – Característica Inflamável e pelos Outros Resíduos Perigosos Classe I –



Característica Não Inflamável. Portanto, com esta priorização, estes foram os três tipos/classificações de resíduos sólido mais críticos e que foram prioritariamente trabalhados nesta pesquisa, para gerar o plano de gestão de resíduos sólidos proposto.

### **4.3 Geração do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI)**

As etapas anteriores desta pesquisa possibilitaram identificar bem os procedimentos adotados originalmente pela empresa para o gerenciamento dos RS gerados em seu processo industrial. Identificou-se também que para o bom gerenciamento dos resíduos sólidos é imprescindível que se conheça o processo que os origina. Portanto, o diagnóstico inicial do processo produtivo deu o subsídio para a etapa de classificação e posterior priorização dos tipos de resíduos sólidos mais críticos para o gerenciamento. Após estes levantamentos, partiu-se para a geração do PGRSI que será implantado na empresa.

A primeira fase desta etapa consiste no planejamento de ações para a gestão dos RS industriais e, para isto, realizaram-se algumas reuniões entre a equipe ambiental, nas quais se estabeleceu a distribuição das ações entre os membros da equipe para a implantação da sistemática proposta para o PGRSI na empresa, além das reuniões mensais com a gerência da área para aprovação do plano, possibilitando inclusive, replicar esta metodologia nas demais empresas do mesmo segmento ou até para outros segmentos visto que a proposta tem base generalista.

O planejamento proposto para a geração/elaboração do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRSI) em indústrias do segmento metal mecânico contém as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 12.

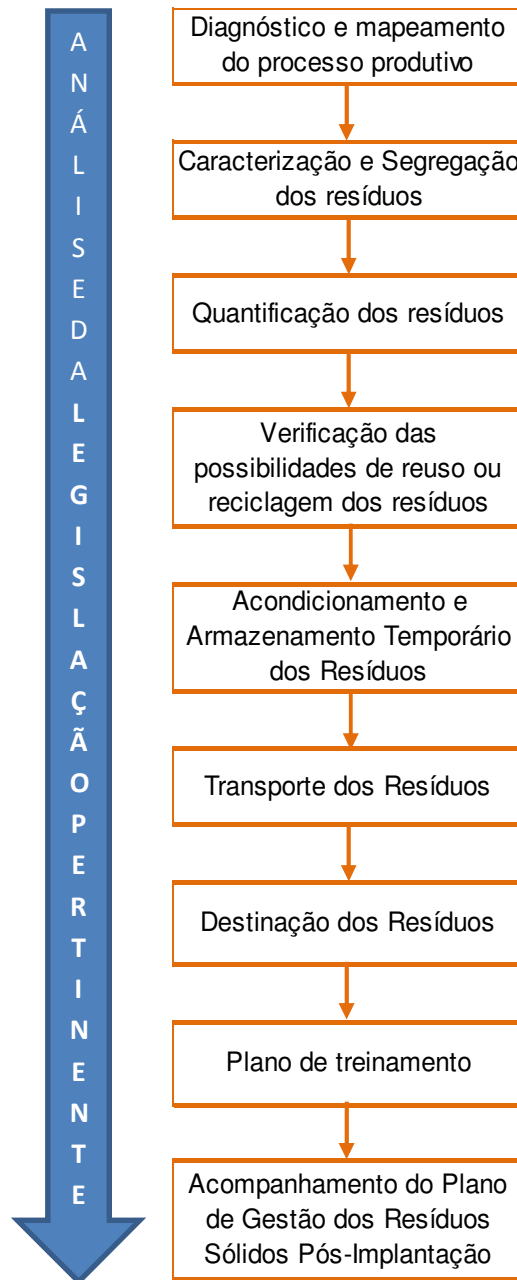


Figura 12 – Fluxograma das etapas para a implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos em Indústrias do Segmento Metal Mecânico.

#### **4.4 Implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI) para a Empresa Foco, Identificando em cada Etapa, as Ações Realizadas**

A equipe da engenharia ambiental foi a responsável pela implantação do PGRSI na empresa, contando com o acompanhamento da supervisão e colaboração dos demais funcionários da fábrica e áreas de apoio.

Na sequência, são apresentadas as etapas da implantação do PGRSI na empresa, com destaque para a importância de cada uma e a descrição das ações realizada nas mesmas, conforme o Plano proposto na etapa anterior (Figura 12):

- a) Diagnóstico e mapeamento do processo produtivo: acompanhamento de cada etapa do processo produtivo com a identificação das matérias-primas e demais recursos utilizados, bem como os resíduos sólidos gerados em cada etapa, para avaliar oportunidades de não geração, redução da geração dos resíduos ou ainda como os mesmos podem ser reutilizados e/ou reciclados;

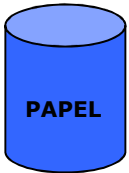
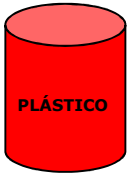
Esta etapa foi realizada como fase inicial do desenvolvimento desta pesquisa-ação e, a partir daí, identificou-se a necessidade de que a mesma faça parte do plano de gestão de resíduos sólidos industriais.

- b) Caracterização e Segregação dos resíduos: com a identificação dos pontos/etapas de geração dos RS parte-se para a caracterização dos mesmos conforme estabelecido na norma NBR 10004 (ABNT, 2004). Com a classificação dos RS, é importante se estabelecer a segregação dos resíduos para proporcionar o reuso, reciclagem, tratamento ou destinação ambientalmente adequada. A segregação dos resíduos deve ser realizada na fonte de geração e pelos próprios geradores.

A classificação, dos resíduos sólidos trabalhados neste estudo está apresentada conforme Tabela 8 do item diagnóstico.

Para proporcionar a coleta seletiva dos resíduos sólidos industriais, se estabeleceu as formas de segregação dos mesmos nos coletores, conforme Tabela 9, padronizando os carrinhos e os contêineres coletores nas respectivas cores (Fotos 1 e 2), de acordo com o padrão de cores estabelecido pela Resolução nº 275 do CONAMA (BRASIL, 2001).

Tabela 9 – Padrão para a coleta seletiva para na empresa objeto do estudo.

Cor	Descrição no Coletor	Tipos de Resíduos
	PAPEL	Papel, Papelão e embalagens limpos, jornais, revistas, folhetos comerciais, envelopes, formulários.
	PLÁSTICO	Plásticos em geral limpos, filmes e pequenas embalagens de produtos não perigosos limpas, copinhos, canos, tubos, plásticos duros, garrafas PET, sacos e sacolas plásticas.

	<p>AÇO ou ALUMÍNIO</p>	<p><b>Containers de Aço:</b> Aço Galvanizado, Chapa Preta, Tubos, Vigas. <b>Containers de Alumínio:</b> Chapas e Perfis de Alumínio.</p>
	<p>VIDRO</p>	<p>Para-brisas e Vidros diversos quebrados, <u>exceto Lâmpadas Fluorescentes que são resíduos perigosos e devem ser acondicionadas na suas caixas de origem.</u></p>
	<p>RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS DE PROCESSO <b>Classe II</b></p>	<p>São os resíduos que não podem ser Reciclados, porém não são perigosos: fibra de vidro, tapetes, tecidos, napa, espumas, borracha, mantas de isolamento.</p>
	<p>RESÍDUOS PERIGOSOS DE PROCESSO <b>Classe I</b></p>	<p>São os resíduos que exigem um cuidado especial no armazenamento e na destinação final, como: papel e plástico contaminado com tinta, óleo e graxa; pilhas; baterias; lâmpadas fluorescentes; lodo da ETE; EPI contaminado; solventes; óleos e fluidos, materiais diversos contaminados.</p>
	<p>ORGÂNICO</p>	<p>Restos de alimentos, cascas de frutas e verduras, guardanapos usados, papel toalha e higiênico, poda da vegetação.</p>
	<p>MADEIRA</p>	<p>Restos de madeiras diversas, embalagens, pallets, restos de assoalho, serragem.</p>
	<p>INFECTANTE</p>	<p>Resíduos de Serviço de Saúde (Coletores exclusivos para o ambulatório): algodão sujo de sangue, gases, curativos.</p>



Fotos 1 e 2 – Carrinhos e Contêiner, no padrão de cores da coleta seletiva, disponibilizados na linha de produção.

- c) Quantificação dos resíduos: mensurar a quantidade de RS gerados por unidade de medida conforme o tipo de resíduo que está sendo quantificado e, por periodicidade de tempo definida, geralmente atribui-se como periodicidade de tempo um mês (geração mensal). Esta informação é importante para se atribuir uma estimativa de geração mensal de resíduos e, assim, possibilitar o monitoramento quanto à geração de RS em demasia, podendo inclusive, se atribuir metas para o controle e minimização na geração dos mesmos.

A Tabela 10 apresenta a identificação dos pontos de geração, a classificação e a quantificação mensal dos resíduos priorizados neste trabalho.

Tabela 10 – Identificação dos resíduos industriais gerados mensalmente, por classe (classificação) e etapa de geração.

Resíduo	Classificação / Classe	Quantidade Mensal	Unidade de Medida	Ponto de Geração
Solvente Contaminado	I	8,5	m <sup>3</sup>	Pintura
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m <sup>3</sup> ) – Característica Inflamável [borra de tinta, lodo da ETE, filtros/mantas das cabines de pintura, colas, etc.]	I	24	m <sup>3</sup>	Pintura e Montagem de acabamento.
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m <sup>3</sup> ) – Característica Não Inflamável [EPI, Varredura, Sobras de Adesivos PU, bisnagas de adesivos PU, disco de lixas, etc.]	I	40	T	Recebimento, Corte, Dobra, Solda, Pintura, Montagem da Estrutura e Montagem de Acabamento

- d) Verificação das possibilidades de reuso dos resíduos no processo que o gerou ou estudo de possibilidades de reciclagem dos mesmos: esta etapa consiste na análise das fontes de geração de resíduos e, então, a verificação das possibilidades de reuso ou reciclagem destes resíduos na própria fonte que os gerou ou em outra etapa do processo produtivo.

Nesta etapa, avaliou-se a possibilidade de reuso do resíduo de solvente contaminado, através do processo de recuperação/reciclagem do solvente, tornando-o um solvente recuperado para reuso no processo. Porém, como o processo produtivo da empresa, que utiliza este produto como insumo é a Pintura de Acabamento, avaliou-se tecnicamente, que seria inviável o reuso do mesmo, por existir risco de se receber o produto reciclado com algum contaminante (fração de solvente indesejado), podendo levar ao comprometimento do aspecto visual da pintura do carro. Portanto, o destino definido para este resíduo foi à reciclagem sem reuso.

Outro resíduo que se buscou uma alternativa de reuso, foi para a borra de tinta. Desenvolveu-se um misturador (Foto 3) para acondicionar e homogeneizar as sobras de tinta não catalisadas e, então, quando esta sobra atinge um determinado volume, os preparadores de tinta acionam o misturador, adicionam os aditivos (diluentes, catalisador) necessários e fabricam tinta para pintura dos pisos e prateleiras da empresa. Para os demais resíduos, objeto do estudo, não se identificou formas de reuso e/ou reciclagem.



Fotos 3 – Misturador para o aproveitamento das sobras de tinta.

- e) Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Sólidos: consiste em identificar as formas adequadas de acondicionamento, atribuindo para tal os conceitos de coleta seletiva, previamente definidos e, as formas adequadas de armazenamento temporário dos resíduos para posterior envio à tratamento ou destinação final com base nas normativas vigentes.

Atualmente, para o armazenamento temporário dos resíduos sólidos da empresa foco, deve-se seguir o requisito da sua Licença de Operação e legislação vigente, com o atendimento às Normas NBR 12.235 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos (ABNT, 1992) e NBR 11.174 – Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes (ABNT, 1990). Como ambas as Normas são anteriores a Norma de Classificação de Resíduos Sólidos, a NBR 10004 (ABNT, 2004), é fundamental que se considere a classificação atribuída nesta última, que é mais atual.

As formas de acondicionamento e armazenamento temporário definidas para os resíduos priorizados na Matriz GUT, estão apresentadas na Tabela 11. As Fotos 4, 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam o armazenamento temporário destes e de outros tipos de resíduos na Central de Resíduos da empresa e no Depósito de Inflamáveis no caso do solvente contaminado. O acondicionamento dos resíduos na fonte de geração (processo produtivo) foi atendido com a disponibilização dos carrinhos e contêineres coletores conforme apresentado nas Fotos 1 e 2.

Tabela 11. Acondicionamento e armazenamento temporário dos resíduos

<b>Resíduo</b>	<b>Acondicionamento</b>	<b>Armazenamento</b>
Solvente Contaminado	Tambor de 200L	Área Coberta (Depósito Inflamáveis)
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m <sup>3</sup> ) – Característica Inflamável [borra de tinta, lodo da ETE, filtros/mantas das cabines de pintura, colas, etc.]	Caçamba/Container	Central de Resíduos
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m <sup>3</sup> ) – Característica Não Inflamável [EPI, Varredura, Sobras de Adesivos PU, bisnagas de adesivos PU, disco de lixas, etc.]	Caçamba/Container	Central de Resíduos



Fotos 4 – Central de Resíduos da empresa, onde os resíduos são armazenados temporariamente.



Fotos 5 e 6 – Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos resíduos de Solvente Contaminado no Depósito de Inflamáveis (Foto 5) e Resíduos Classe I com Característica Inflamável e Classe I – Não Inflamáveis, na Central de Resíduos da empresa (Foto 6).





Fotos 7 e 8 – Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Classe II – Não Recicláveis (Foto 7) e Bag's para acondicionamento dos diferentes tipos de Resíduos de Plástico limpo (Foto 8).

- f) Logística Ambiental (Transporte dos Resíduos): definição referente ao melhor uso dos recursos de logística ambiental e requisitos legais específicos quanto à responsabilidade compartilhada dos resíduos gerados e para o transporte de resíduos (documentos, rótulos, placas de identificação, etc.);

Esta etapa exige o acompanhamento rigoroso das regulamentações vigentes. Portanto, para cada resíduo, elaboraram-se as Fichas e Envelopes de Emergência pertinentes aos resíduos classificados como Classe I, segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), bem como, se identificou os códigos e descrições específicas para o transporte dos mesmos e a forma de monitoramento quanto ao licenciamento ambiental dos transportadores contratados e respectivos receptores destes resíduos.

Para o monitoramento do licenciamento ambiental dos receptores, elaborou-se uma lista mestre, com as informações necessárias conforme Figura 13, onde periodicamente, se verifica a vigência dos documentos.

LISTA MESTRE DE LICENÇAS DE OPERAÇÃO DOS RECEPTORES DE RESÍDUOS				
Atualizada em ___/___/___				
Empresa	CNPJ	Documento	Órgão	Vencimento

Figura 13 – Lista Mestre das Licenças Ambientais dos receptores dos resíduos da empresa.

Ainda, no aspecto legal para a Logística Ambiental, é importante considerar e avaliar as práticas de logística reversa, conforme preconiza o Art. 33 da PNRS (BRASIL, 2010), com base nos acordos setoriais que serão firmados.

- g) Destinação dos Resíduos: identificação e definição das formas (reciclagem, tratamento, aterro industrial, coprocessamento, etc.) e os locais licenciados para a destinação para tratamento dos resíduos ou para a disposição final dos rejeitos gerados na indústria. Nesta etapa é importante se avaliar, também, os custos envolvidos para o transporte, tratamento ou destinação final.

Como boa prática, sugere-se que a disposição final dos RS como rejeitos em aterros industriais, seja a última alternativa para a o gerenciamento destes. Portanto, deve ser praticada, apenas, quando não houver alternativa de reutilização, reciclagem ou tratamento do resíduo.

A destinação para tratamento dos resíduos sólidos industriais e a destinação final dos rejeitos gerados na empresa foco estão apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12. Formas de Destinação dos resíduos sólidos gerados.

Resíduo	Destinação	Razão Social do Receptor	CNPJ	Endereço	LO / Órgão Expedidor	Custo para Destinação
Solvente Contaminado	Reciclagem Externa	Empresa KLM	01.234.56 7/8910-11	Rua JKL nº 444, Cidade C	XXX/XXX X-DL – FEPAM	Venda por R\$ 0,70/L
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m³) – Característica Inflamável	Co-processamento	Empresa OPQ	02.234.56 7/8910-12	Rua GHI nº 333, Cidade A	XXX/XXX X-DL – FEPAM	Custo de R\$ 590,00/m³
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m³) – Característica Não Inflamável	Aterro Industrial Classe I	Empresa RST	03.234.56 7/8910-13	Rua DEF nº 222, Cidade B	XXX/XXX X-DL – FEPAM	Custo de R\$ 160,00/m³

- h) Plano de treinamento: definição das formas e cronograma de treinamento para cada público, buscando o entendimento e a colaboração de todos para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pela atividade fabril da empresa. Salienta-se que todos os funcionários responsáveis pela segregação e acondicionamento dos resíduos

deverão ser treinados e orientados sobre a importância do gerenciamento de resíduos e suas vantagens;

O Plano de Treinamento foi definido juntamente com o Setor de Treinamento da empresa objeto do estudo, sendo que os mesmos foram inicialmente ministrados à equipe do Setor de Meio Ambiente e, posteriormente, à liderança da fábrica de forma que estes multipliquem as informações aos demais colaboradores.

- i) Acompanhamento do Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos Industriais Pós-Implantação: definição de indicadores, com metas previamente estabelecidas, para o acompanhamento/monitoramento do gerenciamento dos RS de forma a avaliar a sua eficiência e eficácia.

Para este acompanhamento do PGRSI, foram estabelecidos inicialmente, três objetivos, metas e indicadores de controle, conforme Tabela 13 e, a partir daí, definiu-se diferentes frentes de trabalho para a equipe ambiental. Para estas frentes de trabalho, os operadores são os responsáveis pela coleta de dados quanto a quantificação dos RS gerados, os analistas os responsáveis pelo acompanhamento das informações junto aos operadores e a alimentação da planilha de indicadores com os dados levantados e a supervisão pela análise e acompanhamento dos resultados do indicador e definição de planos de ação no caso de atingimento das metas e/ou necessidades de melhorias. Para isto, utiliza-se a ferramenta PDCA (Plan, Do, Check, Action) de maneira a assegurar a melhoria contínua do plano implantado, tornando-o dinâmico na organização.

A apresentação dos resultados à gerência da área para sua avaliação e posterior aprovação, é realizada pela supervisão ambiental até o quinto dia de cada mês, informando os dados do mês anterior.

Tabela 13 – Objetivos, Metas e Indicadores definidos para o acompanhamento do PGRSI.

<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicador</b>
Reduzir a geração RS perigosos.	Geração máxima de 20% de RS no mês.	$\frac{\text{Quantidade de RS gerado no mês}}{\text{Quantidade de carros produzidos no mês}}$
Reduzir a geração de Sucata de Aço.	Geração máxima de 10% de RS no mês.	$\frac{\text{Quantidade de Sucata de Aço gerada no mês}}{\text{Quantidade de Aço consumida no mês}}$
Reduzir a geração de Sucata de Alumínio.	Geração máxima de 13% de RS no mês.	$\frac{\text{Quantidade de Sucata de Alumínio gerada no mês}}{\text{Quantidade de Alumínio consumida no mês}}$

Para também, facilitar o acompanhamento dos dados e proporcionar um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na atividade fabril, conforme se estabeleceu no PGRSI proposto com a identificação das formas de não geração, minimização da geração de RS, possibilidade de reciclagem e avaliação dos custos envolvidos para a destinação dos mesmos, entre outros fatores, agruparam-se os mesmos em uma única planilha, como apresenta a Figura 14.

Resíduo	Quantidade Mensal	Unidade de Medida	Classificação / Classe	Ponto de Geração	Acondicionamento	Armazenamento	Destinação	Razão Social do Receptor	CNPJ	Endereço	LO / Órgão Expedidor	Custo para Destinação
Solvente Contaminado	8,5	m <sup>3</sup>	I	Pintura	Tambor de 200L	Área Coberta (Depósito Inflamáveis)	Reciclagem Externa	Empresa KLM	01.234.567/8910-11	Rua JKL nº 444, Cidade C	XXX/XXX-DL – FEPAM	Venda por R\$ 0,70/L
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m <sup>3</sup> ) – Característica Inflamável	24	m <sup>3</sup>	I	Pintura e Montagem de acabamento.	Caçamba/ Container	Central de Resíduos	Co-processamento	Empresa OPQ	01.234.567/8910-11	Rua GHI nº 333, Cidade A	XXX/XXX-DL – FEPAM	Custo de R\$ 590,00/m <sup>3</sup>
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (m <sup>3</sup> ) – Característica Não Inflamável	40	t	I	Recebimento, Corte, Dobra, Solda, Pintura, Montagem de Acabamento	Caçamba/ Container	Central de Resíduos	Aterro Industrial Classe I	Empresa RST	01.234.567/8910-11	Rua DEF nº 222, Cidade B	XXX/XXX-DL – FEPAM	Custo de R\$ 160,00/m <sup>3</sup>

Figura 14 – Planilha para gerenciamento dos resíduos sólidos industriais gerados na empresa.

Esta planilha (Figura 14) é utilizada atualmente na empresa para o controle e gerenciamento dos RS, inclusive para o acompanhamento dos indicadores.

Para garantir que os resíduos sólidos gerados na organização sejam bem gerenciados, elaborou-se ainda mais dois documentos. Um deles traz a transcrição/formatação do Plano de Gestão de Resíduos Industriais (PGRSI) apresentado neste trabalho (Apêndice I) e o outro traz um procedimento interno para a destinação dos resíduos sólidos, com todas as especificações legais pertinentes.

#### 4.5 Quantificação dos Ganhos Oriundos do PGRSI

Em cada etapa de implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais, proposto para a indústria metal mecânica objeto do estudo, foi possível se evidenciar os potenciais ganhos obtidos, porém neste trabalho, não serão apresentados os ganhos quantitativos financeiros.

No acompanhamento do diagnóstico do processo produtivo para se identificar a origem dos resíduos gerados em cada etapa, com vistas ao gerenciamento dos mesmos, foi possível identificar formas de minimização da geração de alguns destes resíduos, como por

exemplo, os rolos de arames de solda que foram substituídos por bobinas, com base no melhor aproveitamento da utilização da matéria-prima e/ou reuso deste resíduo na própria fonte de geração ou em outra etapa do processo fabril. Identificou-se a possibilidade de minimizar a geração de sucata de aço e alumínio também, porém, para melhorar o aproveitamento destas matérias-primas, tornam-se necessários estudos mais aprofundados com a implementação de técnicas de PmaisL, *Lean Manufacturing*, avaliações de engenharia, entre outras.

Uma avaliação comparativa entre a forma de gerenciamento de resíduos praticada até o desenvolvimento deste trabalho (situação original) e após a implementação do plano de gestão resíduos sólidos industriais (PGRSI) proposto neste estudo, possibilitou a verificação de potenciais ganhos ambientais e econômicos. A Tabela 14 apresenta a relação comparativa entre a situação original e a situação atual da empresa objeto do estudo, evidenciando as melhorias realizadas e ganhos obtidos, inclusive, para outros resíduos além dos priorizados como críticos.

Tabela 14 – Comparativo entre a situação original e a situação atual da empresa, após a aplicação do plano de gestão de resíduos proposto.

<b>Situação Original</b>	<b>Situação Atual (PGRSI Proposto)</b>
Os resíduos sólidos não perigosos - Classe II, eram acondicionados juntamente com os resíduos perigosos - Classe I. Também, não havia a segregação dos resíduos Classe I com característica inflamável dos não inflamáveis.	Adquiriu-se dois novos contêineres para o acondicionamento destes resíduos em separado, possibilitando uma destinação final mais adequada a cada um deles e, também, a redução em 20% do custo de destinação, considerando a economia de transporte e destinação final dos Resíduos Classe II.
As sobras e borras de tinta era acondicionada junto ao Lodo da ETE, para disposição final em aterro industrial.	O reuso das sobras de tinta proporcionou uma economia quanto à disposição final deste resíduo e, quanto a aquisição de tinta, como matéria-prima, para pintura de pisos e prateleiras.
Os resíduos de isopor eram destinados para disposição final, juntamente, com os resíduos classe I.	Os resíduos de isopor são classificados como resíduos Classe II – A, conforme Norma NBR 10004. Portanto, passou-se a segregar estes resíduos para destinação como doação à reciclagem externa. Além de proporcionar uma forma de destinação mais nobre, esta ação, trouxe uma economia quanto aos custos de transporte e disposição final como rejeito.

Utilização de papel para o isolamento no setor de pintura, gerando resíduo de papel contaminado, ou seja, resíduo Classe I.	Substituição de matéria-prima de papel para plástico, gerando uma redução no custo de aquisição da matéria-prima e também, a redução no custo de destinação por gerar um menor volume de resíduo.
Os resíduos de óleo hidráulico, fluidos (freio e outros) e emulsões oleosas, eram acondicionados juntos, no mesmo recipiente coletor, havendo um alto custo para a destinação para tratamento externo da emulsão oleosa.	Segregação dos resíduos de óleo hidráulico, das emulsões oleosas e dos demais fluidos, proporcionando uma receita com a venda do óleo lubrificante para tratamento no processo de rerrefino e, a redução nos custos de destinação para tratamento externo, do resíduo de emulsão oleosa. Com a segregação dos fluidos possibilitou o reuso dos mesmos no processo produtivo.
Utilização de rolos de arame de solda, gerando resíduos e um grande desperdício de matéria-prima nos inícios e final do carretel.	Substituição de embalagem de fornecimento de rolos para bobinas, gerando uma economia na aquisição da matéria-prima e melhor aproveitamento da mesma.
Embalagens vazias de produtos químicos eram destinadas para aterros industriais e/ou descontaminação, gerando custos para estas disposições.	Grande parte das embalagens vazias, estão sendo devolvidas aos fornecedores, reduzindo assim os gastos com destinação das mesmas.

Estes ganhos podem ser identificados, também, através das Fotos 9, 11 e 12 que tratam da situação original da gestão de resíduos da empresa foco e, as Fotos 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 que evidenciam as melhorias realizadas com a implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais – PGRSI.



Foto 9. Central de Resíduos antes da implementação da sistemática proposta, com apenas um container



Foto 10. Central de Resíduos após a implementação da sistemática proposta, com os três contêineres para

para o acondicionamento dos resíduos Classe I e Classe II, juntos.



acondicionamento dos resíduos Classe I Inflamáveis e Não Inflamáveis e Classe II, em separado.



Fotos 11 e 12. Interior da Central de Resíduos antes da implementação da sistemática proposta – Container para vidros fora do padrão de coleta seletiva e lâmpadas acondicionadas de forma inadequada – Carrinhos para a coleta de resíduos na fábrica, fora do padrão e sem identificação.



Fotos 13 e 14. Interior da Central de Resíduos – Lâmpadas Queimadas que são destinadas para a descontaminação e Container para o acondicionamento de vidros.



Fotos 15 e 16. Interior da Central de Resíduos – Prensa para os resíduos de papéis/papelões limpos e Bag's para a segregação e acondicionamento dos plásticos limpos.



Fotos 17 e 18. Carrinhos coletores e Containers para o acondicionamento dos resíduos/sucata gerados na fábrica de forma a possibilitar a coleta seletiva dos resíduos na fonte geradora.



Fotos 19 e 20 – Acondicionamento dos fluidos e do óleo hidráulico gerados na etapa de Montagem da Estrutura. Os fluidos denominados como Fluido Verde e Fluido Rosa passaram a ser reutilizados no processo produtivo.



Fotos 21 e 22 – Evidência da utilização dos recipientes para acondicionamento dos fluidos e do óleo hidráulico gerados na etapa de Montagem da Estrutura.



Salienta-se que existem outras possíveis soluções ambientalmente corretas para o gerenciamento destes RS, porém com base nos estudos e avaliações atuais, a equipe que trabalhou nesta pesquisa-ação optou por estas soluções/sugestões apresentadas. Ainda, é importante considerar que para a continuidade do PGRSI proposto para a empresa, adotou-se a metodologia PDCA visando se trabalhar a melhoria contínua quanto às ações para o gerenciamento dos RS da forma mais adequada e economicamente viável possível.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões finais sobre o trabalho desenvolvido nesta pesquisa e a proposta de temas para trabalhos futuros.

### 5.1 Conclusões

Quanto maior a diversidade de resíduos gerados por uma empresa, mais complexas são as formas de gerenciamento dos mesmos e, esta foi a situação apresentada na empresa deste estudo. Neste aspecto, foi possível concluir que a etapa de diagnóstico e mapeamento do processo produtivo da empresa, foi fundamental para a implantação do PGRSI proposto, pois permitiu conhecer a origem da geração e os diferentes tipos de resíduos gerados em cada etapa, possibilitando, já nesta fase, a identificação de aspectos para a minimização na geração dos resíduos, visto que a organização já contava com uma forma de gerenciamento de RS

Com a técnica de priorização utilizada, matriz GUT, identificou-se como resíduos mais críticos para o gerenciamento, os resíduos de solvente contaminado, os resíduos classe I com característica inflamável e os resíduos classe I sem característica inflamável.

A partir dos resultados preliminares foi gerado e implementado um PGRSI no qual se evidenciou ganhos associados às formas de segregação, armazenamento, tratamento e disposição final ambientalmente adequada, que proporcionaram a diminuição de desperdício através da reutilização ou substituição de materiais, envio de resíduos para reciclagem, promoção da logística reversa com o retorno de embalagens a fornecedores, entre outros.

Percebeu-se ainda, uma mudança de paradigma na conscientização dos funcionários da empresa, principalmente os ligados a área produtiva, quanto à prática da coleta seletiva pela importância da segregação dos resíduos na fonte como forma de proporcionar o seu aproveitamento como reuso ou reciclagem.

O PGRSI deve ser utilizado como um instrumento dinâmico, pois para a manutenção dos resultados positivos necessitam de acompanhamento constante, inclusive, quanto ao treinamento dos funcionários e quanto à definição e monitoramento de indicadores.

Com o desenvolvimento deste trabalho pode-se concluir que a implantação do PGRSI proposto para empresas do segmento metal mecânico foi efetiva, visto que se teve como resultado uma série de ganhos com o gerenciamento dos resíduos gerados pela empresa foco.

Outro aspecto identificado é que o PGRSI proposto apresenta um formato generalista e, portanto, é possível que seja aplicado/implantado em organizações de diferentes segmentos.

## 5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Como o tema deste trabalho é de grande relevância para o conhecimento técnico e científico, além do operacional, pois visa contribuir para o desenvolvimento sustentável, apresentam-se as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Avaliação quantitativa dos ganhos evidenciados com a implantação do PGRSI proposto, em empresas do segmento metal mecânico;
- Aplicação de técnicas de PmaisL em etapa do processo produtivo, conforme interesse do pesquisador com o intuito de proporcionar melhor aproveitamento de matéria-prima e consequente minimização na geração de resíduos;
- Identificação, aplicação e monitoramento de indicadores para o controle do gerenciamento dos resíduos sólidos;
- Análise dos resíduos que não foram priorizados neste trabalho;
- Quantificação financeira dos ganhos obtidos na implantação do PGRSI;
- Desenvolvimento de um plano de capacitação para a não geração de RS (primeiro estágio do tratamento de RS) e comparação dos ganhos oriundos da conscientização pela não geração de RS;
- Proposta e aplicação de um plano de gestão de efluentes líquidos industriais.

## REFERÊNCIAS

ALBERONI, V. G.; NEVES, M.; QUELHAS, O. L. G.; BARROS, A. B. Gestão de Resíduos Industriais como Facilitador da Gestão do Conhecimento e da Otimização do Processo Produtivo. **Anais...** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Curitiba, PR, Brasil. 2002.

ALMEIDA, J. R. **Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Thex: Almeida Cabral, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**, Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA) – manual de referência**. São Paulo: IQA, 2001.

BALAZINA, A. Siderúrgica lidera ranking de indústrias poluidoras em São Paulo. *Jornal Folha de São Paulo*. São Paulo, Abril 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u395166.shtml>>. Acesso em: 10 ago 2012.

BARROS, R. T. V. **Elementos de Gestão Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BENNEMANN, R. B. Proposta de Gestão Ambiental para Indústria Metal Mecânica. Passo Fundo, 66 p., 2012. TCC (Graduação) – Universidade de Passo Fundo (UPF). Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/20122/RAFAEL%20BATISTA%20BENNEMANN.pdf>>. Acesso em: 20 nov 2012.

BRASIL. **Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 22 set 2012.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato/2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato/2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 27 dez 2011.

BRASIL. **Lei nº 4.504, de novembro de 1964**. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4504.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm)>. Acesso em: 22 set 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/42/1981/6938.htm>>. Acesso em: 22 set 2012.

BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS . Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 27 dez 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4504.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm)>. Acesso em: 22 set 2012.

BRASIL, **CONAMA. Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001.** Estabelecer 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. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>>. Acesso em: 12 jan 2012.

BRUNDTLAND. **OUR COMMON FUTURE: Report of the World Commission on Environment and Development.** Nações Unidas. 1987. Disponível em: <[http://conspect.nl/pdf/Our\\_Common\\_Future-Brundtland\\_Report\\_1987.pdf](http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf)>. Acesso em: 13 set 2012.

CAPALDO, D.; GUERRERO, V.; ROZENFELD, H. **FMEA (Failure Model and Effect Analysis).** 1999. Disponível em: <[http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos\\_port/pag\\_conhec/FMEAv2.html](http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/FMEAv2.html)>. Acesso em: 03 dez. 2012.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa.** Porto Alegre, 2003.

DEMAJOROVIC, J.; VILELA JUNIOR, A. **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações.** Editora SENAC, São Paulo, 2006.

DAYCHOUW, M. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento.** Brasport, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

FRANCHETTI, M. ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship. **Journal of Cleaner Production**, n. 19, p. 1104-1109, Elsevier, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Informações Básica**. 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default\\_2010.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2010.shtm)>. Acesso em: 01 out 2012.

LEME, P. S.; MARTINS, J. L. G.; BRANDÃO, D. **Guia prático para minimização e gerenciamento de resíduos – USP Saõ Carlos**. USP Recicla; EESC-USP; CCSC-USP; SGA-USP, São Carlos, SP, 80 p., 2012.

LIMA, R. G. C.; FERREIRA, O. M. **Resíduos Industriais – Métodos de Tratamento e Análises de Custos**. Goiânia, 2007. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/RES%C3%84DUOS%20INDUSTRIAIS%20-20M%C3%89TODOS%20DE%20TRATAMENTO%20E%20AN%C3%81LISE%20DE%20CUSTOS.pdf>>. Acesso em: 02 jan 2012.

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Brasport, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

MACÊDO, R. G.; PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. **Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos Industriais: Proposição de um Modelo de Gerenciamento para Indústria de Tintas em Natal – RN. Anais eletrônicos... XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STP\\_077\\_543\\_12035.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_12035.pdf)>. Acesso em: 22 dez 2011.

MANTOVANI, C.A.; TAUCHEN, J. A.; BECK, V.V. **Diagnóstico Ambiental das Indústrias do Setor Meta Mecânico da Região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo, 2010. Disponível em: <[http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010\\_diagnostico\\_ambiental\\_industrias\\_metal\\_mecanico.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_diagnostico_ambiental_industrias_metal_mecanico.pdf)>. Acesso em: 18 dez 2012.

MAROUN, C. A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo**. 2. ed. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

MARTINEZ, P.H. **História e Meio Ambiente: Considerações sobre a Formação Continuada em Pesquisa, Ensino e Aprendizagem**. 2002. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/historiaemeioambiente.pdf>>. Acesso em: 20 jun 2012.

MARTINS, B. P. **Estudo de Alternativas para Reaproveitamento de Resíduos Sólidos das Indústrias Metal Mecânicas em Processos Siderúrgicos**. Porto Alegre, 38 p., 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

MISSIAGGIA, R. R. **Gestão de Resíduos Sólidos Industriais: Caso Springer Carrier**. 2002. 120 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2002.

NASCIMENTO, T. C. F; MOTHÉ, C. G. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. **Revista Analytica**, n. 27, p. 36-48, fev – mar. 2007.

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.

POLITIS, A. F. Pesquisa identifica demanda de resíduos industriais em Caxias do Sul. **Conselho em Revista – CREA-RS**, ano VI, I, n. 70, p. 20-21, jun. 2010.

RIO GRANDE DO SUL, Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id479.htm>>. Acesso em: 01 ago 2012.

SANTOS, F. D. Os Desafios Ambientais Criados pela Grande Aceleração do Pós-Guerra. **Revista Nação e Defesa**. n. 122, 4.<sup>a</sup> Série, p. 61-78. 2009. Disponível em: <http://comum.rcaap.pt/handle/123456789/497>. Acesso em: 24 mai 2012.

SANTOS, M. K. **Eco-Eficiência e Avaliação de Sistemas Integrados de Gestão**. 2007. 105 p., 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2007.

SANTOS, M. C. L.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais. São Paulo: IEE-USP, 2012.

SILVA, A. P. Vantagens da Gestão Ambiental para as Empresas. **Informativo SIMECS**. Ano XVI, nº 179, p. 09, out. 2011.

SILVA, A. P.; TUBINO, R. M. C. Proposta de Metodologia de Gerenciamento de Resíduos em Indústria Metal Mecânica Utilizando Conceitos de Produção Mais Limpa. **Anais...** 67º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração – ABM, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2012.

SILVA, E. R.; MATOS, U. A. O.; ROSA, S. R. Z.; NETTO, E. R. Certificação de Sistema de Gestão Ambiental: uma Abordagem Histórica e Tendências. **Anais eletrônicos...** XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-050.pdf>>. Acesso em: 05 nov 2012.

SILVA FILHO, J. C. G.; SICSÚ, A. B. Produção mais limpa: uma ferramenta da gestão ambiental aplicada às empresas nacionais. **Anais eletrônicos...** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, Brasil, 2003. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR1005\\_0001.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR1005_0001.pdf)>. Acesso em: 27 out 2011.

SIMECS – Sindicato das Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul. Balanço Social 2012. Disponível em: <<http://www.simecs.com.br/destaques-sociais/balanco-social>>. Acesso em: 16 de junho de 2013.

SIMIÃO, 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

TCHOBANOGLIOUS, G.; KREITH, F. **Handbook of Solid Waste Management**. McGraw-Hill. 2 ed. EUA. 2002.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

VANDENBRANDE, W. W. How to use FMEA to reduce the size of your quality toolbox; **Revista Quality Progress**. v.31, n.11, p. 97-100, 1998.

WADA, C. Histórico dos Movimentos Ambientais no Brasil e no Mundo. Câmara Multidisciplinar de Qualidade de Vida – CMQV. Disponível em: <<http://www.cmqv.org/website/artigo.asp?cod=1461&idi=1&moe=212&id=17071>>. Acesso em: 20 jun 2012.

ZAMORANO, M.; GRINDLAY, A.; MOLERO, E.; RODRÍGUEZ, M. I. Diagnosis and proposals for waste management in industrial areas in the service sector: case study in the metropolitan area of Granada (Spain). **Journal of Cleaner Production**, n. 19, p. 1946-1955, Elsevier, 2011.



## APÊNDICE A

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS – PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 1 de 7
---------------------	--	--

### 1 – Informações Gerais

#### 1.1 – Identificação do Empreendedor:

- Razão Social:
- Nome Fantasia:
- CNPJ:
- Endereço:
- Cep: Cidade: Estado:
- Licença de Operação nº: Validade da LO:
- Telefone: Fax:
- Responsável Legal pela Empresa: CPF:

#### 1.2 – Responsável Técnico pela Atividade:

- Nome:
- Endereço:
- Telefone:
- E-mail:
- CREA – RS:

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS – PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 2 de 7
---------------------	--	--

### **1.3 – Responsável Técnico pela Elaboração do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais:**

- Nome:
- Endereço:
- Telefone/Fax:
- E-mail:
- CREA – RS:
- CRQ-V:
- ART nº:

### **1.4 – Caracterização do Empreendimento:**

- Atividade:
- Número de funcionários:
- Número de horas trabalhadas diariamente:

## **2 – Objetivo do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais**

O presente plano tem como objetivo estabelecer procedimentos para o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais gerados no processo produtivo da EMPRESA, buscando a minimização da geração destes resíduos e proporcionando aos resíduos gerados um correto manejo, acondicionamento, armazenamento temporário e destinação segura, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS – PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 3 de 7
---------------------	--	--

preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. Este plano foi elaborado a partir de bases normativas e legais vigentes, em especial, Lei Federal 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### 3 – Caracterização dos resíduos:

A Tabela 1 apresenta o volume médio de resíduos sólidos industriais gerados mensalmente, na respectiva unidade, por classe, tipo e etapa de geração.

Tabela 1 – Resíduos Industriais Gerados.

Item	Descrição do Resíduo	Classe	Quantidade	Unidade	Ponto de Geração
01	Solvente Contaminado	I		L	Pintura
02	Outros Resíduos Perigosos - Classe I – Característica Inflamável	I		m <sup>3</sup>	Pintura e Montagem de acabamento.
03	Outros Resíduos Perigosos - Classe I – Característica Não Inflamável	I		m <sup>3</sup>	Recebimento, Corte, Dobra, Solda, Pintura, Montagem da Estrutura e Montagem de Acabamento
04	.	.	.	.	.

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS – PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 4 de 7
---------------------	--	--

#### 4 – Acondicionamento e Armazenamento dos Resíduos:

Todos os resíduos devem estar devidamente acondicionados conforme especificado na Tabela 2 e identificados com os respectivos rótulos de identificação.

Tabela 2 – Acondicionamento e armazenamento temporário dos resíduos.

Item	Descrição do Resíduo	Acondicionamento	Armazenamento
01	Solvente Contaminado	Tambor 200 L	Área Coberta (Depósito Inflamáveis)
02	Outros Resíduos Perigosos - Classe I – Característica Inflamável	Caçamba/Container	Central de Resíduos
03	Outros Resíduos Perigosos - Classe I – Característica Não Inflamável	Caçamba/Container	Central de Resíduos
04	.	.	.

#### 5 – Destinação Final dos Resíduos:

As **destinações**, para cada tipo de resíduo gerado estão discriminadas na Tabela 3 e deverão estar devidamente autorizadas e licenciadas pelo órgão ambiental competente, quando implementado e executado este plano.

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS –          PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 5 de 7
---------------------	---	--

O **PGA 01** é o procedimento ambiental que apresenta os passos/orientações e a documentação necessária para o correto transporte e destinação dos resíduos industriais.

O **transporte** dos resíduos industriais será realizado em conformidade com a legislação vigente, por empresa de transporte devidamente cadastrada e licenciada pelo órgão ambiental competente.

O **licenciamento ambiental** dos receptores dos resíduos industriais é monitorado e atualizado, mensalmente, conforme registro ambiental RGA-03.

Tabela 3 – Destinação Final dos resíduos gerados.

Item	Discriminação	Destinação	Razão social do receptor	CNPJ	Endereço
01	Solvente Contaminado	Reciclagem Externa			
02	Outros Resíduos Perigosos - Classe I – Característica Inflamável	Co-processamento			
03	Outros Resíduos Perigosos - Classe I – Característica Não Inflamável	Aterro Industrial Classe I			
04	.	.			

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS – PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 6 de 7
---------------------	--	--

## 6 – Plano de Capacitação:

Todos os funcionários responsáveis pela segregação e acondicionamento dos resíduos serão treinados conforme cronograma do setor de treinamento e na integração de novos funcionários. Os funcionários do Setor de Engenharia Ambiental passam por um treinamento específico quanto aos itens, procedimentos e gerenciamento deste plano.

## 7 – Plano de Emergência Ambiental

As situações de risco às emergências ambientais estão contempladas no Plano de Emergência Ambiental Neobus - PEAN, descrito no procedimento ambiental **PGA 05**, o qual estabelece uma sistemática/procedimentos para o atendimento rápido e eficaz às situações de emergência ambiental que possam vir a ocorrer na empresa, visando à preservação do meio ambiente, da saúde dos funcionários e da segurança e sossego da vizinhança.

## 8 – Minimização da Geração de Resíduos e Metas Estabelecidas

As metas para minimização da geração de resíduos estão inseridas no PMPR – Plano de Metas para Participação nos Resultados, onde consta a sistemática e indicadores para controle e monitoramento das mesmas.

Logotipo da Empresa	PROCEDIMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL <b>PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS – PGRSI</b>	<b>PGA 04</b> Revisão 00 Pág. 7 de 7
---------------------	--	--

## 9 – Responsabilidade e Autoridade

A responsabilidade pela implantação e manutenção deste plano de gerenciamento de resíduos sólidos industriais é do Setor de Engenharia Ambiental.

## 10 – Histórico de Alterações

REVISÃO	DATA	MODIFICAÇÃO/ ALTERAÇÃO	ELABORADO	APROVADO
00	20/08/2012	Elaboração do Plano.	Ana Paula da Silva	