



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

ANDERSON FERNANDES PORTILHO

**GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA  
EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO**

FLORIANÓPOLIS, SC - BRASIL  
AGOSTO, 2016

ANDERSON FERNANDES PORTILHO

**GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA  
EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental com Ênfase em Gestão Ambiental do Departamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL  
AGOSTO, 2016

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

PORTILHO, Anderson Fernandes

GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA EMPRESA  
DO SETOR AUTOMOTIVO / ANDERSON FERNANDES PORTILHO;  
orientador, Armando Borges de Castilhos Junior - Florianópolis, SC, 2016. 146 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Gestão e tratamento de resíduos sólidos. 3. Fundação.  
4. ABNT NBR 10.004/2004. 5. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. I. Castilhos  
Júnior, Armando Borges. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.



ANDERSON FERNANDES PORTILHO

**GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA  
EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO**

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Florianópolis, 18 de julho de 2016.

---

Prof. Maurício Luiz Sens, Dr.  
**Coordenador do Curso**

---

Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior  
Universidade Federal de Santa Catarina  
**Orientador**

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Cláudia Lavina Martins, Dr<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Marlon André Capanema, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Dedico especialmente à minha mãe  
Clemência Fernandes Portilho e ao  
meu pai José Portilho Filho (*in  
memorian*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais uma etapa vencida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior, pela oportunidade e ensinamentos.

Aos colaboradores da Empresa Gibbs Brasil Die Casting Ltda, pela atenção e dedicação para o fornecimento das informações necessárias.

Aos colegas do Mestrado pela ajuda no decorrer do curso.

Aos profissionais do ICE pelo suporte durante o curso.



*Deus nos concede, a cada dia,  
uma página de vida nova no  
livro do tempo. Aquilo que  
colocarmos nela, corre por  
nossa conta.*

*Chico Xavier*

## RESUMO

Este estudo busca descrever a gestão e o tratamento de resíduos sólidos (GTRS) de uma empresa do setor automotivo; e o conjunto de ações normativas, operacionais, e de planejamento. Medidas adotadas pela empresa de segregação, coleta, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte, reciclagem, minimização, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados nos processos de fundição de alumínio, injeção, rebarbação, jateamento, usinagem, embalagem e expedição das peças de alumínio fabricadas pela empresa. As metodologias adotadas neste trabalho foram: levantamento de dados técnicos do processo de fundição, rebarbação e usinagem de peças e levantamentos qualitativos e quantitativos dos resíduos sólidos gerados, sua classificação conforme a norma ABNT NBR 10.004/2004 e sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos conforme a LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos. Como resultado do trabalho, foi realizada uma análise comparativa dos resultados do antes e depois da implantação da gestão de resíduos sólidos industriais, praticado pela organização em estudo.

**Palavras-chave:** Fundição de alumínio, resíduos sólidos, gestão e tratamento de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

This study aims to describe the management and treatment of solid waste (GTRS) of an automotive company; and the set of normative, operational and planning. Measures adopted by the segregation of business, collection, packaging, temporary storage, transportation, recycling, minimization, treatment and final disposal of solid waste generated in the aluminum casting process, injection, grinding, sandblasting, machining, packaging and shipment of aluminum parts manufactured by the company. The methodologies used in this study were: collection of technical data of the casting process, grinding and machining parts and qualitative and quantitative surveys of solid waste generated, their classification according to ABNT NBR 10.004 / 2004 and on the guidelines for the integrated management and solid waste management according to Law No. 12,305, of August 2, 2010 National Policy on solid waste. As a result of the work was carried out a comparative analysis of the results before and after the implementation of management of industrial solid waste, practiced by the organization under study.

**Keywords:** aluminum casting, solid waste management and treatment of solid waste.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma: Caracterização e Classificação de Resíduos _	26
Figura 2 - Fluxograma Representativo da Hierarquia no Gerenciamento de Resíduos	35
Figura 3 - Evolução das Tecnologias e Procedimentos de Proteção Ambiental.	41
Figura 4 - Localização Geográfica da Gibbs Brasil no Município de Contagem – MG	52
Figura 5 – Fluxograma de Etapas para o Desenvolvimento da GTRS, Considerando os Aspectos de Gestão Ambiental	53
Figura 6 - Fluxograma do Processo de Fabricação de Peças de Alumínio da Empresa	62
Figura 7 - Fluxograma com Identificação dos Resíduos Sólidos Gerados nos Processos, que Geram Resíduos Sólidos com Identificação de Hexágono na Cor Vermelha	65
Figura 8 - Área Destinada à Armazenagem dos Lingotes de Alumínio.	66
Figura 9 - Área dos Fornos de Fusão de Alumínio	67
Figura 10: Descrição dos Principais Resíduos Sólidos Gerados no Processo de Fabricação Fusão dos Lingotes de Alumínio	69
Figura 11: Área das Máquinas Injetoras de Alumínio	70
Figura 12: Descrição dos Principais Resíduos Gerados Sólidos no Processo de Injeção de Peças de Alumínio	72
Figura 13: Área de Rebarbação das Peças de Alumínio.	73
Figura 14: Prensa Rebarbadora Utilizada para Remoção das Rebarbas e Canais de Injeção das Peças	74
Figura 15: Descrição dos Principais Resíduos Sólidos Gerados no Processo de Rebarbação das Peças de Alumínio	75
Figura 16: Equipamento Utilizado para o Jateamento das Peças de Alumínio	75
Figura 17: Descrição dos Principais Resíduos Sólidos Gerados no Processo de Jateamento das Peças de Alumínio	77
Figura 18: Área de Usinagem das Peças de Alumínio	78
Figura 19: Descrição dos Principais Resíduos Sólidos Gerados no Processo de Usinagem das Peças de Alumínio.	80
Figura 20: Área de Embalagem e Empacotamento das Peças de Alumínio	81
Figura 21: Descrição dos Principais Resíduos Sólidos Gerados no Processo de Embalagem das Peças de Alumínio	83
Figura 22: Área de Expedição Peças de Alumínio	84

Figura 23: Descrição dos Principais Resíduos Sólidos Gerados no Processo de Expedição	86
Figura 24: Fluxograma das Etapas para a Implantação do Plano de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS)	93
Figura 25: Coleta Seletiva dos Resíduos Sólidos	96
Figura 26: Coletores no Padrão de Cores da Coleta Seletiva, Disponibilizados na Linha de Produção	97
Figura 27: Borra de Alumínio Utilizado pela Empresa como Reuso	98
Figura 28: Briquetadeira de Cavacos, Cavaco de Usinagem e o Cavaco Briquetado	99
Figura 29: Modelo de Caçamba Utilizada pela Empresa para Recolher o Óleo de Corte	100
Figura 30: Fluxograma - Depósito Temporário de Resíduos Sólidos	102
Figura 31: Depósito de Resíduos da Empresa, onde os Resíduos são Armazenados Temporariamente	104
Figura 32: Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Sólidos Classe II	104
Figura 33: Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Classe II	105
Figura 34: Planilha Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Gerados	111
Figura 35: Fluxo dos Resíduos Sólidos Gerados nos Fornos Fusórios, Injeção, Rebarbação e Jateamento	120
Figura 36: Fluxo dos Resíduos Sólidos Gerados na Usinagem, Embalagem, Almoarifado e Expedição.	121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Instrumentos de Gestão de Resíduos Sólidos _____	37
Tabela 2: Levantamento dos Resíduos Sólidos Gerados nos Processos de Produção da Empresa Ano Base 2015 _____	87
Tabela 3: Continuação - Levantamento dos Resíduos Sólidos Gerados nos Processos de Produção da Empresa Ano Base 2015 _____	88
Tabela 4: Classificação dos Resíduos Gerados de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004 _____	89
Tabela 5: Destino Final dos Resíduos Sólidos Gerados nos Setores de Produção _____	90
Tabela 6: Padrão para a Coleta Seletiva na Empresa _____	95
Tabela 7: Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Sólidos. _____	103
Tabela 8: Lista das Licenças Ambientais dos Receptores dos Resíduos da Empresa. _____	106
Tabela 9: Formas de Destinação dos Resíduos Sólidos Gerados. ____	107
Tabela 10: Objetivos, Metas e Indicadores para Acompanhamento da GTRS _____	109
Tabela 11: Comparativo entre a Situação Original e a Situação Atual, após o Plano de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos _____	113
Tabela 12: Situação Original e Melhorias após Implantação _____	116
Tabela 13: Situação Original e Melhorias após Implantação. _____	117
Tabela 14: Situação Original e Melhorias após Implantação _____	118
Tabela 15: Situação Original e Melhorias após Implantação _____	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIFA: Associação Brasileira de Fundição.  
ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.  
BDA: Banco de Declarações Ambientais  
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente.  
EPI: Equipamento de Proteção Individual  
FEAM: Fundação Estadual do Meio Ambiente.  
FIENG: Federação das Indústrias de Minas Gerais.  
GTRS: Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos  
ICE: Instituto de Competências Empresariais.  
IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.  
ISO: *International Organization for Standardization*.  
NBR: Norma Brasileira  
ONU: Organização das Nações Unidas.  
PNMA: Política Nacional do Meio Ambiente  
PNRS: Política Nacional dos Resíduos Sólidos  
SENAI: Sistema Nacional da Indústria  
SESMT: Serviços de Segurança e Medicina do trabalho.  
SINIR: Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de resíduos Sólidos.  
SUPRAM: Superintendência Regional de Minas Gerais.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
1.1	1.1 JUSTIFICATIVA .....	20
1.2	OBJETIVOS .....	20
1.2.1	Objetivo geral.....	20
1.2.2	Objetivos específicos.....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>23</b>
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS: CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO .....	23
2.2	RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS .....	27
2.3	MANUSEIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	28
2.4	SEGREGAÇÃO E TRANSPORTE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	29
2.5	TREINAMENTO DE PESSOAL PARA MANUSEIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	32
2.6	GERENCIAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EVOLUÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	33
2.7	MINIMIZAÇÃO, REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	42
2.8	TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	47
2.9	LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO PERTINENTE A RESÍDUOS SÓLIDOS .....	49
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>51</b>
3.1	ORGANIZAÇÃO EM ESTUDO .....	51
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	53
3.2.1	Método de Pesquisa.....	54
3.3	FORMAS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	55



<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>61</b>
4.1	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL .....	61
4.2	PROCESSO DE PRODUÇÃO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	64
4.2.1	Processos de Fabricação E Geração de Resíduos Sólidos .	64
4.2.2	Aspectos Quali-Quantitativos dos Resíduos Sólidos Gerados .....	87
4.2.3	Classificação dos Resíduos Sólidos Gerados.....	89
4.2.4	Destino Final dos Resíduos Sólidos .....	90
4.3	PROGNÓSTICO E PROPOSIÇÕES: IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS .....	91
4.3.1	Elaboração do Plano de Gestão e Tratamento dos Resíduos Sólidos (GTRS) .....	92
4.3.2	Implantação Processo Gerenciamento Resíduos Sólidos... 94	
4.3.3	Quantificação dos Ganhos da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS) .....	112
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>123</b>
5.1	CONCLUSÕES .....	123
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	124
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>131</b>
7.1	APÊNDICE A – Formulário para roteiro de entrevista na pesquisa: Levantamento Preliminar das informações da empresa na geração e gerenciamento dos resíduos sólidos .....	131
7.2	APÊNDICE B – Formulário para coleta de dados do roteiro de entrevista na pesquisa.....	131
7.3	APÊNDICE C - Gráfico dos resíduos gerados sobre o total de alumínio fundido em 2015 da área dos fornos fusórios .....	135
7.4	APÊNDICE D - Gráfico dos resíduos gerados sobre o total de alumínio injetado em 2015 da área da fundição de peças. ....	136

7.5 APÊNDICE E – Gráfico dos Resíduos gerados sobre o total de alumínio rebarbado em 2015.....	137
7.6 APÊNDICE F - Gráfico dos resíduos gerados sobre o total de alumínio usinado em 2015.....	138
7.7 APÊNDICE G - Gráfico dos resíduos gerados sobre o total de alumínio embalado em 2015.....	139
7.8 APÊNDICE H - Gráfico dos resíduos gerados sobre o total de alumínio expedido em 2015.....	140
7.9 APÊNDICE I - Gráfico dos resíduos sólidos gerados nos setores de produção da empresa.....	141
7.10 APÊNDICE J - Gráfico da quantidade de produto fabricado e quantidade de resíduos.....	142
<b>8 ANEXOS.....</b>	<b>143</b>
8.1 ANEXO I - Fluxo de recebimento de descarga e o acompanhamento dos resíduos provenientes de grandes geradores no Aterro Industrial de Contagem.....	143
8.2 ANEXO II - Fluxograma de classificação de resíduos, segundo NBR 10004.....	
8.3 ANEXO III - Gestão de resíduos e produtos perigosos – Tratamento. Resolução Conama Nº 313 de 2002.....	145

## 1 INTRODUÇÃO

As pressões existentes no mercado automotivo para a diversificação e o aumento da oferta da cadeia de fornecedores para os componentes de produtos industrializados, principalmente fornecidos para as grandes montadoras, faz com que a cadeia de fornecedores na indústria contribua com a degradação ambiental, devido ao grande consumo de energia e de recursos naturais para produzirem os seus produtos em conformidade com os requisitos exigidos. Por outro lado, as pressões existentes do governo (legislações) e de parte da sociedade sobre as indústrias que fazem parte do segmento automotivo, vêm cada vez mais tomando força, para que o meio ambiente seja preservado. Como destaca Paula (2013), as empresas, agora, estão sendo pressionadas a demonstrar a 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.

Neste aspecto, para as indústrias do segmento automotivo, a gestão e o tratamento de resíduos sólidos (GTRS) são um tema de especial preocupação devido à diversidade e o grande volume gerado e, ainda, os possíveis impactos ambientais, tais como redução de recursos minerais e aumento da geração de resíduos sólidos industriais. 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 da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS). Estes fatores motivaram o desenvolvimento deste trabalho acerca do tema Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos em uma indústria do segmento automotivo, localizada na Cidade de Contagem, Minas Gerais, a qual possuía um programa de destinação dos resíduos sólidos industriais que não atendia plenamente os requisitos da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS), demandando por melhorias.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Reforçando a necessidade de haver um controle quanto à gestão dos resíduos sólidos gerados por indústrias do segmento de fundição injetada que atendem o mercado automotivo, para identificar a diversidade dos mesmos como, por exemplo, resíduos metálicos, plásticos, papéis e papelão, borras de alumínio, e, então, para serem adequadamente gerenciados e para que tenham o tratamento mais adequado e/ou até o seu destino final como rejeito. Diante do exposto, a relevância acadêmica do presente trabalho apresenta uma sistemática para a implantação de um plano de gestão e tratamento de resíduos sólidos em uma indústria do setor automotivo, de maneira que venha buscar ações dentro dos seus processos produtivos que contribuam com a não geração e/ou minimização de resíduos sólidos gerados, bem como ações que venham a contribuir com a diminuição dos desperdícios da organização, visando contribuir para o desenvolvimento sustentável e ao atendimento da legislação e a permanência no mercado que atua.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral, a partir da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, propor e implantar melhorias na Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS) de uma empresa de fundição injetada que atua no segmento automotivo

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e classificar os principais resíduos sólidos gerados nos processos de fabricação da empresa e classificá-los de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004.
- Implantar a Gestão de Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS) para a empresa foco deste estudo.
- Avaliar os potenciais ganhos associados à Gestão e o Tratamento dos Resíduos Sólidos (GTRS), gerados nos processos de fabricação de peças injetadas de alumínio.

- Disponibilizar informações qualitativas dos principais resíduos sólidos gerados, de modo a auxiliar no desenvolvimento da GTRS em seus processos de fabricação.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas importantes questões relacionadas aos resíduos sólidos gerados, sua classificação e caracterização, resíduos sólidos industriais, gestão dos resíduos sólidos, Legislação e Normalização pertinente e a Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS). E uma abordagem sobre uma indústria de fundição de alumínio do segmento automotivo. O processo de fundição para fabricação de peças de alumínio no segmento automotivo consiste, essencialmente, em encher com metal líquido a cavidade de um molde cujas dimensões e formas correspondem às das peças a serem obtidas. Após a solidificação e resfriamento obtêm-se as peças com formas e dimensões, geralmente, quase definitivas, pois, em muitos casos, as peças são usinadas antes de estarem em condições de utilização.

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Silva, (2008) relata que, devido à heterogeneidade dos resíduos produzidos nas indústrias do setor automotivo, fica impossibilitado o estabelecimento de normas internacionais. Os mesmos autores afirmam que os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua fonte que os geram, os tipos de materiais, composição química e sua periculosidade.

De acordo com Zanta e Ferreira (2003), a classificação dos resíduos sólidos é baseada em características e propriedades identificadas. A ABNT NBR 10.004/2004 classifica os resíduos de acordo com as suas características físicas, químicas e infectocontagiosas, podendo representar risco à saúde pública e ao ecossistema.

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. Algumas das diferentes formas de se classificar dos resíduos sólidos podem ser definidas: 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.

Uma maneira de se classificar que é bastante atribuída, em termos de gerenciamento dos resíduos sólidos 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 alumínio 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).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 10.004 (2004), existem 3 classificações:

- I- **Resíduos classe I: Perigosos** - aqueles que apresentam periculosidade, ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade.
- II- **Resíduos classe IIA: Não perigosos / Não-inerte** - estes resíduos podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- III- **Resíduos classe IIB: Não perigoso / Inerte** - são quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.



Os resíduos classe I (perigosos) são aqueles que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade ou patogenicidade (ZANTA; FERREIRA, 2003).

Os resíduos de classe IIA (não inertes) apresentam as seguintes características: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilização em água, ou seja, não se enquadram na classe I ou classe II B. (ABNT NBR 10.004, 2004).

Já os resíduos classe IIB (inertes), possuem as características próprias não oferecendo riscos à saúde humana e a meio ambientes (ZANTA; FERREIRA, 2003).

Segundo a ABNT NBR 10.004, (2004) os resíduos classe II B podem ser:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007 e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor conforme o anexo G (ABNT, 2004)

Segundo o fluxograma da Figura - 01, caso o resíduo sólido seja de origem conhecida nos processos de produção de uma empresa e conste nos anexos A e B, será considerado classe I - Resíduo perigoso. Caso o resíduo seja de origem desconhecida ou não conste nos anexos A e B, deve ter suas características de inflamabilidade, corrosividade reatividade, toxidade e patogenicidade verificadas. Caso possua no mínimo uma dessas características, o mesmo é considerado classe I - Resíduo perigoso; em caso negativo, classe II - Resíduo não perigoso.

Para verificar se o resíduo é considerado classe IIA - Resíduo não perigoso - Não inerte ou classe IIB - Resíduo não perigoso - Inerte, deverá ser analisado se existem constituintes em concentrações superiores ao descrito no anexo G. Caso haja algum constituinte acima do máximo permitido, o resíduo é classe IIA - Resíduo não perigoso - Não inerte; em caso negativo, classe IIB - Resíduo não perigoso - inerte.

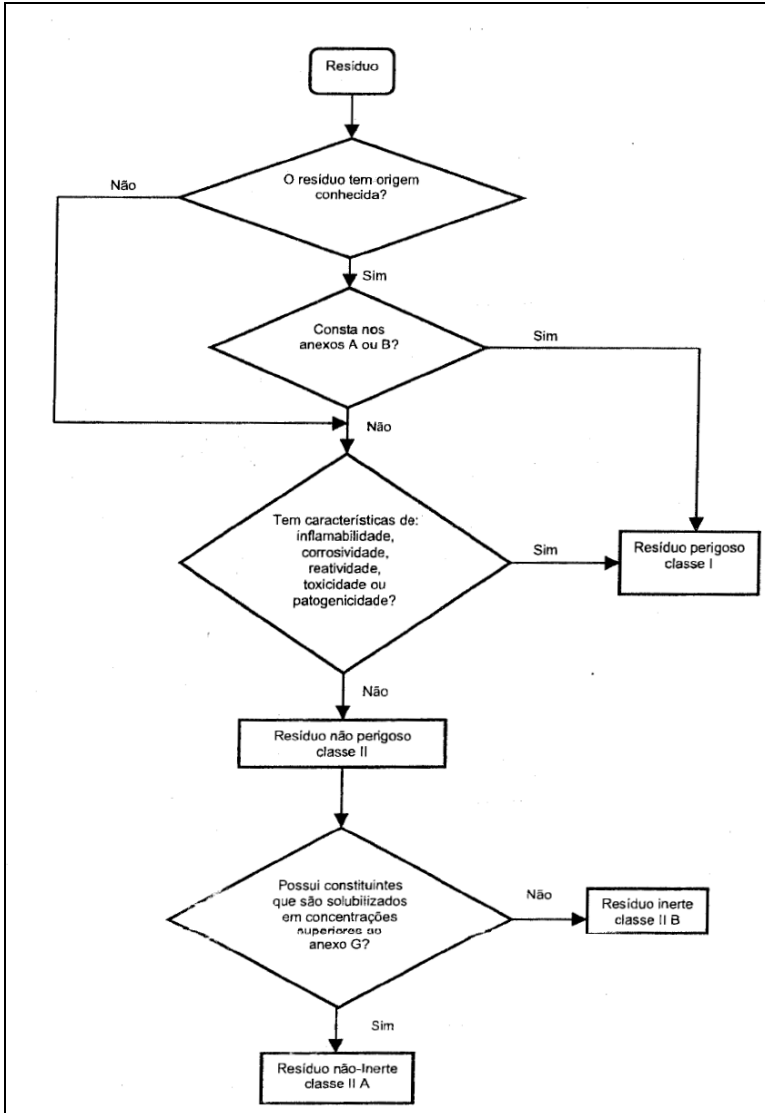


Figura 1 - Fluxograma: Caracterização e classificação de resíduos

Fonte: NBR 10.004:2004

Ferreira (2002) ressalta que as características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos e sua composição qualitativa e

quantitativa são de fundamental importância para a iniciação de um sistema adequado de gerenciamento de resíduos.

A quantidade e qualidade dos resíduos gerados podem ser determinadas através de métodos estimativos, ou pesquisa *in loco* (ZANTA; FERREIRA, 2003).

A quantidade exata dos resíduos sólidos gerados torna-se difícil, devido à reciclagem, a reutilização, o armazenamento e em alguns casos a disposição inadequada, em locais clandestinos (Morais, 2007).

Martinho e Gonçalves (2000) ressaltam que a quantidade de resíduos gerados pode ser expressa em peso ou volume.

## 2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Conforme relatório de pesquisa IPEA (2012) diagnóstico dos resíduos sólidos industriais, inventário do estado de Minas Gerais O estado de Minas Gerais elaborou inventários de resíduos industriais em 2003, 2007, 2008 e 2009. Também realizou o Inventário de Resíduos Industriais e Minerários, ano base 2009, no âmbito do projeto estruturador do governo do estado. Otimização de sistemas de gestão adequada de resíduos sólidos por empreendimentos geradores, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (Fim). Nos módulos de Resíduos industriais e minerários, as informações prestadas referiram-se ao período de janeiro a dezembro de 2009. No início de 2008, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD), implantou o banco de dados ambientais (BDA). O módulo inventário da indústria contemplou um universo de 430 empresas e o módulo Mineração, 142 empresas, totalizando 572.

O total de resíduos inventariados em Minas Gerais, em 2009, foi de 81.400.716 t, sendo 4,04% resíduos classe I – perigosos e 95,96% classe II não perigosos. Os dez resíduos mais gerados foram: I) rejeitos provenientes do beneficiamento mineral; II) vinhaça; III) bagaço de cana; IV) escória de alto forno de fundição para o setor automotivo; V) escória de aciaria; VI) águas residuárias de lavagem de cana; VII) sucata de metais ferrosos e não ferrosos; VIII) águas residuárias da produção de açúcar; IX) álcool; e X) resíduo orgânico.

Sendo apresentadas as porcentagens de resíduos classe I (perigosos) 4,04 %, classe IIA (não perigosos não inertes) 94,94 % e classe IIB (não perigosos inertes) 1,03 % gerados em Minas Gerais, segundo o inventário 2009. Segundo o inventário, a maioria dos resíduos foi direcionada à destinação interna (DI), sendo que 12,49% do

total foram destinados à fertirrigação e 9,40% à utilização em caldeira. 73,68% dos resíduos teve seu destino cadastrado como “outros”.

Perucchi (2007) relata que resíduos industriais podem ser denominados como resíduos gerados nas indústrias, na qual a sua liberação ou descarte não pode ocorrer sem o devido controle.

Como afirma a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (2010), a composição dos resíduos industriais depende do processo industrial e do tipo de empresa.

Ferreira (2002) afirma que os resíduos gerados nas indústrias podem ou não ser perigosos, isto vai depender das características dos resíduos gerados.

Devido à geração desses resíduos industriais perigosos, os mesmos acabam tendo um tratamento especial, devido a sua periculosidade, isto porque caso não sejam tratados, podem acarretar danos para o meio ambiente e para a saúde humana (FEAM - MG, 2010).

### 2.3 MANUSEIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos gerados que não podem de imediato ser eliminados ou reduzidos nos processos de produção das empresas do segmento automotivo, independentemente da quantidade a ser gerada devem ser tratados adequadamente com o objetivo de serem manuseados eliminando o risco e o comprometimento com a saúde humana ou danos sofridos para com o meio ambiente. Este processo de manuseio dos resíduos sólidos gerados deve-se envolver desde o treinamento dos funcionários da empresa que irão ter o primeiro contato com os resíduos sólidos gerados até a etapa da disposição final dos mesmos. Entre estas etapas os resíduos sólidos gerados devem ainda ser identificados, classificados, segregados, acondicionados, armazenados, coletados, transportados e, quando necessário, tratados. O correto manuseio dos resíduos sólidos, apesar de não representar custos inicialmente, não pode ser desconsiderado dentro dos processos de fabricação, sendo inclusive considerado menos oneroso que a recuperação dos recursos naturais contaminados (CETESB, 2011). Não se deve deixar de considerar que mesmo a etapa do pós-processo industrial a redução da geração dos resíduos sólidos ainda pode ser alcançada dentro dos processos. O cumprimento das normas existentes e adoção de técnicas e boas práticas adequadas nas etapas de gerenciamento pode garantir, por exemplo, a redução da geração de

resíduos perigosos, quando se realiza a segregação dos resíduos na fonte, evitando que resíduos classe II sejam misturados com classe I.

## 2.4 SEGREGAÇÃO E TRANSPORTE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

- a. **A segregação dos Resíduos Sólidos:** as empresas do segmento automotivo têm como objetivo básico evitar a mistura de resíduos sólidos incompatíveis, contribuindo para o aumento da qualidade dos resíduos sólidos que possam ser recuperados ou reciclados e diminuir o volume de resíduos perigosos ou especiais a serem tratados ou dispostos (ROCCA, 1993).

Sendo assim, a segregação possibilitará a aplicação de técnicas nas etapas dos processos de fabricação que os resíduos sólidos recicláveis não sejam contaminados ou tenham sua qualidade comprometida, podendo então retornar a cadeia produtiva para fabricação de novos produtos, com o menor custo possível.

Para as empresas do segmento automotivo a venda de resíduos sólidos recicláveis poderá se tornar fonte adicional de renda, além de contribuir com a redução dos custos de disposição final, porém devem procurar a redução dos mesmos em seus processos. Rocca (1993) aponta que este ganho, aparentemente, pode não ser interessante quando a quantidade de resíduos gerados é pequena, mas ao se computar os custos de transporte e disposição final, provavelmente, esta ideia poderá se modificar.

Para facilitar o processo de separação dos resíduos sólidos, pode-se utilizar o código de cores apresentado pela Resolução CONAMA n.º 275/2001:

- Azul – papel/papelão;
- Vermelho – plástico;
- Verde – vidro; Amarelo – metal;
- Preto – madeira;
- Laranja – resíduos perigosos;
- Branco – resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo – resíduos radioativos;
- Marrom – resíduos orgânicos;
- Cinza – resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Este código de cores deverá ser utilizado nos contêineres coletores e locais de armazenamento dos resíduos sólidos, sendo que os funcionários que foram treinados devem estar devidamente aptos e instruídos quanto ao significado de cada cor e os riscos associados para com o manuseio destes resíduos sólidos. Desta forma, além de facilitar a segregação dos resíduos sólidos gerados nos processos de fabricação o código de cores serve como orientação a ser seguida e cumprida para os funcionários, evitando e prevenindo acidentes que possam ocorrer com o manuseio dos resíduos sólidos gerados.

**b. Transporte dos Resíduos Sólidos:** gerados pelas empresas do segmento automotivo que venham a ser transportados interna e externamente, devem seguir alguns procedimentos aprovados pelas empresas e que atendam aos requisitos da legislação vigente.

O transporte interno dos resíduos gerados é realizado a partir do ponto de geração identificado no processo industrial até os pontos de armazenamento definidos nas empresas. Este transporte deve ser realizado a partir de rotas pré-estabelecidas e aprovadas; os equipamentos utilizados para com este transporte devem ser compatíveis com o volume, peso e forma do resíduo sólido a ser acondicionado/transportado; e os funcionários envolvidos com esta tarefa, devem ser adequadamente treinados e habilitados.

De maneira geral, nas indústrias brasileiras é utilizado todo e qualquer equipamento disponível no momento e frequentemente os próprios operários transportam manualmente os resíduos. São assim, utilizados para o transporte interno: carrinho de mão, empilhadeiras, caminhonetes, caminhões de carroceria aberta basculante ou não e caminhões tipo poliguindastes (ROCCA, 1993).

A NBR 13.221/2000, que dispõem sobre o transporte terrestre de resíduos, apresenta os requisitos gerais para esta atividade:

- O transporte deve ser feito por meio de equipamentos adequados, obedecendo às regulamentações pertinentes;
- O estado de conservação do equipamento de transporte deve ser tal que, durante o transporte, não permita o vazamento ou derramamento do resíduo;
- O resíduo, durante o transporte, deve estar protegido de intempéries, assim como deve estar devidamente acondicionado para evitar o seu espalhamento na via pública ou via férrea;

- Os resíduos não podem ser transportados juntamente com alimentos, medicamentos ou produtos destinados ao uso e/ou consumo humano ou animal ou com embalagens destinadas a estes fins;
- O transporte de resíduos deve atender à legislação ambiental específica, quando existente, bem como deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente, devendo informar o tipo de acondicionamento;
- A descontaminação dos equipamentos de transporte deve ser de responsabilidade do gerador e deve ser realizada em local (is) e sistema (s), previamente autorizado (s) pelo órgão de controle ambiental competente.

O transporte de resíduos, além de atender a todos os requisitos da norma, deve ser realizado por transportador devidamente autorizado e licenciado. No Estado de Minas Gerais é necessário consultar o Banco da FEAM, preencher o formulário digital, que se trata de um instrumento que aprova o encaminhamento de resíduos industriais a locais de reprocessamento, armazenamento, tratamento ou disposição final, licenciados ou autorizados pela FEDERAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM).

O Banco de Declarações Ambientais (BDA) consiste basicamente no preenchimento de um formulário em que constam, entre outros, a denominação, a composição, a quantidade gerada e a forma e armazenamento do excedente industrial, bem como o local para onde é enviado.

No caso de transporte terrestre de resíduos perigosos também deverão ser obedecidos os critérios de compatibilidade com as seguintes legislações:

- Decreto n.º 96.044, de 18 de maio de 1988 - Aprova o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências;
- NBR 7.500/2009 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos;
- NBR 7.501/2005 – Transporte terrestre de produtos perigosos - terminologia;
- NBR 7.503/2008 – Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope – características, dimensões e preenchimento;

- NBR 9.734/1999 – Conjunto de equipamentos de proteção individual para avaliação de emergência e fuga no transporte rodoviário de produtos perigosos;
- NBR 9.735/2009 – Conjunto de equipamentos para emergência no transporte terrestre de produtos perigosos;

No Brasil, como em todo o mundo, a modalidade de transporte mais utilizada é a rodoviária. Os veículos mais empregados no transporte de resíduos industriais são os rodoviários.

Para o transporte dos resíduos sólidos até o seu destino final, por uma empresa externa, especializada, está habilitada a realizar essa operação, conforme estabelece a legislação ambiental.

Ao chegar na empresa, o transportador licenciado se dirige até o depósito temporário de resíduos sólidos e faz a coleta das caçambas ali armazenadas. Após, o correto acondicionamento das caçambas, o transportador passa pela balança de controle de saída da fiscalização da empresa para se ter a emissão liberada da nota fiscal de venda e/ou de transporte do resíduo sólido até o seu destino final.

## 2.5 TREINAMENTO DE PESSOAL PARA MANUSEIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O primeiro contato dos resíduos sólidos gerados pelas empresas do segmento automotivo nos seus processos de fabricação é dado com os operadores e funcionários destas empresas. Desta forma, estes devem ser treinados, orientados e reciclados periodicamente para a correta forma e manuseio dos resíduos sólidos gerados evitando os riscos identificados do manuseio destes resíduos para com a própria saúde dos funcionários. Segundo a (CNI, 2011), o treinamento básico deve conter:

- Informações quanto às características e os riscos inerentes ao trato de cada tipo de resíduo;
- Orientação quanto à execução das tarefas de coleta, transporte e armazenamento;
- Utilização adequada de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) necessários às suas atividades,
- Procedimentos de emergência em caso de contato ou contaminação com o resíduo, tanto individual, quanto ambiental.



Apesar da importância do comprimento do programa e das etapas deste treinamento, Rocca (1993) afirma que “a movimentação dos resíduos nas indústrias, com raras exceções, é realizada por pessoal não qualificado”. Sem a correta informação necessária, operadores mal treinados e não capacitados acabam se expondo aos existentes riscos, que muitas vezes não podem ser identificados no momento do contato com estes resíduos, pois o resíduo sólido pode não apresentar efeitos imediatos ou visíveis para com a saúde dos funcionários, como uma intoxicação aguda ou uma queimadura, mas com o passar dos anos e o contato prolongado pode resultar em lesões e/ou distúrbios irreversíveis no organismo para com estes funcionários e mesmo danos genéticos aos seus descendentes.

## 2.6 GERENCIAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EVOLUÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- a) **Gerenciamento:** um plano de gerenciamento de resíduos sólidos refere-se a várias técnicas, envolvendo fatores operacionais, administrativos, econômicos e ambientais (MORAES, 2007). Segundo o mesmo autor para a elaboração de um gerenciamento de resíduos, devem constar as seguintes etapas: prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

Para Zanta e Ferreira (2003) um gerenciamento de resíduos sólidos deve agregar etapas entre as propostas: desde a redução dos resíduos gerados até a disposição final.

Estabelece que o primeiro item a ser verificado no sistema de gestão de resíduos é a identificação dos resíduos gerados e seu potencial efetivo causado no meio ambiente. O mesmo autor afirma que um sistema de gerenciamento de resíduos deve se adequar à realidade local, atender os critérios técnicos e potencializar a capacidade dos recursos disponíveis.

Segundo a ANBT (2004), a forma para se classificar os resíduos sólidos deve ser criteriosa e seguir os requisitos estabelecidos na norma, desde a geração até o destino final dos mesmos, empregando todas as técnicas e tecnologias compatibilizadas com a realidade local

Segundo Tochetto (2009), um sistema de gerenciamento de resíduos deve ser elaborado da seguinte maneira:

- Identificação dos resíduos gerados pela organização e seus impactos na saúde e no ecossistema;
- Conhecer o destino final de disposição dos resíduos gerados tanto na forma líquida quanto na forma sólida;
- Estabelecer uma classificação dos resíduos de acordo com uma norma técnica compreendida e aceita por todos;
- Demonstração de normas e responsabilidade no gerenciamento e eliminação dos resíduos;
- Previsão na redução dos resíduos gerados e Utilização dos tratamentos disponíveis. Existem seis etapas do sistema de gerenciamento de resíduos que serão apresentadas a seguir:
  - Redução dos resíduos produzidos: devem-se prever todas as formas possíveis de redução na geração de resíduos;
  - Acondicionamento: deve ser adequado ao manuseio e tratamento que será submetido o resíduo;
  - Acumulação interna: os resíduos devem ser acumulados em recipientes e/ou locais estanques;
  - Transporte interno: o transporte deve ser feito de forma a evitar a ruptura do acondicionamento e disseminação do resíduo;
  - Transporte externo: o transporte de resíduos deve ser feito por veículos que evitem o espalhamento e vazamento dos mesmos;
  - Disposição final dos resíduos: os resíduos devem ser dispostos de forma segura, sem gerar riscos para a saúde e impactos ambientais (...).

Paula (2013) apresenta uma hierarquia diferenciada no gerenciamento de resíduos, destacando as seguintes prioridades: não gerar, minimizar geração, reciclagem no processo, reciclagem fora do processo, tratamento e disposição final. Um fluxograma representativo do sistema de gerenciamento de resíduos pode ser observado na Figura – 02.

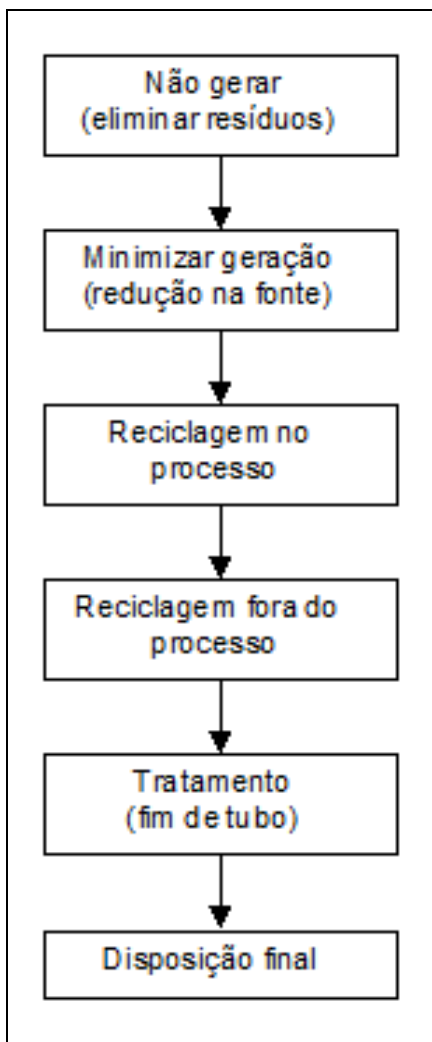


Figura 2 - Fluxograma representativo da hierarquia no gerenciamento de resíduos

Fonte: Paula, 2013.

- **Não Gerar:** Alternativas para a eliminação dos resíduos através de: *ecodesign*, reformulação de produtos, inovação de tecnologias, entre outras;

- **Minimizar:** Quando não for possível evitar a geração de resíduos, deve-se verificar a minimização dos mesmos.;
- **Reciclar dentro do processo:** Deve-se analisar e verificar todas as possibilidades de reaproveitamento dos resíduos dentro do processo industrial ;
- **Reciclar fora do processo:** Essa alternativa deve ser tomada quando todas as possibilidades de reciclar o produto no processo se esgotaram.
- **Tratamento e disposição final:** Essa etapa só deve ser executada quando todas as etapas anteriormente descritas não puderem ser realizadas, entretanto essa última etapa deve ocorrer de forma ambientalmente correta.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) estabelece os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores, do poder público, e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis. O Decreto 7.404 de 23/12/2010, regulamenta a Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional e o Comitê Orientador para implantação dos Sistemas de Logística Reversa.

A gestão de resíduos sólidos dentro dos processos de fabricação 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 sólidos 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 1 apresenta os principais instrumentos de gestão de resíduos sólidos e os seus significados (Adaptado de TCHOBANOGLIOUS, KREITH, 2002).

Tabela 1: Instrumentos de gestão de resíduos sólidos

<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 o 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 envolve 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	<p>A transferência e o transporte compreendem duas etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> A transferência e o transporte de resíduos ocorrem de um pequeno veículo de coleta para um veículo/equipamento de transporte maior;</li> <li><b>2</b> O transporte subsequente dos resíduos, geralmente para longas distâncias, para o tratamento ou disposição final. É usual que haja uma estação de transferência.</li> </ol>
Separação, processamento	<p>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.</p>
Transformação de resíduos sólidos	<p>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.</p>
Disposição	<p>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.</p>

A gestão de Resíduos sólidos (GRS) consiste em coletar, transferir, tratar, reciclar, recuperar recursos e dispor dos mesmos em áreas urbanas. A GRS é uma das principais responsabilidades dos governos locais e um serviço complexo envolvendo capacidade organizacional, técnica, gerencial e cooperação apropriada entre numerosos agentes em ambos os setores privado e público (BARROS, 2012).

A GRS engloba: coleta e armazenamento dos resíduos sólidos, limpeza das ruas e de drenos, transferência, transporte e disposição dos resíduos sólidos e recuperação de recursos. A GRS envolve ainda manutenção e reparo de veículos; gerenciamento financeiro; atividades administrativas e planejamento estratégico e de desenvolvimento. A importância da implantação da GRS se dá pelo fato de que os problemas identificados e relacionados aos resíduos sólidos têm se intensificado nas sociedades modernas e/ou industriais, implicando a deterioração da qualidade de vida nos grandes centros urbanos e a extinção da flora e fauna nativas.

Os resíduos sólidos urbanos gerados pela sociedade em suas diversas atividades resultam em riscos à saúde pública, provocando degradação ambiental, além dos aspectos sociais, econômicos e administrativos envolvidos na questão (ASSIS, 2012).

Barros (2012) também salienta que com a GRS consegue-se satisfazer às demandas de todos os cidadãos; promover a saúde e o bem-estar da população; proteger a qualidade e garantir a sustentabilidade do ambiente urbano; preservar os recursos naturais, desde sua extração, passando por sua transformação, até a disposição final dos resíduos sólidos; aumentar a eficiência e a produtividade da economia e gerar emprego e renda.

Com o maior aumento do poder de compra, cada vez mais se consome nos grandes centros urbanos e regiões industriais do Brasil. As pessoas estão se desfazendo de seus bens com muita facilidade e rapidamente sem se considerar o tempo de uso e consequentemente adquirem novas coisas, criando e fomentando a cultura do desperdício acelerado e da geração de um número maior de resíduos sólidos e assim gerando e acumulando cada vez mais lixo.

Nas indústrias do segmento automotivo a realidade é bem parecida, mas os aspectos são outros. A falta de planejamento e de controle sob seus processos produtivos leva a gastos desnecessários e aquisições impensadas, o que se resulta, em algumas vezes, na geração de um maior volume de resíduos sólidos e consequentemente a um

maior desperdício tendo como consequência um maior prejuízo financeiro no resultado final.

De acordo com Souza:

A questão do resíduo / lixo também está relacionada à cultura do consumo que atende às metas e os interesses de crescimento constante do MPCC [Modo de Produção e Consumo Capitalista]. Desse modo, modificação técnica e tecnológica, assim como a simples maquiagem dos produtos, são concebidos para chamar a atenção, proporcionar conforto e praticidade. Mas, ao mesmo tempo, aumenta o consumo, a quantidade de produtos descartáveis e não degradáveis e, por conseguinte, o volume de resíduo / lixo (SOUZA, 2000, p. 41).

Dados levantados e divulgados pela FEAM, através da Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos, apontam que em 2003 19,8% da população urbana tinha acesso aos sistemas de disposição final de resíduos, mas em 2010 este número chegou a 52,63% (ASSIS, 2012).

Já as empresas que passaram a adotar medidas para a redução e de reutilização dos resíduos sólidos gerados, além de estarem contribuindo com o Meio Ambiente, agregam valor aos seus processos produtivos e passam a perceber que o que antes era desprezível, atualmente se tornara uma mercadoria de valor.

D’Almeida e Vilhena (2000) dizem que “O lixo se tornou uma ‘mercadoria’. Era ‘resto’ de um valor de uso e adquiriu um “novo” valor de troca”.

**b) Gestão de Resíduos Sólidos:** o desafio das empresas do segmento automotivo no que diz respeito à gestão dos resíduos sólidos, é muito grande uma vez que as tecnologias utilizadas, na maioria das empresas, são arcaicas e ultrapassadas, proporcionando vazamentos, muita mão de obra na operação e um uso indiscriminado de energia.

Para se alcançar a eficácia e eficiência na gestão dos resíduos é fundamental se reduzir a geração de resíduos e esta redução estão ligadas a duas condicionantes a tecnologia do processo e a execução das operações. Estas duas condicionantes devem evoluir ambientalmente para tecnologias e operações mais adequadas.



Segundo Barros (2012), a evolução das tecnologias deve ocorrer da direita para a esquerda e de baixo para cima. Conforme a Figura 3, que destaca a evolução das tecnologias e procedimentos de proteção ambiental.

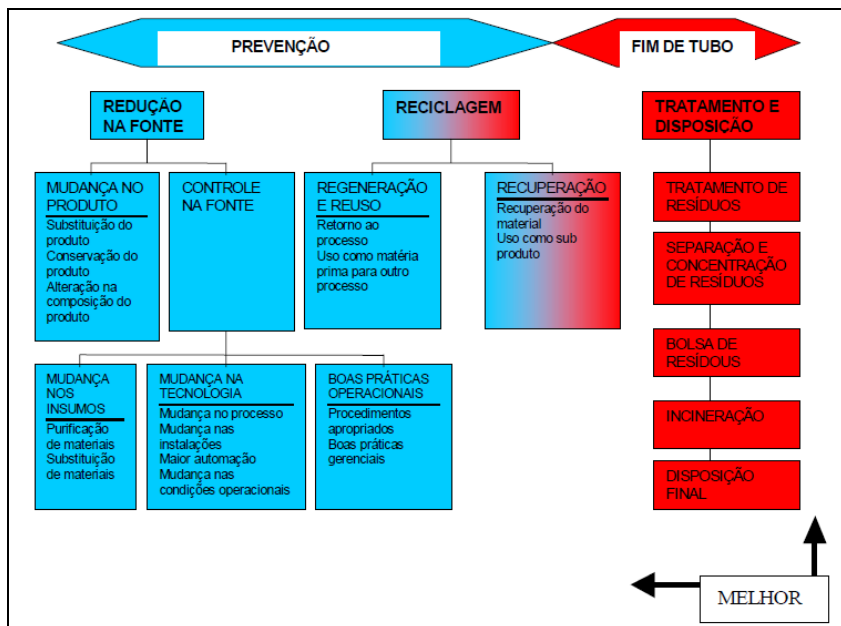


Figura 3 - Evolução das tecnologias e procedimentos de proteção ambiental.

- c) **Evolução da Gestão de Resíduos Sólidos:** Com a evolução da gestão de Resíduos Sólidos é, em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, e dos resíduos sólidos, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos, para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas, as características sociais, industriais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais. Para tanto, as ações normativas, operacionais, financeiras e de

planejamento que envolvem a questão devem se processar de modo articulado, segundo a visão de que todas as ações e operações envolvidas encontram-se interligadas, comprometidas entre si.

Para além das atividades operacionais, a evolução gestão integrada de resíduos sólidos destaca a importância de se considerar as questões econômicas e sociais envolvidas no cenário da limpeza urbana e, para tanto, as políticas públicas, locais ou não, que possam estar associadas ao gerenciamento do lixo, sejam elas na área de saúde, trabalho e renda, planejamento urbano etc.

Em geral, diferentemente do conceito de gestão integrada, os municípios costumam tratar o lixo produzido na cidade apenas como um material não desejado, a ser recolhido, transportado, podendo, no máximo, receber algum tratamento manual ou mecânico para ser finalmente disposto em aterros.

Trata-se de uma visão distorcida em relação ao foco da questão social, encarando o lixo mais como um desafio técnico no qual se deseja receita política que aponte eficiência operacional e equipamentos especializados.

## 2.7 MINIMIZAÇÃO, REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

**a) Minimização:** Segundo a ABIFA (2014), o primeiro conceito sobre minimização foi introduzido pela Agência Ambiental Americana em 1988, tendo como objetivo a redução na fonte, substituição de matérias primas, mudanças tecnológicas e boas práticas operacionais.

As indústrias deveriam incluir modificações na fabricação dos produtos, evitando o desperdício.

Segundo Kuhnen (1995) existem duas formas para minimização dos resíduos sólidos através de alternativas políticas: a primeira é redimensionar o processo produtivo e a segunda é a reciclagem.

Redimensionar o processo consiste na mudança no produto, utilizações de boas práticas operacionais, manutenção contínua nos equipamentos da empresa e a utilização de tecnologias mais novas.

No entanto, a adoção de tecnologias mais novas no processo industrial devem estar relacionadas com a precaução da geração dos resíduos, antes do início da produção.

Já a reciclagem consiste na transformação de um novo produto, possibilitando assim o reaproveitamento do mesmo.

A redução na fonte consiste em umas das alternativas para a minimização dos resíduos gerados, todavia essa prática muitas vezes não é realizada. Um critério adotado para a minimização dos resíduos gerados é a substituição de matérias primas que geram mais resíduos por outras que possuem as mesmas características, entretanto a quantidade de resíduos gerados será menor (Morais, 2010). A reciclagem fora do processo produtivo é considerada uma técnica de minimização, contudo a sua relevância é menor quando comparada dentro do processo. (FIEMG, 2016).

**b) Reaproveitamento:** A prevenção à poluição é uma técnica que foi definida como redução na fonte, mas não restringindo, as práticas que: Reduzam a quantidade de quaisquer substâncias, perigosas ou não, dos poluentes ou dos contaminantes que entram em qualquer fluxo de resíduos ou que são liberados no meio ambiente de outra maneira, incluindo emissões fugidias (FIEMG, 2016).

O consumo de matérias-primas pelas nações industrializadas em via de desenvolvimento aumentou nas últimas décadas, ocasionando assim um grande aumento no volume da geração de rejeitos (KUHLEN, 1995).

O reaproveitamento dos resíduos gerados pode proporcionar a diminuição da utilização dos recursos naturais, a necessidade de tratamento dos resíduos, o armazenamento e a disposição dos rejeitos gerados.

Os principais resíduos sólidos industriais gerados em metalúrgicas são as carepas, cavacos, lamas e escórias. Esses resíduos gerados podem ser reaproveitados no processo como matéria-prima para a produção do aço. O reaproveitamento dos resíduos acaba sendo valorizado devido à questão ambiental e econômica (BNDS, 2010).

Ferreira (2002), afirma que em países mais desenvolvidos, indústrias acabam se beneficiando através do reaproveitamento dos resíduos gerados umas das outras.

De acordo com Graffitti *et al.* (2002), para cada 1 tonelada de alumínio produzido são gerados em média 80 a 150 Kg de escória.

Segundo Graffitti *et al.* (2002), as características físicas e químicas do rejeito citado anteriormente, podem ser aplicados nas indústrias da siderurgia e da construção civil.

c) **Reciclagem dos Resíduos Sólidos:** nos últimos anos poucos temas têm tido tanta repercussão como à reciclagem de resíduos. O tipo de degradação mais noticiada pela mídia é a degradação causada pelo homem.

As ações antropogênicas têm uma gravidade considerável, uma vez que através delas é que ocorrem as alterações, á curto prazo, nos processos naturais (BARROS, 2012).

Desde os primórdios de sua existência, o homem, como qualquer outra espécie habitante do planeta, interage com o ambiente à sua volta modificando-o e transformando-o de acordo com suas necessidades (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Durante as etapas de fabricação de um produto é de suma importância a avaliação dos impactos ambientais para que se defina uma estratégia gerencial no que diz respeito à geração dos resíduos (BARROS, 2012). Portanto, é indispensável a avaliação de impactos ambientais para que se torne possível ter uma gestão ambiental eficaz.

De acordo com D'Almeida e Vilhena (2000):

Para efeito desta resolução [CONAMA 001, 23/01/86], considera-se impacto ambiental 'qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais' (art.1º).

Para D'Almeida e Vilhena (2000), o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) partiu das metodologias de identificação de impactos ambientais, sendo elas as Auditorias Ambientais e os Instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais, surgidas na década de 1980.

Dentre os desafios e complexidades da reciclagem dos resíduos sólidos gerados estão segundo o BNDS (2010):

- I- O volume de resíduos produzidos, justificando seu esforço e redução de sua geração;
- II- O número de agentes do setor produtivo, setor público e terceiro setor, que compartilham o gerenciamento dos resíduos sólidos;
- III- O número de participantes do processo construtivo;

- IV- Os recursos escassos para novos projetos de reaproveitamento de resíduos sólidos;
- V- O potencial de reciclagem dos resíduos sólidos;
- VI- A responsabilidade do setor público em instituir instrumentos de controle e estímulo na gestão dos resíduos;
- VII- A responsabilidade e o compromisso do setor produtivo em atender às legislações referentes ao tema.

Como vantagens, a reciclagem dos resíduos sólidos pode ser definida como a redução de matérias-primas; a conservação de matérias-primas não renováveis; contenção de resíduos depositados na malha urbana; colocação no mercado de materiais já utilizados e criação de novos postos de trabalho com mão-de-obra de baixa qualificação.

A reciclagem pode ser classificada como o ciclo de utilização de um material considerado velho ou obsoleto, podendo se tornar novo, completando o ciclo: “novo-velho-novo”. A nova utilização de um material ou componente implica em diversas operações, em geral de coleta, desmonte e tratamento, podendo voltar ao processo de produção (BNDS, 2010).

A reciclagem, além de representar uma redução de até 75% do custo de remoção e tratamento de doenças para o município, produz uma cadeia de benefícios de relevante importância. Estende o tempo de vida útil dos aterros, preserva os recursos naturais, transforma uma fonte de despesa em fonte de receita e impede a contaminação de novas áreas de despejo, gera economias em relação ao preço dos agregados convencionais, e sua reutilização dispensa a extração de matéria prima da natureza, conservando-a sob dois aspectos: não degrada o solo com a remoção e não polui o ar com os gases emitidos pelas máquinas e caminhões empregados na extração e transporte (CHAHUD *et al.*, 2007, p.63).

De acordo com Barros (2012), o processo de reciclagem consiste em:

- I- **Seleção preliminar:** em função da composição e da proporção dos componentes;
- II- **Limpeza:** retirada de materiais inconvenientes visando também que sejam reciclados ou reaproveitados;
- III- **Moagem/britagem:** processo de produção dos agregados segundo granulometrias desejadas a ser realizado em equipamentos específicos, isto é, britadores e/ou moinhos, caso em que o processo de seleção separa apenas madeiras, plásticos, ferros, etc., proporcionando uma massa mineral sem qualquer classificação granulométrica;
- IV- **Classificação granulométrica:** peneiramento para separação dos materiais em função do tamanho das partículas.

Portanto, o grande obstáculo na reciclagem de materiais é a contínua educação de todos os envolvidos no processo, a começar pelos próprios funcionários. É necessário promover interação com agências governamentais, além de oferecer visitas e “workshops” para introduzir um produto no mercado, bem como mostrar como eles são processados (COUTO NETO, 2007).

O reaproveitamento de resíduos é praticado desde o Império Romano e Grécia antiga. Existem relatos de uso de restos de telhas, tijolos e utensílios de cerâmica como agregado graúdo em concretos rudimentares. Aplicavam-se também estes resíduos moídos, como aglomerantes, com aproveitamento das propriedades pozolânicas dos materiais cerâmicos.

Para Couto Neto (2007), no século passado, na Alemanha, utilizaram-se restos de blocos de concreto para a produção de artefatos de concreto. Realizaram-se também, posteriormente, pesquisas pontuais de reutilização de resíduos.

Assim, com o passar do tempo, diversos países vêm adotando a reciclagem, realizadas por empresas particulares ou públicas, onde cabe aqui salientar acerca de alguns países, como por exemplo: Holanda, Dinamarca, Estados Unidos, Japão, França, Itália, Espanha, Reino Unido, Rússia e mais recentemente o Brasil.

De acordo com as normas alemãs, o material reciclado não atinge resistência mecânica eficaz para seu uso e sua densidade é muito alta para que seja aplicado.

## 2.8 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- a) **Tratamento:** FIEMG (2016), considera o tratamento de resíduos sólidos, qualquer alteração das características e de suas composições originais, possibilitando a destinação dos resíduos sólidos de maneira ambientalmente correta ou a destruição completa dos mesmos.

É considerado tratamento aquelas alternativas que geram subprodutos nos processos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos (CASTILHO JÚNIOR *et al.*, 2003, p. 53).

Na América Latina existem poucas empresas especializadas no tratamento de resíduos perigosos, além disso, as poucas empresas existentes estão aquém das necessidades atuais (ABAL, 2007).

Alguns países mais desenvolvidos como é o caso dos Estados Unidos utilizam várias técnicas para o tratamento de resíduos industriais, sendo o mais utilizado o tratamento por estabilização/solidificação. (ABAL, 2014).

Segundo ABIFA (2015) a utilização do tratamento de estabilização/solidificação é umas das técnicas mais seguras, com relação ao tratamento de contaminantes, destacando-se o tratamento de óleos, resíduos de pilhas, alguns metais pesados e Bifelinas Policloradas -PCB's.

Como informa a ABIFA (2015), a estabilização/solidificação poderia trazer benefícios ambientais e sociais. Os principais benefícios ambientais estariam voltados para a preservação e/ou conservação ambiental.

Bortolotto (2006) ressalta que existem 3 tipos de tratamento referentes a resíduos perigosos: tratamento biológico, tratamento físico-químico e tratamento químico.

O tratamento biológico consiste na utilização de microrganismos para a degradação de certas substâncias tóxicas, esse método de tratamento biológico é empregado para tratar o esgoto doméstico, porém resultados feitos com resíduos perigosos também demonstram sucesso com a utilização dessa técnica.

Alguns materiais tóxicos como: óleos, fenóis e resíduos procedentes do petróleo têm sido tratado com sucesso. Com relação aos metais pesados o tratamento biológico não chega a ser muito

eficiente, entretanto em alguns casos a remoção atinge valores superiores a 60 % (Mastella, 2007).

Tratamento físico-químico: tem como objetivo principal a separação da solução aquosa que os contém, entretanto após a separação os resíduos continuam tóxicos, contudo podem ser recuperados ou passarem por um processo de tratamento posterior (BRADASCHIA, 1978).

Paula (2013), relata que para cada tipo de resíduo perigoso é necessário um estudo detalhado para a utilização da melhor alternativa para os tratamentos físico-químicos. Um tratamento químico tem como princípio a utilização de reações químicas para o tratamento de resíduos perigosos.

Já Ferreira (2002), considera também a incineração como uma forma de tratamento de resíduos industriais.

A incineração é uma técnica muito utilizada para a redução do volume e do peso do resíduo gerado, através de uma combustão controlada (PERUCCHI, 2007).

Atualmente no Brasil são gerados por ano aproximadamente 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais, sendo que apenas 4% desse total são incinerados.

Perucchi (2007) relata que os incineradores instalados causam grandes problemas ambientais, como: emissões gasosas e de material particulado, a liberação de dioxinas e furanos, substâncias extremamente tóxicas, poluição dos recursos hídricos e do solo e insatisfação da comunidade do entorno.

**b) Disposição Final de Resíduos Sólidos:** a disposição final dos resíduos sólidos só deve ocorrer em último caso, após os resíduos receberem alguma forma de tratamento e a sua reutilização no processo não for mais possível (SILVA, 2012).

Ferreira, (2002), afirma que técnica de disposição de resíduos sólidos em aterros deve ser considerada a última alternativa, após terem sido esgotadas todas as alternativas de tratamento e redução dos resíduos em questão.

Conforme Ferreira (2002) as principais técnicas utilizadas para a disposição dos resíduos sólidos no Brasil são as seguintes: lixões, aterro controlado, aterro sanitário e aterro industrial.

Segundo Consoni; Silva; Gimenez Filho (2000), o lixão é a forma menos apropriada (inadequada) para a disposição dos resíduos



sólidos, pois se caracteriza apenas pelo simples despejo dos mesmos no solo, ocasionando malefícios ao meio ambiente e à saúde pública.

Consoni; Silva; Gimenez Filho (2000) afirmam, ainda, que o país apresenta graves problemas ambientais, com relação à destinação correta dos resíduos sólidos destacando a escassez de áreas para a disposição final dos resíduos gerados e a maneira inoperante e inadequada de administrar os aterros.

Já o aterro controlado é uma técnica de disposição, onde os resíduos sólidos são depositados no solo, sem provocar muitos danos à saúde dos seres humanos e minimizando os impactos ambientais provocados (CONSONI; SILVA; GIMENEZ FILHO, 2000).

## 2.9 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO PERTINENTE A RESÍDUOS SÓLIDOS

Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública - ABLP (2016), existem várias Leis, Decretos, Portarias do Ministério do Interior - MINTER, Resoluções, ABNT NBR pertinentes a resíduos sólidos. Entretanto foram acrescentados duas leis e um decreto estadual de suma importância com relação ao assunto, que não estavam presentes no site da ABLP.

\*Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA n° 8/91 - "Dispõe sobre a vedação de entrada de materiais residuais no país destinados a disposição final e a incineração no Brasil";

\*Resolução CONAMA n° 9/1993 - "Dispõe sobre o gerenciamento, reciclagem, descarte e disposição óleos lubrificantes usados ou contaminados";

\*Resolução CONAMA n° 07/1994 - "Dispõe sobre a importação e exportação de qualquer tipo de resíduo";

\*Resolução CONAMA n° 24/1994 - "Trata da importação e exportação de resíduos sólidos";

\*Resolução CONAMA n° 23/1996 - "Dispõe sobre o movimento transfronteiriço de resíduos e sobre resíduos perigosos";

\*Resolução CONAMA n° 313/2002 - "Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais". Enfatiza-se quanto ao Diplomas

Legais o enfoque das responsabilidades a seguir sintetizadas";

\*Portaria do Ministério do Interior - MINTER nº 53/1979 - "Dispõe sobre o tratamento e disposição final de resíduos sólidos de qualquer natureza";

\*ABNT NBR 10.004/1987 atualizada em 2004 sobre a Classificação dos Resíduos Sólidos;

\*ABNT NBR 10.005/1987 atualizada em 2004 sobre Procedimentos para a obtenção de extrato lixiviado de Resíduos Sólidos;

\*ABNT NBR 10.006/1987 atualizada em 2004 sobre Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de Resíduos Sólidos;

\*ABNT NBR 10.007/1987 atualizada em 2004 sobre Amostragem de Resíduos Sólidos;

\*Decreto - Lei nº 1.413 de/1975 "Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais";

\*Resolução CONAMA nº 023/1996 - "Regulamenta a importação e uso de resíduos perigosos";

Resolução CONAMA nº 006/1988- "Dispõe sobre o licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos";

\*Lei nº 6.938/81 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA;

\*Lei Estadual nº 13.557/2005 "Dispõe sobre a Política Estadual de

Resíduos Sólidos e adota outras providências";

e

\*Decreto Estadual nº 14.250/1981 "Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental".

\*Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010.

\*Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão apresentadas as principais características da empresa objeto de pesquisa 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 e tratamento dos resíduos sólidos gerados pela empresa.

#### 3.1 ORGANIZAÇÃO EM ESTUDO

A empresa objeto de estudo, é um fornecedor global de peças fundidas em alumínio e magnésio para a indústria automotiva. Com sede principal localizada na cidade de Henderson, no estado de Kentucky, nos Estados Unidos, a empresa conta ainda com um conjunto de oito fábricas de fundição, usinagem, montagem de componentes e construção de moldes, localizadas no Brasil, Hungria, Coréia e China.

Em 1999, a empresa foi abordada por um dos seus clientes que estava precisando de peças fundidas em alumínio com a mesma qualidade para os seus componentes como forma de atender as suas instalações na América do Sul. Foi inaugurada em janeiro de 2000. Conforme demonstrado na figura 4, a empresa alvo do estudo, está localizada na cidade de Contagem, no estado de Minas Gerais.



Figura 4 - Localização geográfica da Gibbs Brasil no município de Contagem – MG. Fonte: Google Maps, 2016.

A unidade em questão possui como escopo inicial de trabalho a fabricação de componentes para linha automotiva, principalmente os componentes que integram o compressor de ar condicionado dos veículos e peças para linha automotiva.

A capacidade de suas máquinas injetoras variam de 580 toneladas até 2600 toneladas para injeção de alumínio líquido. E todas as suas máquinas injetoras estão ligadas online a um sistema informatizado de detecção de falhas, para o monitoramento do processo durante a fabricação de cada peça.

A empresa possui Depósito Temporário de Resíduos Sólidos, que atende aos 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 variedade e o volume dos resíduos sólidos gerados nos processos de fabricação de peças injetadas em alumínio, e o atendimento à legislação vigente, preocupação com as questões ambientais relacionadas aos seus processos de produção e os impactos associados ao gerenciamento não conforme dos resíduos sólidos e a preocupação da empresa em manter-

se no mercado que atua, foram fatores determinantes que motivaram o desenvolvimento deste trabalho e sua aplicação dentro da empresa.

### 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que se possa orientar o entendimento do presente trabalho, elaborou-se um modelo de fluxograma, com as etapas da implantação da GTRS da empresa (Figura 5). Esta sistemática de trabalho é composta por cinco etapas, as quais foram descritas na seguinte sequência: diagnóstico da situação atual, identificação dos pontos críticos, geração da GTRS, implantação da GTRS e quantificação dos ganhos oriundos da GTRS.

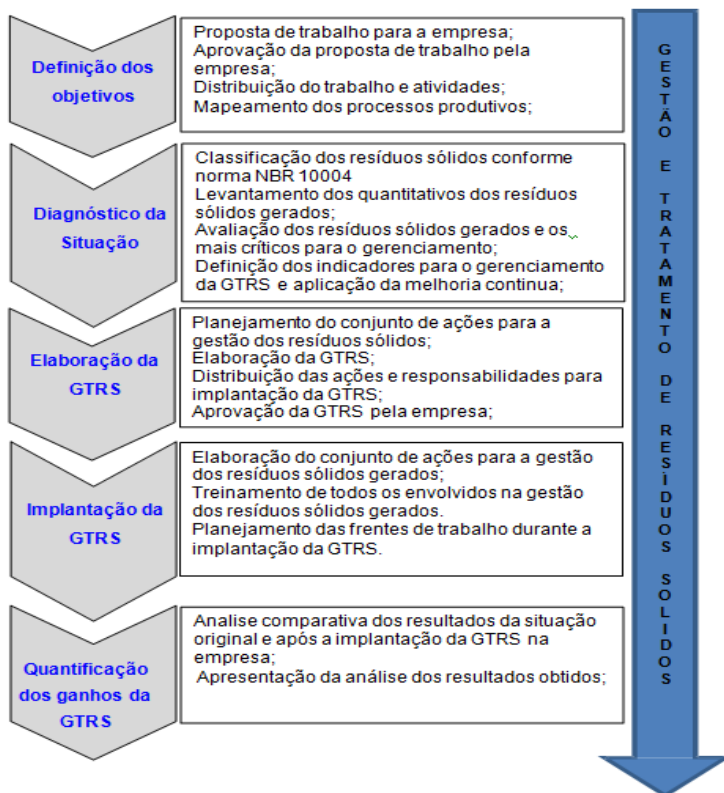


Figura 5 – Fluxograma de Etapas para o desenvolvimento da GTRS, considerando os aspectos de gestão ambiental. Fonte: Adaptado: PAULA DA SILVA (2013).

### 3.2.1 Método de Pesquisa

Para a elaboração deste trabalho, o procedimento técnico utilizado foi a pesquisa-ação, que segundo Thiollent (1997), 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. THIOLENT (1997)

Destaca que este conjunto de procedimentos técnicos 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. Salienta ainda, que a pesquisa-ação não se restringe aos aspectos práticos, tanto é que a mediação teórico-conceitual se torna presente ao longo de todas as etapas e fases da pesquisa.

Baseando-se neste contexto, este estudo teve como uma revisão da literatura. O estudo teve como abordagem do problema foco tanto a prática qualitativa quanto a prática quantitativa. A elaboração para um roteiro de entrevista I (Apêndice I) teve como finalidade estruturar e organizar as perguntas de maneira objetiva, abrangendo o de geração e o atual gerenciamento praticado com os resíduos sólidos gerados e aspectos gerais sobre a empresa, aspectos ambientais e operacionais relacionados com o trabalho.

Durante a realização desta pesquisa, houve a preocupação de identificar o responsável técnico da empresa, que iria responder questionário, sendo realizada a entrevista com o responsável pela área da gerencia de planta, obtendo, dessa forma, a real situação de geração e gerenciamento dos resíduos sólidos praticados pela empresa em cada etapa dos seus processos de fabricação.

A abordagem qualitativa (Apêndice II, planilha I) ocorreu durante a etapa do mapeamento dos processos de fabricação e da identificação da geração de resíduos sólidos; enquanto que a abordagem quantitativa (Apêndice II, planilha II) deu-se para o levantamento dos volumes de geração de cada tipo resíduo sólido dentro dos processos de fabricação.

Para o acompanhamento dos dados referentes aos resíduos sólidos, as informações foram agrupadas em uma única planilha

(Apêndice II, planilha IV). Sendo disponibilizados os dados gerais para serem coletados e analisados nos processos produtivos, geração, segregação, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos sólidos, assim como a existência de GTRS e, sempre que permitido, foram realizados registros fotográficos.

Em relação aos objetivos dessa pesquisa, a pesquisa foi conduzida de forma exploratória, o que possibilita ao pesquisador o entendimento das questões de análise (GIL, 2007).

### 3.3 FORMAS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para orientar as etapas e as ações para que o trabalho fosse bem desenvolvido, se planejou e foi aprovado pela direção da empresa um modelo de roteiro com as fases do trabalho bem estruturado, para que fosse facilitado o entendimento para a elaboração e aprovação da implementação da GTRS pela empresa. Esta sistemática aprovada composta por cinco fases e/ou etapas distintas, além do constante acompanhamento dos trabalhos e análise sistêmica da legislação vigente, sendo descritas na sequência das etapas fases e/ou etapas distintas: diagnóstico da real situação atual da empresa, identificação dos pontos críticos existentes nos processos da empresa, geração da GTRS para a empresa, aprovação e implantação da GTRS pela empresa e quantificação dos ganhos oriundos da GTRS para com a empresa.

Na primeira atividade realizada para esta etapa, foi à elaboração de uma proposta de trabalho para o levantamento dos dados iniciais. Esta proposta de trabalho teve como objetivo completar as demais atividades programadas para serem executadas nesta etapa ficando, de maneira mais completa e estruturada com a seguinte sequência elaborada:

- a) Visitas para conhecimento e de acompanhamento nos processos produtivos: Fusão, Injeção, rebarbação e usinagem de peças de alumínio e entrevistas com as lideranças dos setores envolvidos: Fornos fusórios, fundição, rebarbação, jateamento e usinagem das peças e demais responsáveis nos respectivos processos de fabricação;
- b) Mapeamento dos processos produtivos e de fabricação das peças de alumínio para identificação dos aspectos ambientais da empresa;

- c) Identificação das entradas e saídas para todas as fases dos processos produtivos e de fabricação das peças de alumínio que geram resíduos sólidos;
- d) Análise das formas atuais de tratamento praticados e/ou de disposição final existentes dos resíduos sólidos gerados, com base extraída do banco de dados e registros da empresa e na observação do desempenho original do atual depósito de resíduos sólidos;
- e) Caracterização dos resíduos sólidos: foi realizada para determinar os principais aspectos físico-químicos, biológicas, qualitativas e/ou quantitativas das amostras. Com a descrição detalhada da origem do resíduo dentro do processo produtivo: Estado físico, Aspecto geral, Cor, Odor e Grau de heterogeneidade. Em seguida foi dada a denominação do resíduo com base em: Estado físico, Processo de origem, Atividade industrial, Constituinte principal e Destinação. Sendo considerado na destinação: Aterro para resíduo perigoso, Aterro sanitário (não perigoso), Aterro de resíduo inerte (solubilidade) e Tratamento térmico (Compostagem, Incineração, Coprocessamento, etc.). A classificação dos resíduos sólidos gerados nos processos produtivos e de fabricação das peças de alumínio conforme os requisitos estabelecidos da Norma NBR 10004 (ABNT, 2004); que envolve a identificação do processo de origem, além de seus constituintes e características com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes que foram avaliados na caracterização do resíduo foi de forma criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo. Sendo pesados na balança industrial da empresa e feita análise das amostras em laboratório externo certificado.
- f) Estudo para avaliação das possibilidades de segregação dos resíduos sólidos gerados e a identificação das necessidades de uso de coletores internos e externos apropriados para cada etapa dos processos produtivos e de fabricação das peças de alumínio;

Além destas ações, foi feita a proposta para gerenciamento da planta, visando sua aprovação e possibilidade de realização de reuniões semanais com a equipe de produção e do setor responsável pela gestão ambiental da empresa, com o intuito de acompanhar o andamento do



trabalho, dos resultados alcançados, definição e distribuição de novas tarefas, revisão dos procedimentos operacionais, nova sistemática para coleta e armazenagem dos resíduos sólidos dos setores de produção e pesagem. Além disso, propõe-se a realização de reuniões mensais com a gerência da área, para apresentação e análise dos resultados parciais alcançados, desenvolvimento e implantação de novos indicadores que venham a fazer parte do sistema de gestão da empresa objeto de estudo.

Na segunda etapa, com a identificação dos pontos críticos existentes nos processos da empresa, foi necessária a divisão em duas atividades, as quais são descritas a seguir: o levantamento dos quantitativos dos resíduos sólidos gerados nas etapas dos processos de fabricação das peças de alumínio e a avaliação e priorização dos resíduos sólidos mais críticos, que foram identificados na borra de alumínio e no cavaco de usinagem, por ter como principal característica a quantidade gerada e a forma de armazenagem, além dos aspectos físico-químicos identificados.

A atividade prática para execução do levantamento dos quantitativos dos resíduos sólidos, foi realizada por meio do acompanhamento da geração de resíduos sólidos em cada etapa dos processos produtivos de fabricação das peças de alumínio, durante o ano de 2015, sendo utilizada, uma balança industrial existente na empresa. Com o levantamento destes dados, foi possível fazer uma análise e construir uma tabela que relaciona os resíduos sólidos gerados, estabelecer a sua classificação e estimativa de geração máxima anual com a quantidade total gerada em cada etapa do processo produtivo no ano de análise com o total de peças produzidas.

Para a segunda atividade desta tarefa, foi identificada uma grande diversidade de resíduos sólidos gerados na empresa, aprovou-se um novo critério de priorização para identificar os resíduos mais críticos, de forma a facilitar o desenvolvimento do plano de gestão de resíduos sólidos. Para a priorização desses resíduos, foram revisados o modelo atual de normas e os procedimentos internos utilizados pela empresa.

Para os resíduos sólidos gerados que foram priorizados, a etapa três foi a elaboração da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS), partindo-se da execução de quatro tarefas, conforme figura 5: planejamento do conjunto de ações para a gestão dos resíduos sólidos gerados nos processos fabricação das peças de alumínio e elaboração da GTRS para empresa, distribuição das ações para a implantação das etapas da GTRS e aprovação. Para esta etapa, foi a análise dos dados

das informações coletadas durante o levantamento do diagnóstico da real situação atual.

Para que o planejamento das ações pudesse auxiliar na elaboração da GTRS, foi fundamental levantar e verificar os dados existentes de como a empresa, atualmente, gerencia os resíduos sólidos gerados em seus processos de fabricação das peças de alumínio, desde a fonte de geração (processos produtivos) até o seu armazenamento no depósito temporário de resíduos sólidos e o envio dos resíduos sólidos gerados para tratamento ou destinação final. Com esta verificação, foi possível de identificar e determinar novas formas para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, com a apresentação e aprovação pela diretoria da empresa da proposta da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS), que foi elaborada com base nos princípios do Art. 9º da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Com a aprovação da GTRS, partiu-se para a distribuição das ações para com os responsáveis dos setores de produção para a implantação do Plano e o acompanhamento do setor responsável pelo setor de gestão ambiental da empresa. Foram realizadas reuniões periódicas com a equipe de produção e com os setores responsáveis pela gestão ambiental da empresa.

A implantação das mudanças que foram previstas da GTRS proposto para empresa, foram definidas as frentes de trabalho de implantação do plano para que fosse feita a sua continuidade. Implantação e operacionalização das ações aprovadas para a gestão dos resíduos sólidos gerados nos processos de produção e de fabricação das peças de alumínio, treinamento de todos os funcionários envolvidos na gestão dos resíduos sólidos e planejamento das diferentes frentes de trabalho ao longo do tempo. A primeira tarefa desta etapa será realizada conforme aprovação para a distribuição das ações para a implantação da GTRS definida em reunião realizada com a equipe de produção e do setor responsável pela gestão ambiental da empresa, sendo estabelecidos os métodos e os recursos necessários para a execução da segunda atividade desta etapa, o treinamento.

Para que a GTRS seja consolidada dentro dos setores de produção e se mantenha eficaz para com a organização, foram definidos na terceira tarefa desta etapa, juntamente com a equipe de produção e do setor responsável pela gestão ambiental da empresa, o planejamento das frentes e etapas de trabalho que serão melhores utilizadas ao longo do tempo.

Para evidenciar os resultados e possíveis ganhos quantitativos relacionados da GTRS, na quinta e última etapa deste trabalho, são

propostas três atividades conforme fluxograma apresentado na figura 5, que apresenta uma análise comparativa dos dados levantados entre a situação original da empresa e após a implantação da GTRS, definição e aprovação dos indicadores e sua melhor gestão para o acompanhamento e análise dos dados do plano proposto, extensão da ferramenta PDCA utilizada pela empresa, em todas as etapas dos processos de fabricação e setores de produção para evidenciar a melhoria contínua do plano e apresentação de dados dos resultados periodicamente, objetivando a melhoria das metas.

A primeira atividade desta etapa foi realizada pelo setor responsável pela gestão ambiental da empresa, na qual se levantou os dados existentes para se fazer uma avaliação comparativa entre a forma existente utilizada pela empresa para o tratamento dos resíduos sólidos gerados nos processos fabricação das peças de alumínio *versus* ao novo cenário a partir da implementação da GTRS proposto.

Na sequência, foi revisada a forma de utilização pela empresa da ferramenta PDCA (Plan, Do, Check, Act) de maneira a assegurar a melhoria contínua e a sua gestão, para atingir os resultados propostos. Por fim, foi definido junto ao setor de gestão ambiental da empresa a periodicidade para: padrão de apresentação dos resultados do plano à Gerência; sua avaliação; e potencial de aprovação dos resultados obtidos. Essa última etapa do trabalho, permite que seja realizada uma análise dos dados, conforme a Figura 5, para a geração de indicadores que possibilitam a medição e acompanhamento da GTRS.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados e discussões referentes aos assuntos que foram desenvolvidos em cada etapa da metodologia de trabalho, que são: definição dos objetivos, diagnóstico da situação atual; elaboração da GTRS; implantação da GTRS; quantificação dos ganhos da GTRS. Considerando o desenvolvimento deste trabalho no período de janeiro a dezembro de 2015.

### 4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

A elaboração da proposta de trabalho, que constitui a primeira tarefa desta etapa, contempla a realização da sistemática apresentada e que foi aprovada pela gerência da empresa.

Foi aprovada a proposta de trabalho e seus objetivos propostos com a implementação da GTRS na empresa, na qual se obteve uma revisão final para o desenvolvimento da pesquisa. Definidas reuniões mensais entre a gerência da planta e a equipe de produção para o acompanhamento do trabalho e reuniões semanais para a produção e a equipe da gestão ambiental. A equipe de produção foi a responsável pelo acompanhamento de cada etapa do processo, de forma a identificar os resíduos sólidos gerados pela realização das entrevistas com os envolvidos operadores da produção. Além da identificação de cada etapa do processo de fabricação das peças de alumínio, conforme figura 6.

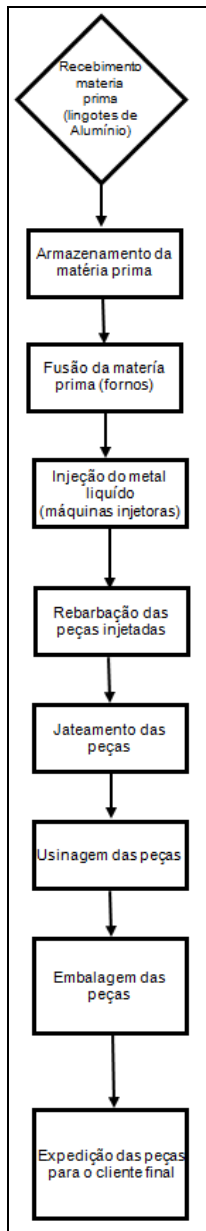


Figura 6 - Fluxograma do processo de fabricação de peças de alumínio da empresa Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor, 2015

A realização deste acompanhamento inicial permitiu identificar que a geração dos resíduos sólidos é o aspecto ambiental que está presente em todas as etapas dos processos produtivos de fabricação de peças de alumínio, reforçando a justificativa desta pesquisa-ação onde buscou se evidenciar, também, as entradas de cada fase dos processos de fabricação para que se pudesse demonstrar a origem, formas de utilização das matérias-primas, insumos e recursos naturais e os tipos de resíduos sólidos gerados nas mesmas.

Definida esta nova tarefa dentro da etapa de diagnóstico, a equipe de produção com a supervisão da equipe ambiental, estabeleceu a forma mais adequada para se fazer a gestão e a classificação dos resíduos sólidos gerados com a identificação das características de cada processo de fabricação, objetivando a minimização da geração de resíduos sólidos.

Ao final deste mapeamento, a equipe ambiental elaborou um fluxograma simplificado do processo produtivo, com a indicação das entradas e das saídas de cada etapa, conforme se apresenta na descrição dos setores de produção, como o apresentado na figura 6, que foi utilizado para o setor de Injeção de Alumínio.

Com a finalização da identificação dos tipos de resíduos sólidos gerados em cada etapa dos processos produtivos, partiu-se para a etapa da classificação dos mesmos com base dos requisitos da Norma NBR 10004 (ABNT, 2004), realizada pelo setor responsável pela gestão ambiental e reportada para o setor da produção, a identificação das corretas destinações realizadas, sendo esta etapa aprovada nas reuniões semanais realizadas com a participação da equipe de produção. A classificação dos resíduos sólidos são apresentados na Tabela 3 e as formas de tratamento ou destinação final, como apresentado na Tabela 4.

Com a conclusão do diagnóstico inicial, após a análise dos dados, foi possível para a equipe da gestão ambiental identificar uma série de pontos relacionados à gestão de resíduos sólidos gerados nos setores de fabricação e produção de peças de alumínio que necessitavam de melhorias, que são estes:

- Os resíduos sólidos gerados nos processos de produção das peças de alumínio não são segregados, para uma destinação posterior, ou seja, os resíduos sólidos classe II são acondicionados no mesmo contêiner e/ou coletores dos resíduos classe I, gerando maior despesa com destinação de resíduos, sem considerar o possível dano ao meio ambiente;

- Não há um efetivo controle sobre o consumo de matéria-prima para o planejamento da produção a ser entregue, gerando um grande volume de resíduos sólidos para destinação final;
- Operadores da fábrica e demais funcionários não são treinados quanto à conscientização ambiental e, portanto, desconhecem o seu papel como agente auxiliar deste sistema e das boas práticas;

A equipe da gestão ambiental começou a identificar os pontos que apresentaram possibilidades de melhorias para as definições de gestão e tratamento dos resíduos sólidos ou disposição final dos rejeitos, novo agrupamento para a segregação dos tipos de resíduos sólidos gerados pela empresa e, uma nova classificação.

## 4.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A empresa possui vários processos para a fabricação de peças injetadas em alumínio, destacando-se neste trabalho: Fundição de alumínio, injeção, rebarbação, jateamento, usinagem, embalagem e expedição das peças de alumínio fabricadas pela empresa.

### 4.2.1 Processos de Fabricação E Geração de Resíduos Sólidos

Para identificar os processos de geração dos resíduos sólidos, foi utilizado fluxograma com os processos de fabricação identificados com hexágono na cor vermelha conforme a Figura 7.



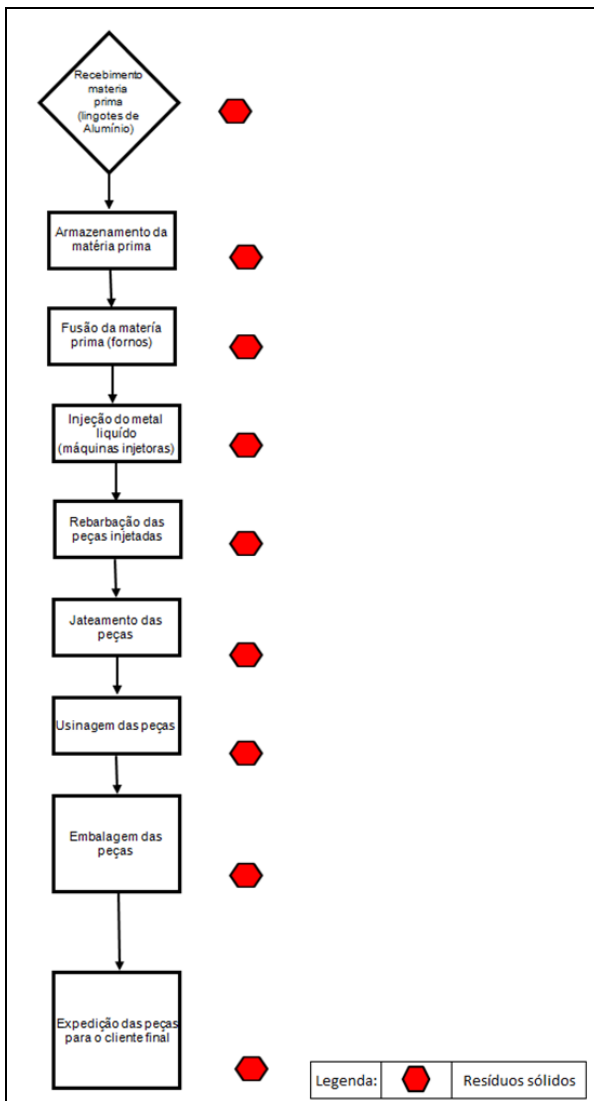


Figura 7 - Fluxograma com identificação dos resíduos sólidos gerados nos processos, que geram resíduos sólidos com identificação de hexágono na cor vermelha.

- a) **Recebimento da matéria prima:** O recebimento da matéria prima (lingotes de alumínio) é direcionado para o pátio da empresa, e posteriormente para o galpão dos fornos fusórios. Materiais inflamáveis, tóxicos, entre outros de periculosidade ficam armazenados no depósito de óleo e produtos químicos, enquanto os metais empregados na fusão do metal ficam armazenados próximos aos fornos de fusão sendo essa área de armazenamento dos metais coberta e totalmente impermeabilizada.

A Figura 8 apresenta a área destinada à armazenagem da matéria prima recebida (lingotes de alumínio).



Figura 8 - Área destinada à armazenagem dos lingotes de alumínio.

- b) **Fusão do Metal:** A fusão do metal consiste em elevar a temperatura do forno até atingir a temperatura de fusão do alumínio, ficando em estado líquido. Alumínio líquido é o nome que se dá ao metal quando ele é fundido a  $700^{\circ}\text{C}$ , mudando seu estado físico de sólido para líquido. A liga metálica nesse estado, muito usado pelas indústrias, é o principal produto das peças fabricadas pela empresa. A temperatura de trabalho do alumínio é de  $660^{\circ}\text{C}$ , o metal derretido em si é usado em fundição de metal para produção de peças, dentro de produtos dimensionais de um molde. Nesta fusão do metal ocorre a formação da escória, rejeito

indesejável que ocorre da liberação do material fundido. A Figura 9 apresenta o setor dos fornos de fusão do alumínio.



Figura 9 - Área dos fornos de fusão de alumínio

Os fornos fusórios recebem o revestimento interno de tijolo refratário e massa refratária e revestimento externo de placas de aço carbono, evitando assim a perda de calor para o ambiente externo.

Atualmente são colocados em média de 51 Kg de diversos materiais (cargas) empregados na fusão do metal, ocorrendo a formação do metal líquido.

A câmara do forno, onde o derretimento do metal ocorre deve ser bem isolada para manter a alta temperatura, e geralmente é composta de peças feitas de ferro, carboneto de silício ou de uma liga de níquel-cromo, os quais são capazes de funcionar sob o calor extremo bem como facilitar o processo de fusão. A maioria dos fornos projetados para fundição de metais é simples em sua construção. Eles são compostos de um forno inclinado e o reservatório de metal fundido é separado por uma parede e um fosso.

A divisão da parede tem uma passagem para o metal entrar no forno, bem como uma passagem de escape para os gases, para que o gás produzido pelo processo de fusão seja expelido para fora da câmara. O metal é geralmente contido em um cadinho de carboneto de silício, que é um dos materiais com resistência ao calor forte o suficiente para resistir ao contato direto com o metal. Sendo uma área

de armazenamento temporário para os materiais utilizados no setor dos fornos de fusão. Na Figura 10 são descritos os principais resíduos sólidos gerados no processo de fusão do metal.

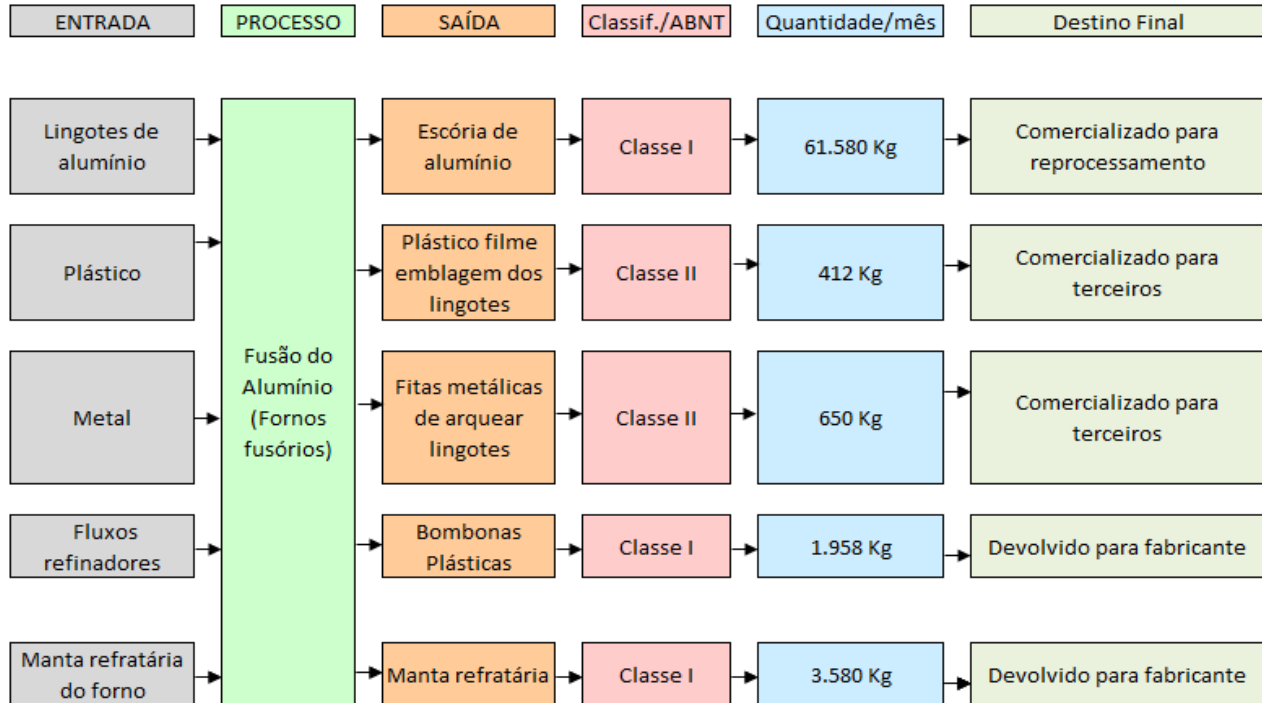


Figura 10: Descrição dos principais resíduos sólidos gerados no processo de fabricação fusão dos lingotes de alumínio

Fonte: (Adaptado de Mastella, 2007).

- c) **Fundição:** De acordo com SENAI (2007), a fundição pode ser determinada como o resfriamento do metal líquido dentro dos moldes, ocorrendo a formação das peças metálicas. Existem várias técnicas de fundição, mas todas têm como objetivo principal a produção de peças a partir da solidificação do metal líquido. A fundição pode ser caracterizada como a conformação do metal no estado líquido, na qual esse processo incide na transformação dos metais em um líquido homogêneo. A Figura 11 apresenta o setor de fundição da empresa.

O processo de Fundição sob Pressão consiste na transferência do metal líquido para o interior de um molde metálico sob a ação de um pistão a elevadas pressões, obtendo-se, com isso, peças de alta característica mecânica e com tolerâncias dimensionais restritas. Através deste processo, paredes de espessura de até 1 mm podem ser conseguidas, além de uma baixa rugosidade superficial, proporcionando peças com excelente aparência, reduzindo em muito as operações complementares de acabamento superficial.



Figura 11: Área das máquinas injetoras de alumínio  
Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015.

A obtenção das peças fundidas varia desde peças com apenas 1 quilograma até peças com mais de 200 toneladas, podendo ser produzidas em vários padrões e acabamentos SENAI (2007).

Utiliza máquinas de injeção de câmara quente, onde o sistema de injeção encontra-se submerso no metal líquido, ou de câmara fria, no qual o metal líquido é transferido manual ou automaticamente para a bucha de injeção, sendo então introduzido no molde por meio de um pistão. A matéria-prima metálica para a produção de peças fundidas é constituída pelas ligas metálicas ferrosas (ligas de ferro e carbono) e não-ferrosas (ligas de cobre, alumínio, zinco e magnésio).

O magnésio, por ser o mais leve dos metais estruturais, permite que se obtenha, dependendo da utilização e geometria, a redução de até 30% em peso da mesma peça em alumínio, gerando com isso, no caso de uma autopeça, redução no consumo de combustível com consequente diminuição da emissão de poluentes atmosféricos.

A baixa solubilidade do ferro nas ligas de magnésio provoca menor ataque na superfície do molde de fundição, permitindo que a durabilidade dos ferramentais de peças de magnésio seja em média 50% superior aos moldes de peças correspondentes em alumínio, visto que nas ligas de alumínio, o ferro é extremamente solúvel, ocasionando acelerado desgaste por erosão nas matrizes.

Na Figura 12 são descritos os principais resíduos sólidos gerados no processo de injeção do alumínio.

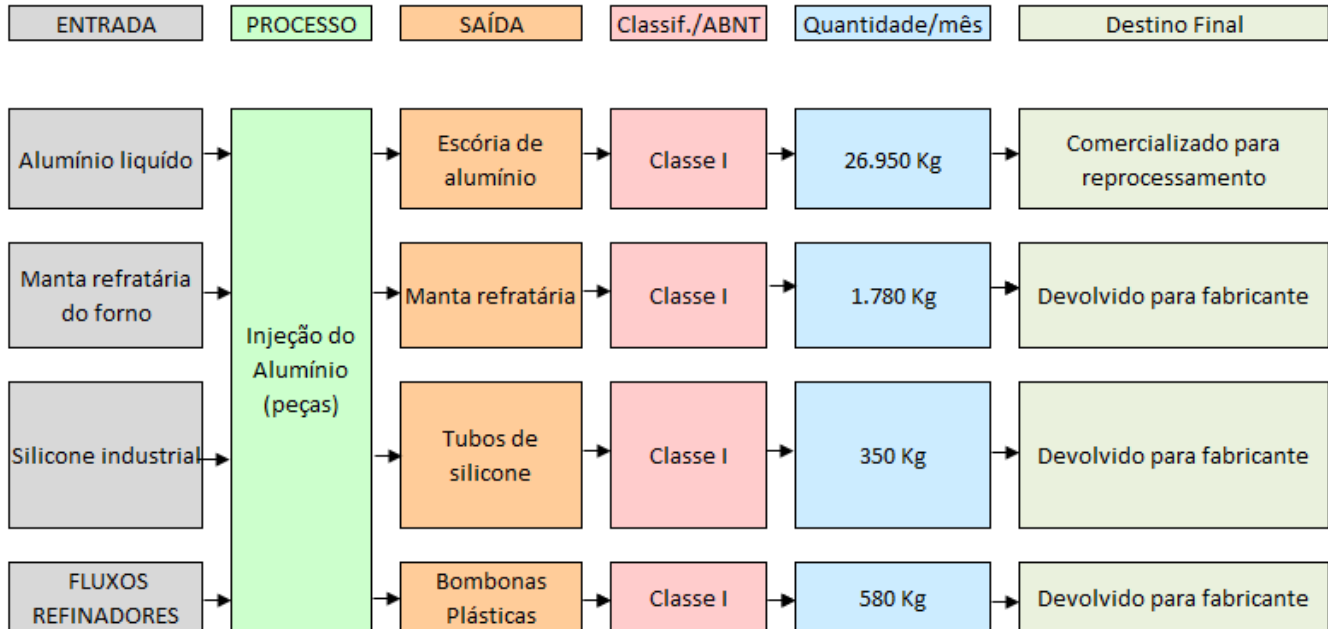


Figura 12: Descrição dos principais resíduos gerados sólidos no processo de injeção de peças de alumínio

Fonte:(Adaptado de Mastella, 2007)



- d) **Rebarbação:** O processo de rebarbação na indústria da fundição é um método de acabamento utilizado em ambientes industriais, especialmente nas áreas de produção. O processo de rebarbação por prensas hidráulicas e com uso de estampos rebarbadores, é usada para desbastar e rebarbar outras peças, sejam elas de metais, como o aço, alumínio, bronze, latão, ou outros materiais não metálicos e certos plásticos SENAI (2007)). A Figura 13 apresenta o setor de rebarbação da empresa.

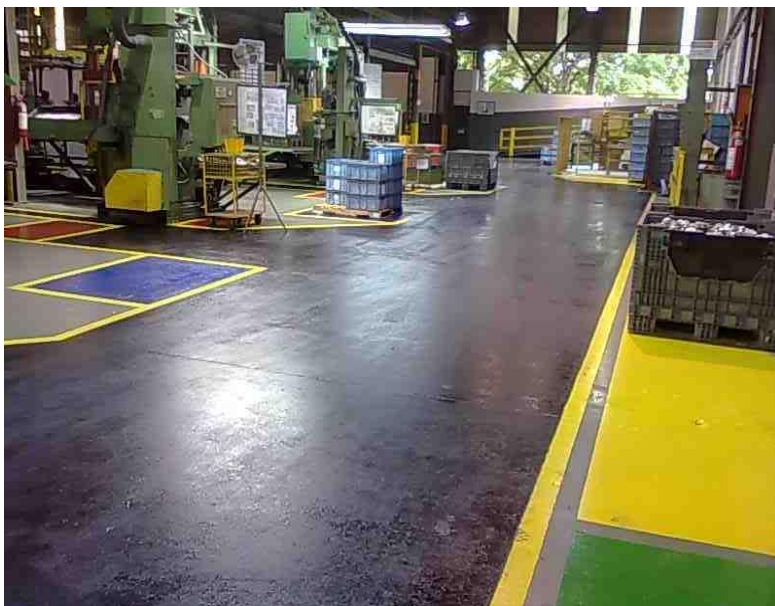


Figura 13: Área de rebarbação das peças de alumínio.  
Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

Além de não deformar o formato original ou causar danos dimensionais, é obtido precisão das geometrias da peça, melhor aspecto visual e uniformidade de acabamento. O acabamento é obtido através do atrito promovido pela face de corte do estampo rebarbador em contato com a peça, como demonstrado na figura 14.

O processo de rebarbação exige o uso de prensas hidráulicas, onde são montados os estampo rebarbadores.



Figura 14: Prensa rebarbadora utilizada para remoção das rebarbas e canais de injeção das peças.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

Os trabalhos de rebarbação tornam-se necessários durante a fabricação e acabamento de alguns tipos de componentes metálicos, uma vez que as rebarbas são comuns em peças injetadas sob pressão, bem como nas bordas. Todas as superfícies da peça precisam ficar completamente livres das rebarbas para que não haja interferência na usinagem e na montagem de componentes.

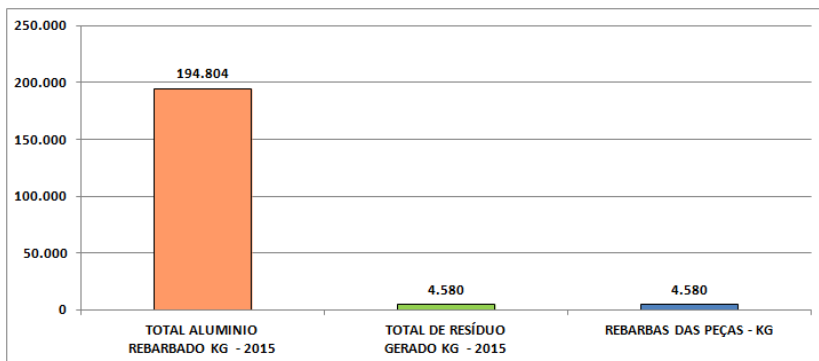


Gráfico 1 - Resíduos gerados sobre o total de alumínio rebarbado em 2015

É imprescindível ressaltar que o processo de rebarbação é importante para garantir a qualidade, estética, padronização e bom funcionamento dos componentes mecânicos de uma máquina ou componentes automotivos, quando estão em fase de produção. Figura 15 descreve os principais resíduos sólidos gerados no processo de rebarbação das peças.

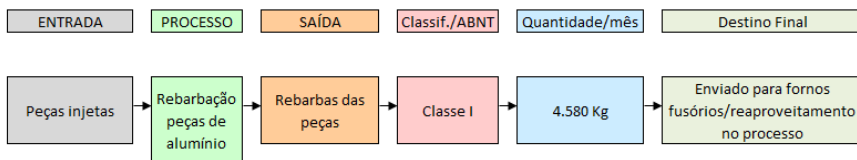


Figura 15: Descrição dos principais resíduos sólidos gerados no processo de rebarbação das peças de alumínio.

Fonte: (Adaptado de Mastella, 2007).

- e) **Jateamento:** As peças após passarem pelo setor da rebarbação são encaminhadas até o jateamento. As peças são colocadas dentro da esteira de carga onde ficam armazenadas durante alguns minutos. Essas peças recebem jateamento de granalha (esferas de aço) em uma velocidade alta, com finalidade de remover as microrebarbas e a sujeira oriunda nas peças.



Figura 16: Equipamento utilizado para o jateamento das peças de alumínio.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

O jato com granalha combina a remoção de contaminantes à produção de rugosidade, em uma só operação. Com o mesmo equipamento é possível produzir uma rugosidade baixa para aplicar um selador ou remover uma camada alta na superfície da peça. O equipamento dispõe de um sistema que promove a recuperação da granalha de aço.

Na parte inferior do equipamento estão dispostas placas magnéticas que impedem a fuga da granalha. Um coletor de pó acoplado à máquina de jateamento produz um forte vácuo, de maneira que não existe geração de pó durante a operação, pois dispõe de um reservatório em sua parte inferior onde ficam retidos os materiais removidos da peça ou material jateado, bem como os grãos de granalha que tenham se desgastado durante o processo.

O esquema apresentado na Figura 17 descreve os principais resíduos sólidos gerados no processo de jateamento.

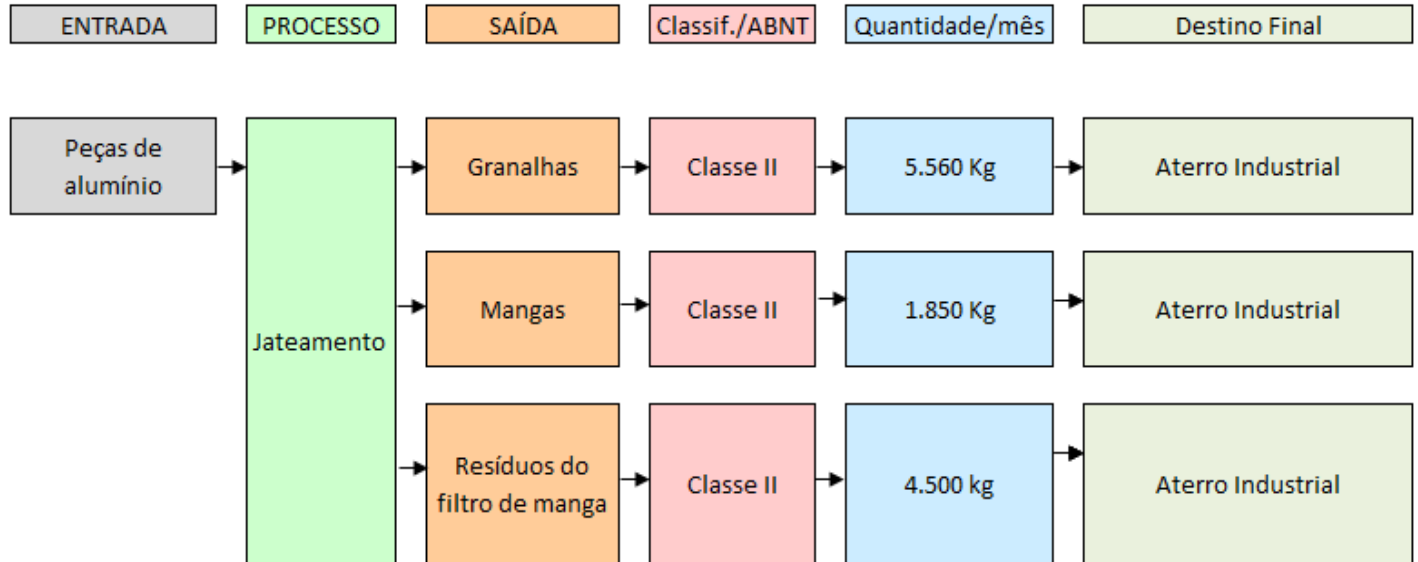


Figura 17: Descrição dos principais resíduos sólidos gerados no processo de jateamento das peças de alumínio.

Fonte: (Adaptado de Mastella, 2007).

- f) **Usinagem:** A usinagem é o setor onde são realizados acabamentos precisos nas peças injetadas. É composta por máquinas que realizam acabamentos superficiais nas peças fundidas com medidas precisas de acabamento, como demonstrado na Figura 18, que apresenta o setor de usinagem das peças produzidas em alumínio.



Figura 18: Área de usinagem das peças de alumínio.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

A usinagem pode ser entendida como uma operação que convém conferir a peça: formas, acabamentos e dimensões apropriadas. Essas combinações de resultado, de qualquer um desses três itens, produzem o cavaco. O cavaco produzido pode ser definido como a porção da material retirada das peças a serem usinadas, que apresentam forma geométrica irregular (FERRARESI, 2000).

Cavaco é todo material que é removido das peças, com o auxílio de uma ferramenta. Essa ferramenta entra em contato com as peças, provocando o aumento do atrito e do cisalhamento do instrumento, ocorrendo o desgaste do utensílio. O gráfico 9 representa o total de resíduos sólidos gerados do setor de usinagem e a Figura 19 descreve os principais resíduos sólidos gerados nas saídas do processo de usinagem

De acordo com FERRARESI (2000), existem três tipos de cavaco originados no processo de usinagem das peças: cavaco contínuo, cavaco de cisalhamento e cavaco de ruptura.

Cavaco contínuo é formado a partir da camada do material de cavaco, constituído de grãos cristalinos deformados.

Esse tipo de cavaco só acontece com materiais homogêneos e dúcteis, no processo de usinagem, não existindo interferências e vibrações externas. A velocidade de corte do cavaco contínuo é superior a 60 m/minuto.

Já o cavaco de cisalhamento ocorre devido à resistência do material em diminuir no plano de cisalhamento, ocasionado por deformações, a disparidade da armação e ocorrências de vibrações externas, proporcionando a produção variada de espessuras de cavacos. Essa produção de cavaco ocorre com velocidades inferiores a 100 m/min. A velocidade de corte e o ângulo de saída podem influenciar no tipo de cavaco que irá se formar. O cavaco de ruptura se forma na usinagem de materiais que possuem estrutura heterogênea, como o ferro fundido e o latão, isto porque ocorre a ruptura completa do material.

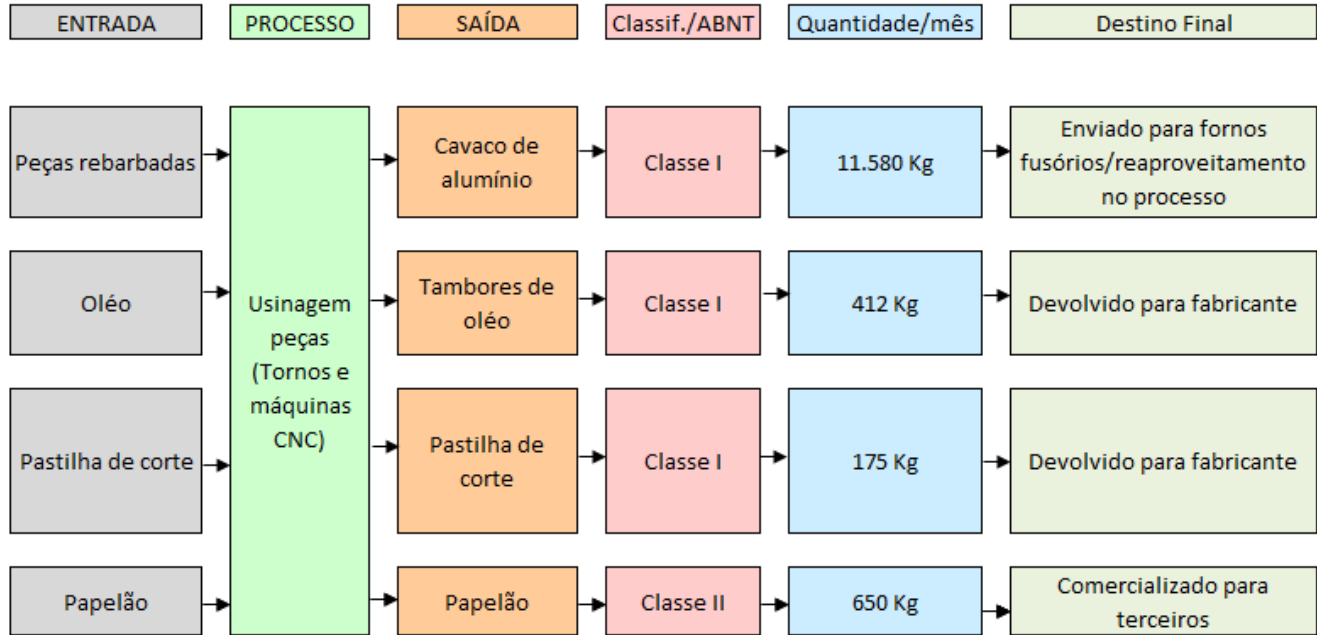


Figura 19: Descrição dos principais resíduos sólidos gerados no processo de usinagem das peças de alumínio.

Fonte: (Adaptado de Mastella, 2007)



- g) **Embalagem:** As peças usinadas são enviadas para o setor de embalagem, que são embaladas conforme as especificações dos clientes. O setor é responsável pela conferência da quantidade, padronização e identificação das peças.

A Figura 20 apresenta o setor destinado à embalagem de peças da empresa.



Figura 20: Área de embalagem e empacotamento das peças de alumínio.  
Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

Moura & Banzato (1997) afirmam que a embalagem e o acondicionamento são a base de qualquer sistema logístico, pois os materiais ou produtos, para atender às necessidades das empresas, precisam ser adequadamente movimentados e armazenados.

Entre as funções que as embalagens podem exercer estão à contenção, a proteção, a comunicação e utilidade. Estas funções devem ser encontradas em todos os tipos de embalagem, indiferente do produto ou indústria envolvida, entretanto, de acordo com Moura & Banzato

(1997) uma embalagem pode exibir uma destas funções com pouca ou grande ênfase.

A embalagem das peças, também é vista por alguns como um simples ato de embalar, ou, ainda, como o elemento ou conjunto de elementos que envolvem o produto, com a função de protegê-lo e preservá-lo durante sua movimentação até chegar ao consumidor final (Moura e Banzato, 1997). A Figura 21 descreve as entradas e as saídas dos resíduos sólidos do processo de embalagem.

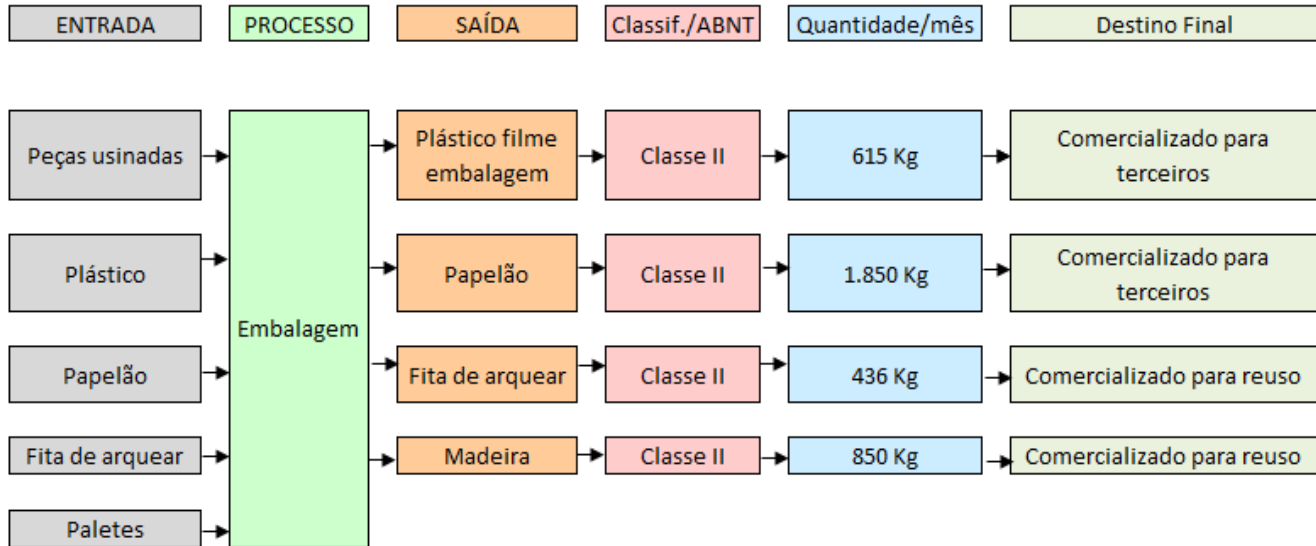


Figura 21: Descrição dos principais resíduos sólidos gerados no processo de embalagem das peças de alumínio.

Fonte: (Adaptado de Mastella, 2007).

**h) Expedição:** A expedição é o setor responsável por organizar as saídas dos produtos e peças acabadas para serem entregues ao cliente e sua relevância está relacionada com o embarque, que exige muito controle.

A figura 22 apresenta o setor destinado a expedição das peças acabadas.



Figura 22: Área de expedição peças de alumínio.  
Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015.

O destinatário pode ser o consumidor final, distribuidor, atacadista ou até mesmo dentro da própria fábrica, neste caso entre os setores. Moura (2008) descreve justamente isso, e comenta que a expedição é o setor que encerra o ciclo de estocagem:

“A expedição é a última etapa do ciclo de estocagem, é o embarque dos produtos para o consumidor, ou a entrega do produto ao ponto onde será utilizado na fábrica, e o embarque é o último elo entre o fabricante e o consumidor”.  
(MOURA, 2008)

A Figura 23 descreve as entradas e as saídas dos resíduos sólidos do processo de expedição.

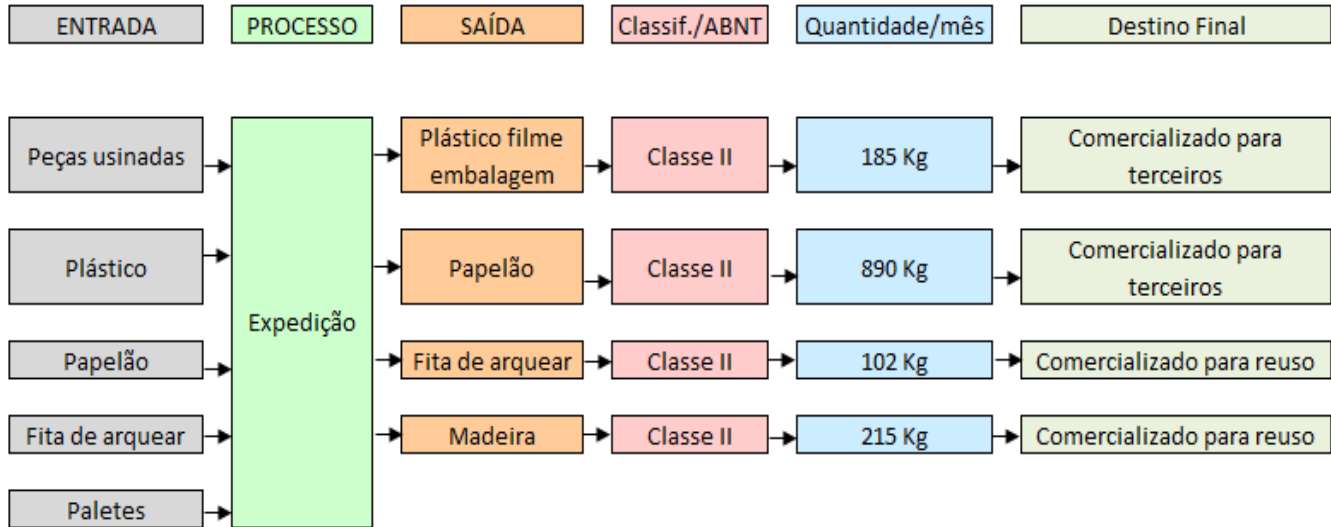


Figura 23: Descrição dos principais resíduos sólidos gerados no processo de expedição.

Fonte: (Adaptado de Mastella, 2007)

#### 4.2.2 Aspectos Quali-Quantitativos dos Resíduos Sólidos Gerados

Foi realizado o levantamento dos resíduos sólidos gerados nos processos de fundição, injeção, rebarbação, jateamento, usinagem, embalagem e expedição da empresa.

Serão descritos todos os resíduos sólidos qualitativamente e quantitativamente gerados nos setores da empresa. A Tabela 2 apresenta os principais resíduos sólidos gerados nos processos de produção da empresa.

Tabela 2: Levantamento dos resíduos sólidos gerados nos processos de produção da empresa ano base 2015

RESÍDUOS	CARACTERÍSTICAS	FONTE GERADORA	QUANTIDADE / ANO
Avental de couro	Encontra-se no estado sólido, sua cor é cinza e possui vários tamanhos.	É gerada na área dos fornos de fusão e Injeção do alumínio.	1.224 unidade/2015.
Bombonas plásticas	Encontra-se no estado sólido, sua formação é constituída de plástico e seu volume é de 200L.	É gerado quando a necessidade de utilizar o catalizador exotérmico, nos fornos fusórios.	2538 Kg/2015.
Borra de alumínio	Encontra-se no estado sólido, sua formação é constituída por alumina e metal e sua cor é cinza.	É gerada na área dos fornos de fusão e Injeção do alumínio.	2336 Kg/2015.
Botinas	Encontra-se no estado sólido, é constituído de couro, possui vários tamanhos.	É gerado em todos os setores de produção.	1.200 unidades/2015.
Brocas	Encontra-se no estado sólido, é constituído por aço.	É gerado na área de usinagem das peças.	156 Kg/2015.
Uniforme (calça e camisa).	Encontra-se no estado sólido, possui cor azul e vários tamanhos.	É gerado em todos os setores de produção.	1896 unidades/2015.
Cantoneiras	Encontra-se no estado sólido, sendo constituída por papelão.	É gerado no setor de embalagem das peças	146 Kg/2015.
Cavaco	Encontra-se no estado sólido, sua granulometria é variada e sua cor é predominantemente escura.	É originada nos processo do torno (CNC), retíficas e na furadeiras pertencentes ao processo da usinagem	11.580 Kg/2015.
Copos Plásticos	Encontram-se no estado sólido, possui tonalidade branca	É gerado em todos os setores da empresa.	10000 unidade/2015.
Correias	Encontra-se no estado sólido é constituído por borracha	É gerado quando a necessidade de manutenção das máquinas	96 Kg/2015.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

Tabela 3: Continuação - Levantamento dos resíduos sólidos gerados nos processos de produção da empresa ano base 2015

Resíduos	Características	Fonte geradora	Quantidade
Escória de fundição	Encontra-se no estado sólido, sua granulometria é variada e sua cor é cinza	É gerada na fusão dos lingotes de alumínio.	61.580 Kg/2015.
Escória de fundição	Encontra-se no estado sólido, sua granulometria é variada e sua cor é cinza	É gerada na injeção das peças.	26.950 Kg/2015.
Ferro	Encontra-se no estado sólido, sua cor é preta, possui vários tamanhos.	É gerado nos setores de manutenção da empresa	1.758 Kg/2015.
Filtro de manga	Possui cor escura, encontra-se no estado sólido	É gerado nos setores onde existem filtros manga	4.500 Kg/2015.
Fitas plásticas	Encontra-se no estado sólido em formas de rolos	É utilizado para embalar os lotes de peças	72 rolos /2015.
Fita de arquear	Encontra-se no estado sólido, e possui varios tamanhos	É utilizado nas embalagens de lingotes e peças	538 Kg/2015.
Fita metálica	Encontra-se no estado sólido, e possui varios tamanhos	É utilizado nas embalagens de lingotes e peças do setor de fundição	650 kg/2015.
Granalhas	Encontra-se no estado sólido, sua forma geométrica é uma esfera de aço.	É gerado no processo de jateamento das peças	5.560 Kg/2015.
Luvas	Encontra-se no estado sólido, possui várias tonalidades.	É gerado pelos funcionários nos setores onde é obrigatório a utilização de EPTs.	21.360 unidades/2015
Mangas	Possui cor escura, encontra-se no estado sólido	É gerado nos setores onde existem filtros manga	1850 Kg/2015.
Óculos	Encontra-se no estado sólido, e possui duas cores: preto e incolor	É gerado nos setores onde se torna obrigatório a utilização de EPTs	960 unidades/2015.
Papel	Encontra-se no estado sólido, possui vários tamanhos, e sua tonalidade é branca.	É gerado nos escritórios da empresa	2880 Kg/2015.
Papelão	Encontra-se no estado sólido, possui vários tamanhos, e sua tonalidade é marrom	É gerado nos setores de produção da empresa	3390 Kg/2015.
Plástico	Encontra-se no estado sólido, vários tamanhos e tonalidades variadas.	É gerado em todos os setores da empresa	1852 Kg/2015.
Pastilha de corte	Encontra-se no estado sólido, possui tamanho de 5 cm	É gerado quando a necessidade de troca das pastilhas nos tornos da usinagem	175 Kg/2015.
Produtos de limpeza	Possui vários tamanhos.	É gerado nos setores, onde a necessidade de limpar o local	252 Kg/2015.
Protetores auditivos	Encontra-se no estado sólido, possui duas formas: conchas ou plug	É gerado nos setores aonde é obrigatória a utilização de EPTs	780 unidades/2015.
Rebolo(disco) de Esmeril	Encontra-se no estado sólido, possui forma cilíndrica	É gerado nos setores de manutenção	204 Kg/2015.
Régua de madeira	Encontra-se no estado sólido e possui vários tamanhos	É gerado no processo de embalagem	850 Kg/2015.
Resíduos de esmeris	Encontra-se no estado sólido sua cor é prata e possui granulometria variada	É gerado nos setores de manutenção	348 Kg/2015.
Respirador	Encontra-se no estado sólido, possui cor azul.	É gerado nos setores onde é obrigatória a utilização de EPTs	13.416 unidades/2015
Rodos	Encontra-se no estado sólido e possui varias tonalidades	É gerado em alguns setores da empresa	156Kg/2015.
Rolamentos	Encontra-se no estado sólido, sua cor é prata, possui forma cilíndrica.	É gerado na manutenção das máquinas	1380 kg /2015.
Sacos de lixo	Encontra-se no estado sólido, possui vários tamanhos possui tonalidade escura	Em todos os setores da empresa	12.624 unidades/2015

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016



### 4.2.3 Classificação dos Resíduos Sólidos Gerados

Todos os resíduos sólidos gerados nos setores de produção foram classificados de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004, possibilitando um destino correto para os mesmos. A tabela 4 a seguir demonstra a classificação dos resíduos.

Tabela 4: Classificação dos resíduos gerados de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004.

Resíduos	Classificação	Código da ANBT 10.004/2004
Avental de couro	Classe II - Não perigoso	A010
Borra de alumínio	Classe II - Não perigoso	A016
Botinas	Classe II - Não perigoso	A008
Brocas	Classe II - Não perigoso	A005
Camisas	Classe II - Não perigoso	A010
Cantoneiras	Classe II - Não perigoso	A006
Cavaco	Classe II - Não perigoso	A004
Copos plásticos	Classe II - Não perigoso	A007
Correias	Classe II - Não perigoso	A008
Embalagens de cola de papel/papelão	Classe II - Não perigoso	A006
Escória de fundição	Classe II - Não perigoso	A004
Estopas	Classe II - Não perigoso	A010
Fitas metálicas	Classe II - Não perigoso	A005
Fitas plásticas	Classe II - Não perigoso	A007
Granalhas	Classe II - Não perigoso	A004
Luvas	Classe II - Não perigoso	A008
Mangas	Classe II - Não perigoso	A099
Massa refratária	Classe II - Não perigoso	A011
Óculos	Classe II - Não perigoso	A099
Papelão	Classe II - Não perigoso	A006
Papel	Classe II - Não perigoso	A006
Pastilhas de corte	Classe II - Não perigoso	A005
Plásticos	Classe II - Não perigoso	A007
Produtos de limpeza	Classe II - Não perigoso	A007
Protetor auditivo	Classe II - Não perigoso	A099
Rebolo grosso	Classe II - Não perigoso	A005
Régua de madeira	Classe II - Não perigoso	A009
Respirador	Classe II - Não perigoso	A099
Fitas de arquear	Classe II - Não perigoso	A006
Rodo	Classe II - Não perigoso	A008/A009
Rolamentos	Classe II - Não perigoso	A005
Sacos de lixo	Classe II - Não perigoso	A007
Bombonas plásticas	Classe II - Não perigoso	A007
Tambores de óleo de corte	Classe I - Perigoso	F100
Ferro	Classe II - Não perigoso	A005

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016.

#### 4.2.4 Destino Final dos Resíduos Sólidos

A tabela 5 demonstra o destino final mais apropriado para os resíduos sólidos gerados.

Tabela 5: Destino final dos resíduos sólidos gerados nos setores de produção<sup>1</sup>

Resíduos	Comercializado	Destino Final
Avental de couro	Não	Incineração
Borra de alumínio	Sim	Enviado para fornecedor de lingotes de alumínio para reprocessamento
Botinas	Não	Incineração
Broca	Vendidos para terceiros	Aterro industrial
Camisas	Não	Aterro sanitário*
Cantoneiras	Não	Aterro sanitário*
Cavaco	Sim	Enviado para fornecedor de lingotes de alumínio para reprocessamento
Copos plásticos	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Correias	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Embalagens de cola papel/papelão	Não	Aterro sanitário *
Escória de fundição	Não	Aterro industrial
Estopas	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Ferro	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Fitas metálicas	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Fitas plásticas	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Granelhas	Vendidos para terceiros	Aterro industrial
Luvas	Não	Incineração
Mangas	Não	Incineração
Massa refratária	Não	Aterro sanitário*
Óculos	Não	Aterro sanitário*
Papel	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário*
Papelão	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário*
Papel higiênico	Não	Aterro sanitário
Pastilhas de corte	Vendidos para terceiros	Aterro industrial
Plásticos	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário*
Produtos de limpeza	Vendido para terceiros	Aterro sanitário *
Protetor auditivo	Não	Aterro sanitário *
Rebolo grosso	Não	Aterro industrial
Régua de madeira	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Respirador	Não	Aterro sanitário *
Rodo	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário*
Rolamentos	Vendidos para terceiros	Aterro sanitário *
Sacos de lixo	Não	Aterro sanitário*
Bombonas plásticas	Sim	Enviado para fornecedor para reaproveitamento da embalagem.
Tambores de óleo de corte	Sim	Enviado para fornecedor para reaproveitamento da embalagem.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016.

<sup>1</sup> Os campos identificados com \* na Tabela 5 determinam o correto destino final dos resíduos sólidos que não estejam contaminados com nenhum produto químico, pois se houver o contato com algum resíduo de periculosidade, isto acarretará na mudança da disposição final dos mesmos, devendo ser depositado em aterro industrial. Os tambores de óleo de corte são lacrados e enviados para o fabricante para reaproveitamento da embalagem.

Os resíduos de classe II são depositados no aterro Industrial da Cidade de Contagem - MG, o custo por cada tonelada é de R\$ 4,70 para a disposição dos resíduos. Enquanto os resíduos de classe I são enviados para o aterro industrial do município de Contagem está localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte. O Aterro industrial de Contagem é classificado como Classe 1 (de acordo com DN COPAM nº 74/2004) e iniciou as operações em 1997. O empreendimento foi novamente licenciado em 24 de fevereiro de 2006, recebendo diariamente resíduos domiciliares, públicos, de serviços de saúde (conforme Resolução CONAMA nº 358) e de grandes geradores. A vida útil do empreendimento é prevista para até o ano de 2019.

#### 4.3 PROGNÓSTICO E PROPOSIÇÕES: IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS

Neste serão apresentados o prognóstico e as proposições dos resultados e as discussões dos assuntos desenvolvidos em cada uma das etapas estabelecidas na metodologia de trabalho, que são relacionadas: identificação dos pontos críticos existentes nos processos da empresa; diagnóstico da real situação atual; geração da GTRS para a empresa; a implantação da GTRS pela empresa; quantificação dos ganhos oriundos da GTRS para com a empresa.

Para a identificação dos pontos críticos, foram aprovadas a realização de reuniões semanais para análise dos resultados da pesquisa, possibilitou a elaboração de um novo levantamento dos quantitativos dos resíduos sólidos gerados pela equipe da gestão ambiental. Definiu-se que a quantificação seria realizada conforme a tipologia mais adequada para o resíduo sólido gerado, utilizando-se a unidade de medida mais correspondente para uma melhor gestão pela empresa objeto de estudo, os resíduos sólidos foram quantificados em quilos. Para isto, então, elaborou-se planilhas que foram utilizadas no depósito temporário de Resíduos Sólidos, na qual fizeram os registros para a coleta de dados destas informações, sendo que para os dados de pesagem foi utilizada uma balança industrial da empresa.

As informações coletadas à quantificação dos resíduos sólidos gerados em cada etapa dos processos produtivos da empresa estão apresentadas na matriz, Tabela 2. Os dados foram apresentados como estimativa de geração máxima anual, correspondendo à estimativa da quantidade máxima de resíduos sólidos que poderiam ser gerados durante o ano de 2015, sendo que para a obtenção destes valores

estimados se teve como base nas informações coletadas e analisadas de quantidade de produtos fabricados *versus* quantidade de resíduos sólidos gerados no ano de 2015, conforme o Gráfico 16.

#### 4.3.1 Elaboração do Plano de Gestão e Tratamento dos Resíduos Sólidos (GTRS)

As etapas concluídas nas fases anteriores desta pesquisa possibilitaram identificar os procedimentos adotados pela empresa para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em seus processos industriais. Possibilitou identificar que para se ter um eficaz gerenciamento dos resíduos sólidos é necessário realizar um mapeamento dos processos para se identificar as origens dos mesmos. Portanto, a fase do diagnóstico inicial do processo produtivo possibilitou obter os dados necessários para a etapa de classificação e posterior priorização para os tipos de resíduos sólidos gerados mais críticos para o seu correto gerenciamento. Após estes levantamentos, partiu-se para a geração e da aprovação da GTRS que será implantado na empresa. A primeira fase desta etapa da geração consiste no adequado planejamento do conjunto de ações para se fazer a boa gestão dos resíduos sólidos, para isto, se estabeleceu a distribuição de um plano de ação, com conjunto de ações direcionadas as características identificadas dos setores de produção da empresa e o envolvimento e comprometimento da participação dos empregados, para que se obtenha sucesso na implantação da sistemática proposta para a GTRS na empresa, além das definições das realizações das reuniões mensais com a gerência da área de produção para aprovação das etapas do plano e o acompanhamento das melhorias e para análise dos resultados.

O planejamento proposto para a geração/elaboração do plano de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS) na empresa e composto pelas etapas que são apresentadas no fluxograma da Figura 24.

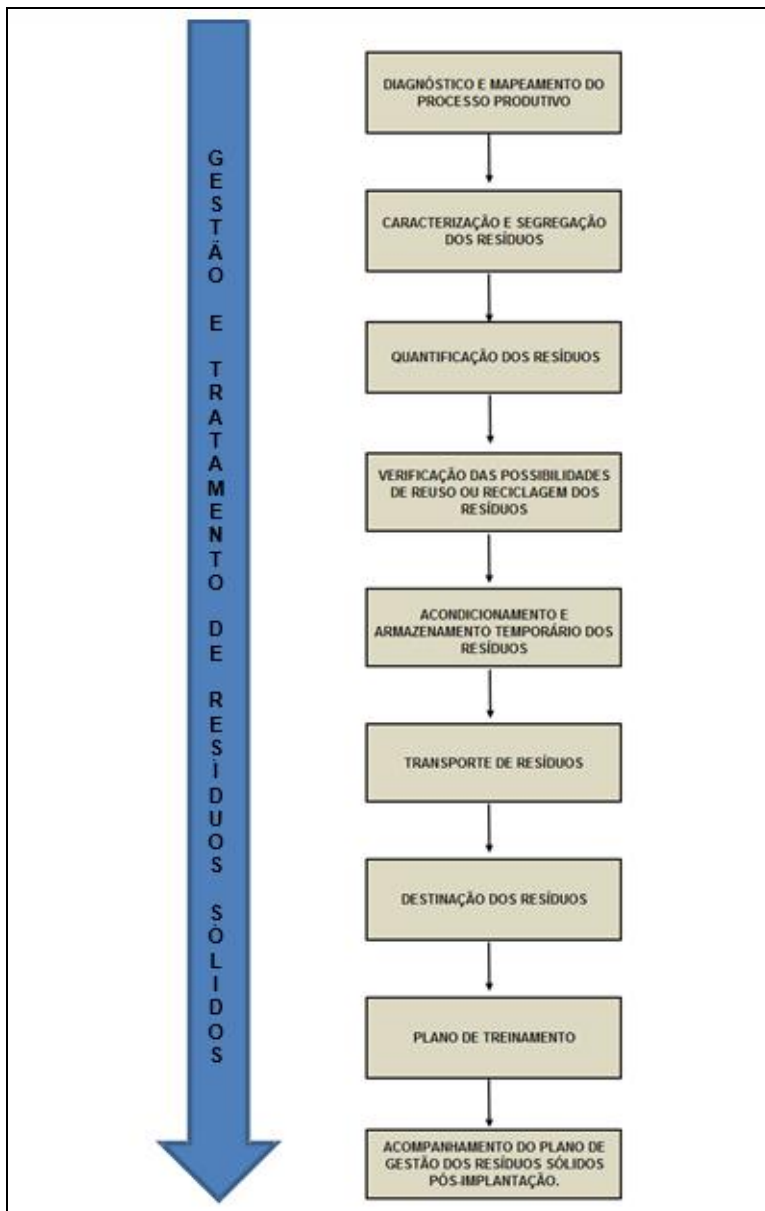


Figura 24: Fluxograma das etapas para a implantação do Plano de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS).

Fonte: Adaptado: PAULA DA SILVA (2013).

#### 4.3.2 Implantação do processo de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

A gerência da planta foi a responsável pela aprovação da implantação do GTRS na empresa, contando com o acompanhamento da supervisão e colaboração dos demais funcionários dos setores de produção da fábrica e das áreas administrativas e de apoio.

Na sequência, são apresentadas as etapas que fazem parte do conjunto de ações que foram realizadas para a implantação da GTRS na empresa, com destaque para a importância de cada uma das ações e a descrição dos principais resultados realizados com as mesmas.



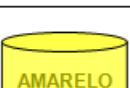



a. **Diagnóstico e mapeamento dos processos produtivos:** acompanhamento de cada etapa dos processos produtivos para levantamento de dados com a identificação das matérias-primas e demais recursos utilizados, bem como mensurar os resíduos sólidos gerados em cada etapa da fabricação de peças de alumínio, com o objetivo de identificar e avaliar as oportunidades viáveis de não geração e redução da geração dos resíduos sólidos.

A realização desta etapa foi durante a fase inicial do desenvolvimento desta pesquisa, a partir daí, após a análise dos dados identificou-se a necessidade de que a mesma faça parte da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos.

b. **Caracterização e segregação dos resíduos sólidos gerados:** com a identificação dos pontos e das etapas de geração dos resíduos sólidos, foi realizado a sua caracterização conforme estabelecido pela norma NBR 10004 (ABNT, 2004). Com a classificação dos resíduos sólidos concluída, e com análise dos resultados dos dados coletados nesta fase, foi importante para se estabelecer os critérios de segregação dos resíduos sólidos para proporcionar o reuso nos processos de produção, reciclagem, tratamento ou destinação ambientalmente mais adequada. A segregação dos resíduos sólidos deve ser realizada na fonte que foi identificada a geração e pelos próprios geradores

Para poder proporcionar de maneira eficaz a coleta seletiva dos resíduos sólidos gerados, se estabeleceu os procedimentos que foram adotados para a segregação dos mesmos nos coletores instalados nos setores de fabricação, conforme a tabela 6, padronizando os contêineres coletores nas respectivas cores. A Figura 25, apresenta o fluxograma da coleta seletiva e a Figura 26, os coletores instalados.

Tabela 6: Padrão para a coleta seletiva na empresa.

COR	DESCRIÇÃO NO COLETOR	TIPOS DE RESÍDUOS
 AZUL	PAPEL	Papel, Papelão e embalagens limpos, jornais, revistas, folhetos comerciais, envelopes, formulários.
 VERMELHO	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.
 AMARELO	AÇO OU ALUMÍNIO	<b>Containers de Aço:</b> Aço Galvanizado, Chapa Preta, Tubos, Vigas. <b>Containers de Alumínio:</b> Borra, rebarbas, galhos e peças.
 VERDE	VIDRO	Vidros diversos quebrados, <u>exceto Lâmpadas Fluorescentes que são resíduos perigosos e devem ser acondicionadas na suas caixas de origem.</u>
 CINZA	RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS DE PROCESSO Classe II	São os resíduos que não podem ser reciclados, porém não são perigosos: fibra de vidro, tapetes, tecidos, napa, espumas, borracha, mantas de isolamento.
 LARANJA	RESÍDUOS PERIGOSOS DE PROCESSO Classe I	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; todo da ETE; EPI contaminado; solventes; óleos e fluidos, materiais diversos contaminados.

Fonte: Adaptado: PAULA DA SILVA (2013)

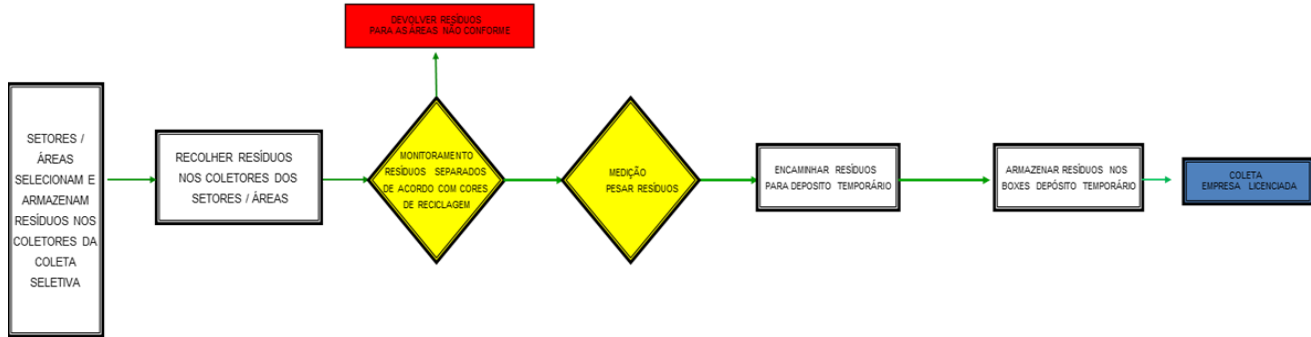


Figura 25: Coleta seletiva dos resíduos sólidos.  
Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015.





Figura 26: Coletores no padrão de cores da coleta seletiva, disponibilizados na linha de produção.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015.

- c. **Quantificação dos resíduos sólidos gerados:** adotar boas práticas para se mensurar a quantidade de resíduos sólidos gerados por unidade de medida conforme o tipo de resíduo que está sendo quantificado de forma correta e que não venha a comprometer os resultados e, por periodicidade de tempo definida a ser seguida e cumprida, atribui-se como periodicidade de tempo um mês (geração mensal) para a coleta dos dados. Este método definido de trabalho é o mais importante para ser gerenciado, atribuindo uma estimativa de geração mensal de resíduos sólidos e, assim, possibilitar o monitoramento quanto à geração de resíduos sólidos, podendo inclusive, após análise dos dados, estabelecer metas para o controle e minimização na geração dos mesmos, sendo armazenados no depósito temporário de resíduos e pesados.
- d. **Verificação das possibilidades de reuso dos resíduos sólidos gerados nos processos, estudo para viabilidade de reciclagem dos mesmos:** esta etapa consiste na análise das fontes existentes dentro dos setores de produção para a geração de resíduos sólidos e, então, estudo para a verificação de possibilidades que sejam viáveis para o reuso ou a reciclagem destes resíduos sólidos na própria fonte que os gerou ou em outra etapa dos processos produção.

Nesta etapa, após análise dos dados, avaliou-se a possibilidade de reuso do resíduo sólido denominado borra de alumínio (figura 27), através do processo de recuperação e/ou reciclagem da borra de alumínio, tornando a borra recuperável para reuso no processo de fusão do alumínio. Porém, como o processo de fusão do metal utiliza o

lingote de alumínio, avaliou-se tecnicamente, que seria inviável o reuso do mesmo em seu processo de produção, por existir risco de se receber o produto com algum contaminante (composição química da liga de alumínio indesejada), podendo levar ao comprometimento da sanidade interna da peça produzida. Portanto, o destino definido para este resíduo sólido foi à reciclagem junto ao fabricante dos lingotes para seu reuso na composição da liga de alumínio.



Figura 27: Borra de alumínio utilizado pela empresa como reuso.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

Outro resíduo que se buscou uma alternativa de reuso interno na empresa foi para o cavaco de usinagem das peças de alumínio. Adquiriu-se uma prensa hidráulica para sua compactação e acondicionamento (Figura 28), porém quando o cavaco compactado é levado para o forno fusório, ocorrendo a contaminação da liga de alumínio, devido aos cavacos ficarem impregnados com óleo de corte das máquinas de usinagem. Foi implementada a utilização de caçamba com filtro e recolhimento para o óleo dos cavacos, conforme Figura 29.



Figura 28: Briquetadeira de cavacos, cavaco de usinagem e o cavaco briquetado.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

Após o estudo, o óleo recolhido pela caçamba de cavacos é enviado para o fornecedor de óleos industriais para filtragem e para posterior reuso no processo de usinagem das peças de alumínio pela empresa.



Figura 29: Modelo de caçamba utilizada pela empresa para recolher o óleo de corte.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015

- e. **Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Sólidos:** Atualmente, para praticar o correto armazenamento temporário dos resíduos sólidos da empresa, deve-se seguir o requisito estabelecido em 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 de fundamental importância que seja considerado a classificação atribuída nesta última, que é mais atual com a legislação vigente.

Todos os resíduos sólidos gerados são acondicionados e estocados temporariamente em condições apropriadas, livres de intemperes e reação entre si. Quando são transportados internamente são acondicionados em recipientes adequados que foram aprovados pela equipe de gestão ambiental para evitar vazamentos. Os resíduos sólidos gerados internamente são encaminhados para o depósito temporário de resíduos. O gerador do resíduo condiciona devidamente o resíduo para transporte interno de acordo com sua classificação pela ABNT 10.0004/2004.

O fluxo dos resíduos sólidos na fonte de geração (nos setores de produção) para a disposição dos resíduos sólidos no depósito de resíduos e definido conforme o Fluxograma da Figura 30.

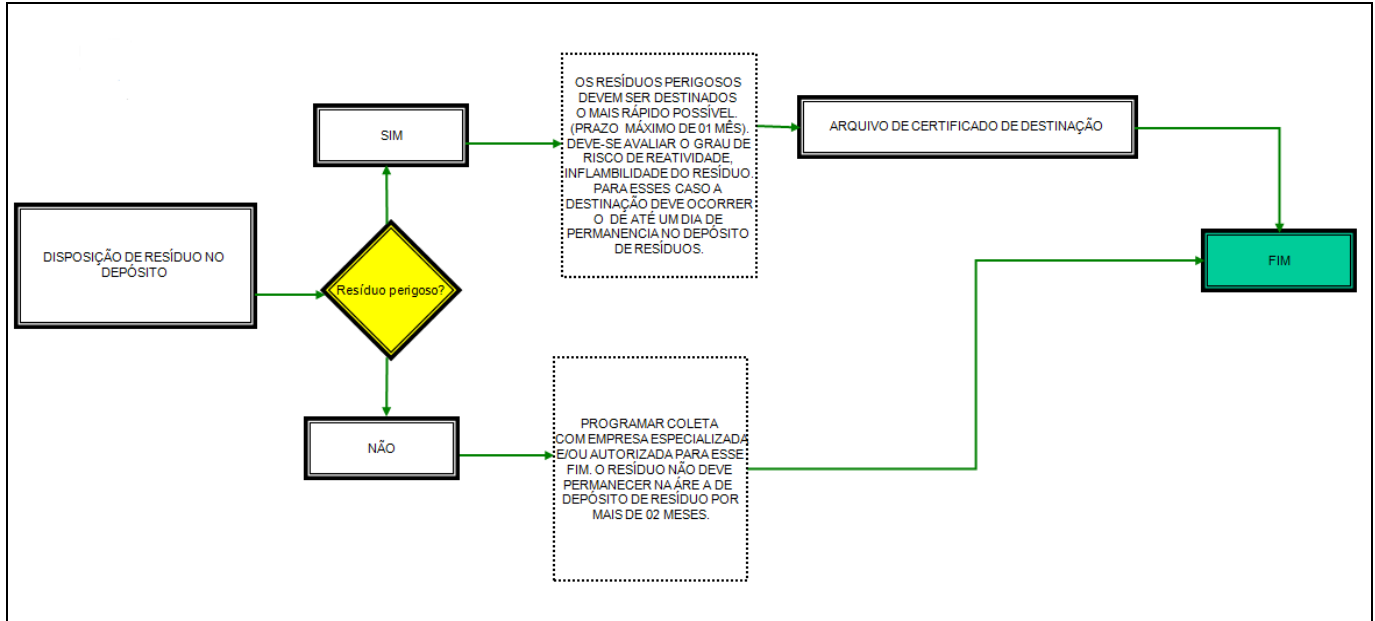


Figura 30: Fluxograma - Depósito temporário de resíduos sólidos.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

As formas definidas para o correto acondicionamento e armazenamento temporário para os resíduos sólidos estão apresentadas na tabela 7. As Figuras 31, 32 e 33 apresentam o armazenamento temporário destes e de outros tipos de resíduos no depósito de resíduos sólidos temporário da empresa. O acondicionamento dos resíduos sólidos na fonte de geração (processo produtivo) foi atendido com a disponibilização dos contêineres coletores, conforme apresentado anteriormente, na figura 19.

Tabela 7: Acondicionamento e armazenamento temporário dos resíduos sólidos.

<b>RESÍDUO</b>	<b>ACONDICIONAMENTO</b>	<b>ARMAZENAMENTO</b>
Borra de alumínio	Caçamba de 20.000 Kg	Área Coberta no depósito temporário de resíduos sólidos.
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (Kg) Característica Inflamável	Caçamba container	Deposito temporário de resíduos sólidos.
Outros Resíduos Perigosos - Classe I (Kg) Característica Não Inflamável	Caçamba container	Deposito temporário de resíduos sólidos.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016.



Figura 31: Depósito de Resíduos da empresa, onde os resíduos são armazenados temporariamente.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015.



Figura 32: Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos resíduos sólidos Classe II.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015.





Figura 33: Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Classe II.

Fonte: Fotografia tirada pelo próprio autor, 2015.

- f. **Logística ambiental (Transporte dos Resíduos Sólidos):** a definição utilizada é referente ao melhor uso dos recursos disponíveis para a boa prática da logística ambiental e para atendimento dos requisitos legais específicos quanto à responsabilidade compartilhada dos resíduos sólidos gerados e para o transporte dos resíduos sólidos (documentos, rótulos, placas de identificação, etc.);

Foi definido para esta etapa a exigência de um acompanhamento rigoroso das regulamentações vigentes. Portanto, para cada resíduo sólido gerado, foram elaboradas e aprovadas fichas e envelopes de emergência pertinentes aos resíduos sólidos classificados como Classe I, segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), bem como, definiu-se a identificação para os códigos e descrições específicas para o transporte dos mesmos e a forma de monitoramento mais adequada quanto ao licenciamento ambiental dos transportadores contratados e respectivos receptores destes resíduos sólidos.

Para o atendimento do requisito do monitoramento do licenciamento ambiental dos receptores e/ou transportadores aprovados, elaborou-se uma lista mestre, com as informações e dados de cadastro

necessários conforme a tabela 8, onde, periodicamente, verificou-se a vigência dos documentos.

Tabela 8: Lista das Licenças Ambientais dos receptores dos resíduos da empresa.

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

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

Ainda, no que se diz respeito ao aspecto legal para com a Logística Ambiental, é importante que se considere e avalie as práticas da logística reversa, pela empresa em seus processos de produção, conforme preconiza o Art. 33 da PNRS (BRASIL, 2010), com base nos acordos setoriais que serão firmados.

- g. Destinação dos Resíduos Sólidos Gerados:** Definição das formas de reciclagem, tratamento, aterro industrial, co-processamento, etc. aprovadas pela direção da empresa e locais licenciados para a destinação para tratamento dos resíduos sólidos gerados. Nesta etapa é muito importante de se avaliar, também, os custos envolvidos para com o transporte, tratamento ou a destinação final dos resíduos.

Como boa prática definida, sugere-se que a disposição final para com os resíduos sólidos como rejeitos em aterros industriais, seja a última alternativa que venha a ser utilizada para com o gerenciamento destes, quando não houver mais alternativas adequadas para a reutilização, reciclagem ou tratamento do resíduo.

A destinação final aprovada para com tratamento dos resíduos sólidos e a destinação final dos rejeitos gerados nos setores de produção da empresa foco estão apresentadas na tabela 9.

Tabela 9: Formas de Destinação dos resíduos sólidos gerados.

<b>Resíduo</b>	<b>Destinação</b>	<b>Razão Social Receptor</b>	<b>CNPJ</b>	<b>Endereço</b>	<b>LO / Órgão Expedidor</b>	<b>Custo Para Destinação</b>
Borra de alumínio	Reciclagem Externa	Empresa Reciclagem Santa Maria	03.550.974/ 0001-37	Rua Jose Luiz Maia, nº 759, Varginha.	XXX/XXX X-DL - FEAM	Venda por R\$ 0,70/Kg
Outros Resíduos Perigosos Classe I (Kg) Característica Inflamável	Co-processamento	Empresa Reciclagem Santa Maria	03.550.974/ 0001-37	Rua Jose Luiz Maia, nº 759, Varginha.		Custo de R\$ 590,00/Kg.
Outros Resíduos Perigosos Classe I (Kg) Característica Não Inflamável	Aterro Industrial Classe I	Empresa Reciclagem Santa Maria	03.550.974/ 0001-37	Rua Jose Luiz Maia, nº 759, Varginha.		Custo de R\$ 160,00/Kg.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

**h) Plano de Treinamento para os Funcionários:** a definição das formas e cronograma aprovados para o treinamento para cada setor da produção, buscando o entendimento e a colaboração de todos para com o programa de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelos setores de produção da empresa. Define que todos os funcionários são os responsáveis pela correta forma de segregação e pelo correto condicionamento adequado dos resíduos sólidos

O Plano de Treinamento foi definido pela equipe da gestão ambiental e aprovado juntamente com o Setor de Treinamento da empresa, sendo que foram inicialmente ministrados à liderança dos setores de produção, posteriormente, à todos os funcionários da produção com o objetivo de nivelar o conhecimento de todos e de multiplicar as informações aos demais colaboradores.

**i) Acompanhamento da Gestão e Tratamento dos Resíduos Sólidos Pós- Implantação na Empresa Objeto de Estudo:** Para avaliar a eficácia dos resultados alcançados, foram redefinidos os indicadores, com estabelecimento de novas metas.

Para que seja realizado este acompanhamento da GTRS, foram estabelecidos e definidos inicialmente para medir a desempenho, três objetivos, metas e indicadores de controle, conforme tabela 10 e, a partir daí, pode se definir diferentes frentes de trabalho para alcançar os resultados. Para estas frentes de trabalho, foi definido que os operadores são os responsáveis pela coleta de dados quanto à quantificação dos resíduos sólidos gerados nos processos de produção, a equipe da gestão ambiental é a responsável pelo acompanhamento das informações junto aos operadores e para a alimentação da planilha de indicadores com os dados coletados e a gerencia da planta pela análise e acompanhamento dos resultados gerados para que seja feita a análise do indicador e a definição de plano de ação específico para que no caso de não atingimento de uma das metas e havendo a necessidades de implantação de melhorias.

A divulgação dos resultados é feita pela gerência da planta, para com a sua avaliação e posterior aprovação junto aos setores de produção da empresa sendo, esta, realizada pela equipe da gestão ambiental, informando o histórico dos dados do mês anterior.

Na Tabela 10 é apresentada a nova revisão dos objetivos estabelecidos para o acompanhamento da GTRS.

Tabela 10: Objetivos, Metas e Indicadores para acompanhamento da GTRS

<b>Objetivo</b>	<b>Antes</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicador</b>
Reduzir a geração resíduos sólidos	Geração de 55% de resíduos sólidos no mês.	Geração máxima de 30% de resíduos sólidos no mês.	$\frac{\text{Quantidade de resíduos sólidos gerado no mês}}{\text{Quantidade de peças produzidas no mês}}$
Reduzir a geração de Borra de	Geração de 60% de resíduos sólidos no mês.	Geração máxima de 30% de resíduos sólidos no mês.	$\frac{\text{Quantidade de Borra gerada no mês}}{\text{Quantidade de alumínio fundido no mês}}$
Reduzir a geração de Sucata de Alumínio	Geração de 45% de resíduos sólidos no mês.	Geração máxima de 20% de resíduos sólidos no mês.	$\frac{\text{Quantidade de Sucata de Alumínio gerada no mês}}{\text{Quantidade de Alumínio consumida no mês}}$

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015.

Para também, se facilitar o acompanhamento e análise dos dados e proporcionar um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos setores de produção da empresa em estudo, conforme se estabeleceu na GTRS proposto com a identificação das formas de não geração, minimização da geração de resíduos sólidos, possibilidade de reciclagem e avaliação dos custos envolvidos para a destinação dos mesmos, entre outros fatores, agruparam-se em uma única planilha, como apresenta a figura 34.

Esta planilha tem como objetivo estabelecido para o controle e gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive para o acompanhamento dos indicadores.

RESÍDUO	QUANTIDADE MENSAL	UNIDADE DE MEDIDA	CLASSIFICAÇÃO	FONTE GERADORA	ACONDICIONAMENTO	ARMAZENAMENTO	DESTINAÇÃO	CUSTO PARA DESTINAÇÃO
Avental de couro	102	un.	Classe II - Não	Setor de fundição	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Borra de alumínio	195	Kg	Classe II - Não	Setor de fundição	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Reprocessamento	Reprocessamento por R\$ 0,10/ Kg
Botinas	100	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Brocas	13	Kg	Classe II - Não	Setor de usinagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro Industrial	Venda por R\$ 0,25/Kg
Camisas	158	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Cantoneiras	12	Kg	Classe II - Não	Setor de embalagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Doação
Cavaco	965	Kg	Classe II - Não	Setor de usinagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Reprocessamento	Reprocessamento por R\$ 0,10/ Kg
Copos plásticos	833	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Doação
Correias	8	Kg	Classe II - Não	Setor manutenção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Escória de fundição	2245	Kg	Classe II - Não	Setor de fundição	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Reprocessamento	Reprocessamento por R\$ 0,10/ Kg
Fitas de arquear	45	Kg	Classe II - Não	Setor embalagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Fitas metálicas	54	Kg	Classe II - Não	Setor lingotes	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Venda por R\$ 0,25/Kg
Fitas plásticas	6	Kg	Classe II - Não	Setor embalagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Doação
Granalhas	463	Kg	Classe II - Não	Setor jateamento	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro Industrial	Venda por R\$ 0,25/Kg
Luvas	1780	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Mangas	154	Kg	Classe II - Não	Setor de jateamento	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Óculos	80	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Papelão	2825	Kg	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Doação
Papel	240	Kg	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Doação
Pastilhas de corte	16	Kg	Classe II - Não	Setores de usinagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro Industrial	Venda por R\$ 0,25/Kg
Plásticos	154	Kg	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Doação
Produtos de limpeza	21	Kg	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Protetor auditivo	65	Kg	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Rebolo (disco) de emelil	17	Kg	Classe II - Não perigoso	Setor de manutenção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro Industrial	Venda por R\$ 0,25/Kg
Régua de madeira	71	Kg	Classe II - Não	Setor de embalagem	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Venda por R\$ 0,10/Kg
Respirador	1118	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Inceneração	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Rodo	13	Kg	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Venda por R\$ 0,10/Kg
Rolamentos	115	Kg	Classe II - Não	Setor de manutenção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro Industrial	Venda por R\$ 0,25/Kg
Sacos de lixo	1052	un.	Classe II - Não	Setores de produção	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Aterro sanitário *	Inceneração por R\$ 0,15/Kg
Bombonas plásticas	211	Kg	Classe II - Não	Fornos fusórios	Caçamba/ Container	Deposito de resíduos	Reprocessamento	Reprocessamento por R\$ 0,05/ Kg

Obs.: Os campos identificados com \* determinam o destino final dos resíduos que não estejam contaminados com nenhum produto químico, pois se houver o contato com algum resíduo de periculosidade, isto acarretará na mudança da disposição final dos mesmos, devendo ser depositado em aterro industrial.

Figura 34: Planilha para gerenciamento dos resíduos sólidos gerados.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016.

### 4.3.3 Quantificação dos Ganhos da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS)

Para cada etapa de implantação da Gestão e Tratamento dos Resíduos Sólidos, proposto nos setores de produção para a empresa, foi possível de identificar e analisar os potenciais ganhos que poderiam ser obtidos com a prática de resultados, porém neste trabalho, não serão apresentados os ganhos financeiros.

No acompanhamento do diagnóstico dos processos produtivos de fabricação das peças de alumínio para que se fosse possível de identificar a origem dos resíduos sólidos gerados em cada etapa, com o gerenciamento adequado dos mesmos, foi possível identificar novas formas de minimização da geração de alguns destes resíduos sólidos, como por exemplo, divisórias de papelão para embalagem das peças de alumínio produzidas que foram substituídas por divisórias plásticas, tendo o aproveitamento da utilização e reuso onde as divisórias plásticas eram devolvidas juntamente com as embalagens das peças pelos clientes finais.

Identificou-se a possibilidade de minimizar a geração de sucata de aço, alumínio e borra de alumínio, porém, para melhorar o aproveitamento destes resíduos sólidos e matérias-primas, tornam-se necessários que sejam feitos pela empresa novos estudos que venham a implementar o controle estatístico de processos e avaliações de engenharia, entre outras, para com os setores de produção da empresa objeto de estudo.

Foi apresentada uma avaliação comparativa entre a forma de gerenciamento de resíduos sólidos que era praticada durante o desenvolvimento deste trabalho (situação original) e a nova forma de gerenciamento que foi desenvolvida para após a implementação da Gestão e Tratamento dos Resíduos Sólidos (GTRS) proposto neste estudo, possibilitou a identificar os potenciais ganhos ambientais e econômicos. A Tabela 11, adaptada de PAULA DA SILVA (2013), apresenta os dados da empresa de maneira comparativa entre a situação original encontrada e a situação atual da empresa, evidenciando as melhorias que foram realizadas e ganhos obtidos.



Tabela 11: Comparativo entre a situação original e a situação atual, após o plano de gestão e Tratamento de resíduos sólidos.

<b>Situação Original</b>	<b>Situação Atual (GTRS Proposto)</b>
<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>A borra de alumínio era acondicionada junto ao forno fusório ou em grades metálicas, para reprocessamento interno.</p>	<p>Comercialização da borra de alumínio para o fornecedor de lingotes de alumínio e adequação do depósito de resíduo temporário para receber a borra de alumínio. Redução no consumo de gás natural e energia elétrica utilizados no reprocessamento interno</p>
<p>Os resíduos de plástico e papelão eram destinados para disposição final, juntamente, com os resíduos classe I.</p>	<p>Os resíduos de plásticos e papelão 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. Esta ação trouxe uma economia quanto aos custos de transporte e disposição final como rejeito.</p>
<p>Utilização de papelão como divisória na embalagem de peças produzidas.</p>	<p>Substituição da divisória de papelão por divisória de plástico com retorno juntamente com as embalagens das peças. 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.</p>

<p>Os resíduos de cavaco de alumínio contaminados com óleo de usinagem eram acondicionados juntos no mesmo recipiente coletor com peças refugadas pelo setor de usinagem, havendo um alto custo para a destinação para tratamento externo dos cavacos de alumínio contaminados com óleo.</p>	<p>Segregação dos resíduos de cavacos de alumínio contaminado com óleo de usinagem e peças refugadas pelo setor de usinagem. Utilizando caçamba com bandeja para escoamento do óleo de usinagem para posterior reuso no processo produtivo.</p>
<p>Embalagens vazias de produtos químicos eram destinadas para aterros industriais e/ou descontaminação, gerando custos para estas disposições.</p>	<p>Grande parte das embalagens vazias estão sendo devolvidas aos fornecedores, reduzindo assim os gastos com destinação das mesmas.</p>
<p>Galhos e peças de alumínio eram armazenados no ar livre, para posterior reaproveitamento no forno fusório.</p>	<p>Aquisição de carrinhos transportadores para os galhos e peças de alumínio, para queima imediata no forno fusório. Esta ação trouxe uma economia quanto aos custos de transporte e empilhamento, eliminando área de armazenagem externa.</p>
<p>Palletes de madeira danificados eram descartados e recolhidos pelo fabricante.</p>	<p>Recuperação interna dos palletes de madeira danificados. Comercialização da madeira dos palletes para com o fornecedor para reaproveitamento nos novos palletes fornecidos. Eliminação da área de armazenagem dos palletes danificados.</p>

<p>Área destinada para os resíduos metálicos sólidos não perigosos - Classe II, era subdimensionada e não atendia as especificações da legislação vigente.</p>	<p>Reaproveitamento das sucatas metálicas pelo setor de manutenção, adequação do depósito temporário dos resíduos metálicos e venda da sucata selecionada dos resíduos metálicos.</p>
<p>Não existia fluxo para os resíduos sólidos não perigosos - Classe II gerados, eram transportados internamente para o depósito de resíduos sem uma sistemática definida.</p>	<p>Implantação do fluxo para o transporte de resíduos sólidos não perigosos - Classe II gerados, com horários e dias definidos.</p>

Fonte: Adaptada de Paula da Silva (2013)

Estes ganhos são identificados, através das tabelas 12, 13, 14 e 15, que tratam da situação original encontrada da gestão de resíduos da empresa e mostram fotos que evidenciam as melhorias realizadas com a implantação da Gestão e Tratamento dos Resíduos Sólidos (GTRS). As figuras 35 e 36 mostram o novo fluxo de resíduos sólidos da coleta seletiva dos setores de produção até o depósito temporário de resíduos

Tabela 12: Situação original e melhorias após implantação

SITUAÇÃO ORIGINAL	MELHORIAS APÓS IMPLANTAÇÃO
 <p data-bbox="172 480 512 552">Deposito temporário de resíduos antes da implementação da sistemática proposta, com três caçambas metálicas.</p>	 <p data-bbox="527 480 866 584">Deposito temporário de resíduos após a implantação com duas caçambas metálicas e coletores para acondicionamento dos resíduos sólidos classe I e Classe II.</p>
 <p data-bbox="183 617 362 663">Caçamba exposta no tempo.</p> <p data-bbox="172 831 512 903">Vista do deposito temporário de resíduos antes da implementação, com dois containers e uma caçamba externa.</p>	 <p data-bbox="527 831 866 919">Vista do deposito temporário de resíduos após a implantação com três caçambas e eliminação da caçamba coletora que ficava exposta ao tempo.</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

Tabela 13: Situação original e melhorias após implantação.

	
<p>Resíduo cavaco que alumínio impregnado com óleo de corte, que a empresa pretendia usar no seu processo de fusão do metal.</p>	<p>Resíduo cavaco de alumínio briquetado e sem o óleo de corte, para ser reutilizado no setor de fusão de metal da empresa e reciclagem do óleo de corte.</p>
	
<p>Galhos e peças de alumínio armazenados no pátio externo, ficando expostos ao tempo.</p>	<p>Após a implementação, armazenamento de galhos e peças de alumínio, em carrinhos coletores para os fornos de fusão. Reduzindo os custos de transporte e eliminando área de armazenagem externa.</p>
	
<p>Interior do depósito temporário de resíduos, sem o devido acondicionamento adequado dos resíduos de papéis/papelões e plásticos.</p>	<p>Após a implementação caçambas para o acondicionamento dos resíduos limpos de papéis/papelões e plásticos.</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

Tabela 14: Situação original e melhorias após implantação

 <p>Borra de alumínio armazenada em grade metálica, no galpão dos fornos de fusão.</p>	 <p>Armazenamento da borra de alumínio em caçamba, para reprocessamento no fornecedor de lingotes de alumínio. Reduzindo o consumo de gás e energia elétrica utilizados internamente.</p>
 <p>Área destinada pela empresa para o armazenamento dos pallets e embalagens de madeira danificados que destinados a venda.</p>	 <p>Caçamba utilizada para pallets e embalagens de madeira danificados para serem enviados para o fornecedor para reaproveitamento, após implementação a empresa recupera as embalagens danificadas internamente.</p>
 <p>Interior do depósito temporário de resíduos, coletor utilizado de tamanho inadequado para a sucata de resíduos metálicos.</p>	 <p>Novo coletor para sucata de resíduos metálicos, após a implementação, descartados os resíduos metálicos que não são reutilizados pelo setor da manutenção.</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

Tabela 15: Situação original e melhorias após implantação

 <p>Caçambas danificadas descartadas pela empresa e vendidas como sucata de ferro.</p>	 <p>Caçambas danificadas são enviadas para o fornecedor para reparo. caçambas que não seja possível o reparo são negociadas para novas aquisições com o fornecedor de caçambas.</p>
---	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

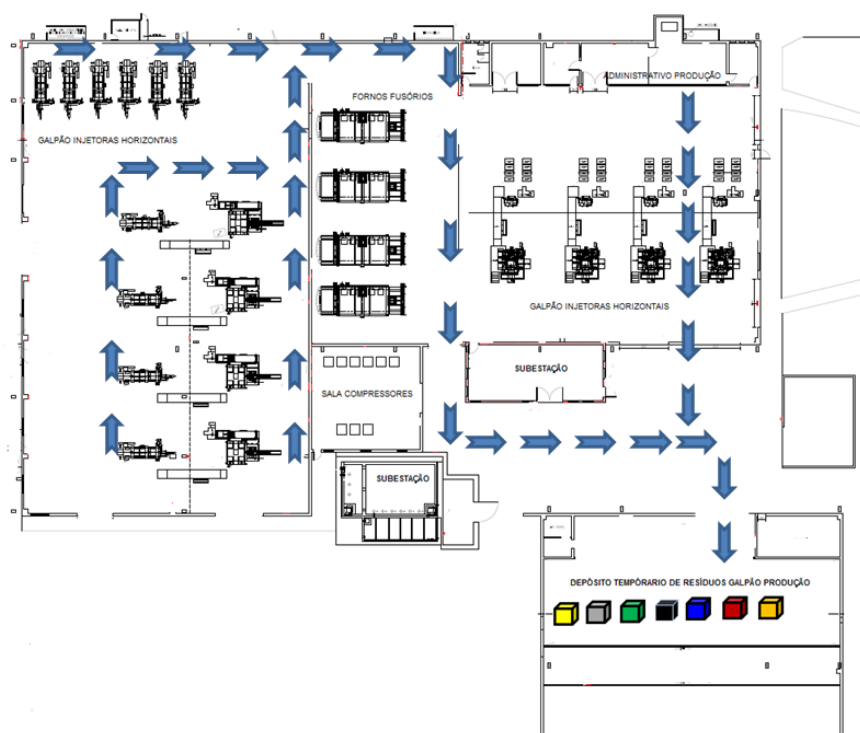


Figura 35: Fluxo dos Resíduos sólidos gerados nos fornos fusórios, injeção, rebarbação e jateamento



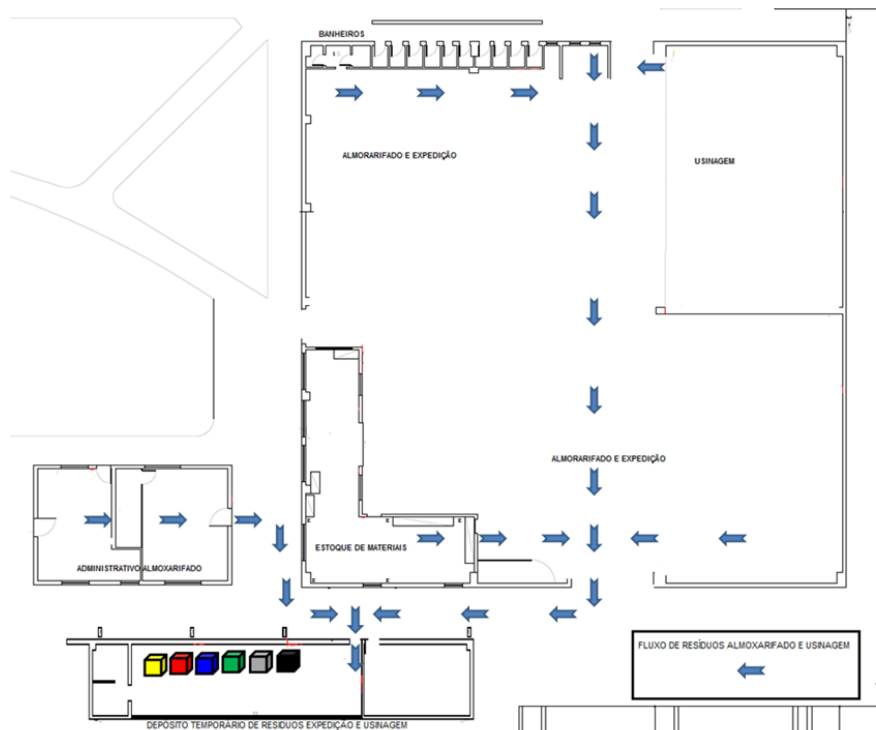


Figura 36: Fluxo dos Resíduos sólidos gerados na usinagem, embalagem, almoxarifado e expedição.

Existem outras possíveis soluções, ambientalmente corretas e viáveis de serem praticadas, para o gerenciamento destes resíduos sólidos identificados nos setores de produção das peças de alumínio, porém tendo como base os resultados dos estudos e das avaliações atuais que foram realizadas, a equipe que funcionários da empresa que trabalhou nesta pesquisa apresentou estas soluções e sugestões para a gerencia da planta, sendo estas aprovadas. Foi considerado que para ter a continuidade da GTRS proposta para a empresa, definiu a metodologia de trabalho em conformidade com o atual sistema de gestão da produção já implantado e utilizado pela empresa, que visa a trabalhar com a melhoria contínua quanto a gestão de seus processos e ações de melhorias para o gerenciamento dos resíduos sólidos da forma mais adequada e economicamente viável possível para com seus processos fabris.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados das conclusões finais sobre o trabalho que foi desenvolvido em uma empresa do segmento de fundição injetada na fabricação de peças de alumínio que atua para o mercado automotivo e proposta de temas para trabalhos futuros a serem realizados com base no estudo aqui abordado.

### 5.1 CONCLUSÕES

Quanto maior é a diversidade dos resíduos sólidos gerados nos processos de produção, mais complexas se tornam as formas utilizadas para que seja realizado o correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em seus processos de fabricação, sobretudo para que se consiga atender a legislação vigente.

Neste aspecto, foi possível de identificar e priorizar o mapeamento dos processos produtivos da empresa para a implantação da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS). Permitindo realizar levantamento de dados sobre os resíduos sólidos gerados, sua origem de geração e as saídas, em cada etapa dos processos de fabricação.

Aprovada pela empresa, a GTRS pôde levantar e identificar os setores de produção que demandam por melhorias no atual sistema de gestão dos resíduos sólidos gerados.

Com o a finalização do desenvolvimento deste trabalho e a análise dos dados obtidos através dos indicadores de gestão que foram implantados nos setores de produção, puderam ser observados os seguintes resultados:

- A implantação da GTRS proposto para a empresa foi efetiva e teve seus resultados alcançados para com o gerenciamento dos resíduos gerados.
- Realização de um levantamento de dados de todos os resíduos sólidos gerados em cada etapa dos processos de fabricação, objetivando sua classificação, em conformidade com os requisitos da NORMA ABNT NBR 10.004:2004.
- As novas práticas implementadas geraram grandes melhorias no sistema de gestão para segregação, armazenamento, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados nos processos de produção para, possibilitando um atendimento adequado à legislação.

- Implementação da prática de utilização da GTRS para análise dos dados obtidos, com o objetivo de implantar indicadores voltados para a melhoria contínua do sistema de gestão proposto.
- Conscientização dos funcionários dos setores de produção para a implantação e prática da coleta seletiva na fonte de geração dos resíduos sólidos.

A partir da análise dos resultados alcançados, foi possível evidenciar a diminuição de desperdício de materiais utilizados nos setores de produção através da reutilização ou substituição dos materiais com o envio de resíduos sólidos para reciclagem, reaproveitamento nos processos produtivos e retorno de embalagens a fornecedores.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O tema deste trabalho apresentado é de grande importância para a formação do conhecimento profissional e técnico, pois visa contribuir para que as empresas se mantenham no mercado que atuam e para o seu desenvolvimento sustentável, além da conscientização de seus funcionários. Assim, apresentam-se as seguintes sugestões para trabalhos futuros relacionados ao estudo de caso:

- Ganhos evidenciados com a implantação da Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos (GTRS), em empresas do segmento automotivo e de fundição de alumínio;
- Gestão de indicadores para o controle do gerenciamento dos resíduos sólidos e revisão das metas, para direcionamento das ações de melhorias a serem implantadas;
- Quantificação dos dados financeiros dos ganhos obtidos na implantação da GTRS da empresa em estudo;
- Implantação de plano de capacitação para a não geração de resíduos sólidos, para todos os setores da empresa e comparação dos ganhos pela não geração de resíduos sólidos;
- Controle estatístico nos processos de fabricação das peças de alumínio com metas de redução na geração de resíduos sólidos e consumo de energia (gás GLP e energia elétrica).

## 6 REFERÊNCIAS

ASSIS, Camila Moreira de. **Avaliação da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2012.** Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO. **Desempenho do setor de fundição** setembro/2015. 2015. Disponível em: <[http://abifa.org.br/wp-content/uploads/2015/07/desempenho\\_setembro\\_2015.pdf](http://abifa.org.br/wp-content/uploads/2015/07/desempenho_setembro_2015.pdf)>. Acesso em: 17 abril 2016.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 10.004: **Resíduos sólidos - Classificação.** ABNT, Rio de Janeiro, 31 mai, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. **Legislação.** Disponível em: <<http://http://www.ablp.org.br/conteudo/legislacao.php> \_ Acesso em 15 março 2016.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DO ALUMINIO. **Guia Técnico do Alumínio: geração e tratamento de escória.** Vol. 11 – São Paulo, 2007.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DO ALUMINIO. Aluauto – Boletim Eletrônico do Centro de Informações Automotivo e de Transportes da ABAL. Número 12. **Mundo Automotivo** – ANO 2014.

Disponível em:

<<http://www.abal.org.br/aluauto/ed12/mundoautomotivo2.asp>>. Acesso em 16 janeiro 2016.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DO ALUMINIO. **Reciclagem: no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/reciclagem/brasil.asp>>. Acesso em: 08 maio 2016.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Indústria de fundição: situação atual e perspectivas**. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3304.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3304.pdf)>. Acesso em: 17 abril 2016.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de Gestão Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BORTOLOTTO, Rafael. **Subsídio ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Setor Metal - Mecânico. Estudo de Caso: Metalúrgica Spillere - Caravaggio Município de Nova Veneza/SC**. 2006. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

BRADASCHIA, Clovis: **Solubilidade dos metais. Fenômenos Micro e Macroscópicos decorrentes da solidificação, variação de volume durante a solidificação e o esfriamento a consequências sobre a técnica de solidificação e de moldagem**. In: SIEGEL, Miguel (Org): **Fundição**. 10 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1978.

BRASIL. Constituição (2010). Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília.

CASTILHO JUNIOR, Armando Borges et al. **Principais Processos de degradação de resíduos sólidos urbanos**. In. CASTILHO JUNIOR, Armando Borges de (Org.). **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte**, Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. p 19-50.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Produção Mais Limpa: Casos de Sucesso, Redução do Descarte de Areia de Fundição e do Consumo de Areia Nova na Indústria de Fundição, 2011**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/casos/caso01.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/casos/caso01.pdf)>. Acesso em: 20 abril 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDUSTRIAIS. **Meio ambiente: gerenciamento de resíduos.** Disponível em <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 29 de abril de 2016.

COUTO NETO, A. G. **Construção Civil Sustentável: avaliação da aplicação do modelo de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do SINDUSCON-MG em um canteiro de obras - um estudo de caso.** 2007. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). **Lixo municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS. **Guia de Boas Práticas no Setor de Fundição.** Disponível em:> <http://www.sifumg.com.br/wp-content/uploads/2016/02/cartilha-de-fundicao.pdf>. Acesso em 20 fevereiro 2016.

FERRARESI, Dino. **Fundamento da Usinagem dos Metais.** São Paulo: editora Edgard Blücher Ltda, 2000.

FERREIRA, João Alberto. Resíduos Sólidos: Perspectivas atuais. In: SISINNO, Cristiana Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org.). Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – MG. **Fundação Estadual do Meio Ambiente. Inventário de resíduos sólidos industriais e minerários: ano-base 2009.** Belo Horizonte: FEAM, 2010. p. 85-105.

GRAFFITTI, Daniella Fernandes et al: **Reaproveitamento de Resíduos Sólidos de Siderúrgica e Fundição.** In. Seminário Nacional de Resíduos Sólidos Trabalhos Técnicos, 6, 2002, Gramado. 2002. ABES, 2002.

KUHNEN, Ariane. **Reciclando o cotidiano representações sociais do lixo.** Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1995.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais - Relatório de Pesquisa**. Disponível em:>

[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15621](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15621). Acesso em 15 março 2016.

MASTELLA, Vagner Gonçalves. **Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Metalúrgica DS Ltda**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. CRICIÚMA, 2007.

Moraes CAM, Calheiro D, Pires DC, Nunes SS, Lorscheitter G. **Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de uma indústria de fundição**. Anais do 65º Congresso Anual da ABM - Internacional; 2010. Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: ABM; 2010. p. 2979-2988. 21 Pires DC, Kieling AG, Calheiro D, Simon.

Moraes CAM, Ely EE, Rocha L, Simon J, Kessler S, Silveira C *et al*. **Avaliação da gestão empresarial, tecnológica e ambiental em empresas de fundição como ferramentas para aumento de competitividade no setor**: O Caso do Projeto Fundi-RS. Anais do 13º Congresso de Fundição da ABIFA – CONAF; 2007; São Paulo, Brasil. São Paulo: ABIFA; 2007.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, José Maurício. **Embalagem, Unitização & Containerização**. 2 ed. São Paulo: IMAM, 1997.

PAULA DA SILVA, Ana. **Proposta e Implantação de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos em Indústria do Setor Metal Mecânico**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, abril de 2013.

PERUCCHI, Priscila Benedet. **Classificação e Destino Final de Resíduos de Fundição**. 2007. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

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



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Regional de Minas Gerais. **Iniciação à Fundição**. 4a Edição Itaúna: SENAI/CETEF, 2007. p. 51- 87. (Publicação Técnica – Fundição, 01).

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, T. C. e CHEGATTI, S. **Comparativo entre os regulamentos existentes para reutilização de resíduos de fundição**. Revista da AB IFA – Fundição & Matérias-Primas. Caderno Técnico 3. Outubro de 2007. Edição 90. Pg 150. Trabalho premiado no CONAF’ 2008.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **O Desafio Metropolitano: um estudo sobre a problemática sócio-espacial nas metrópoles brasileiras**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

TOCCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Curso de especialização em tratamento e disposição final de resíduos sólidos e líquidos**. Universidade Federal de Goiás, 2009.

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.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**. In: Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. PROSAB. Rima Artes e Texto – São Carlos, SP, 2003.



## 7 APENDICES

### 7.1 APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA ROTEIRO DE ENTREVISTA NA PESQUISA: LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS INFORMAÇÕES DA EMPRESA NA GERAÇÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.

<b>I – Informações gerais sobre a empresa</b>	
1.1 Razão Social:	_____
1.2 Nome do responsável:	_____
1.3 Função/Cargo:	_____
1.4 Telefone:	_____ 1.6 E-mail: _____
1.5 Atividade principal da indústria:	_____
1.7 Código CNAE:	_____ 1.8 Porte: _____
1.9 Período de funcionamento:	
Horas por dia:	_____ Dias na semana: _____ Meses do ano: _____
1.10 Núm. total funcionários:	_____
<b>II – Aspectos Ambientais sobre a empresa</b>	
2.1 Possui Licença Ambiental?	( ) Não ( ) Sim _____
2.2 Já recebeu alguma notificação ou penalidade referente ao gerenciamento dos resíduos?	( ) Não ( ) Sim _____
2.3 Possui um setor ou pessoa responsável pelos assuntos ambientais?	( ) Não ( ) Sim _____
2.4 Possui Certificação?	( ) Não ( ) Sim Qual? _____
2.5 Possui Sistema de Gestão Ambiental?	( ) Não ( ) Sim _____
2.6 Possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos?	( ) Não ( ) Sim _____

### III – Aspectos operacionais sobre a empresa

3.1 Quais são os produtos e produzidos na empresa? (Coluna 1)

3.2 Com qual mercado são comercializados (externo ou interno – local, estadual, nacional)?  
(Coluna 2)

	Coluna 1			Coluna 2
	Produto	Quantidade	Unidade	Mercado
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

3.3 Atualmente os produtos vendidos pela empresa e para o mercado automobilístico? ( ) Não ( ) Sim.

3.4 Faz parte do escopo da empresa obter a certificação da ISO 14001? ( ) Não ( ) Sim

3.5 Após a certificação da ISO 14001 será decisivo para que a empresa ganhasse um novo negócio ou para manter-se no mercado que atua? ( ) Não ( ) Sim

3.6 Dentre os resíduos gerados qual (is) a empresa tem apresentado maior dificuldade para o gerenciamento? Por quê?

3.7 Layout da empresa

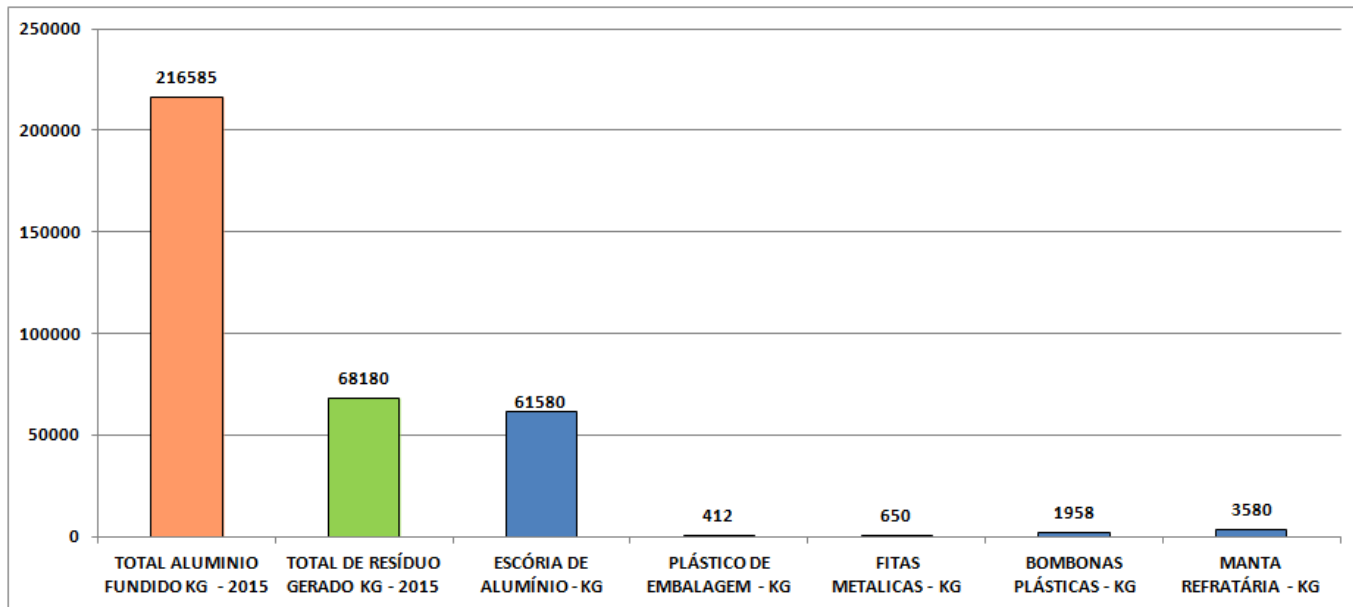
**Nota:**

- Consultar os documentos existentes na empresa para conhecer melhor o processo e coletar os primeiros dados referente à geração de resíduos.

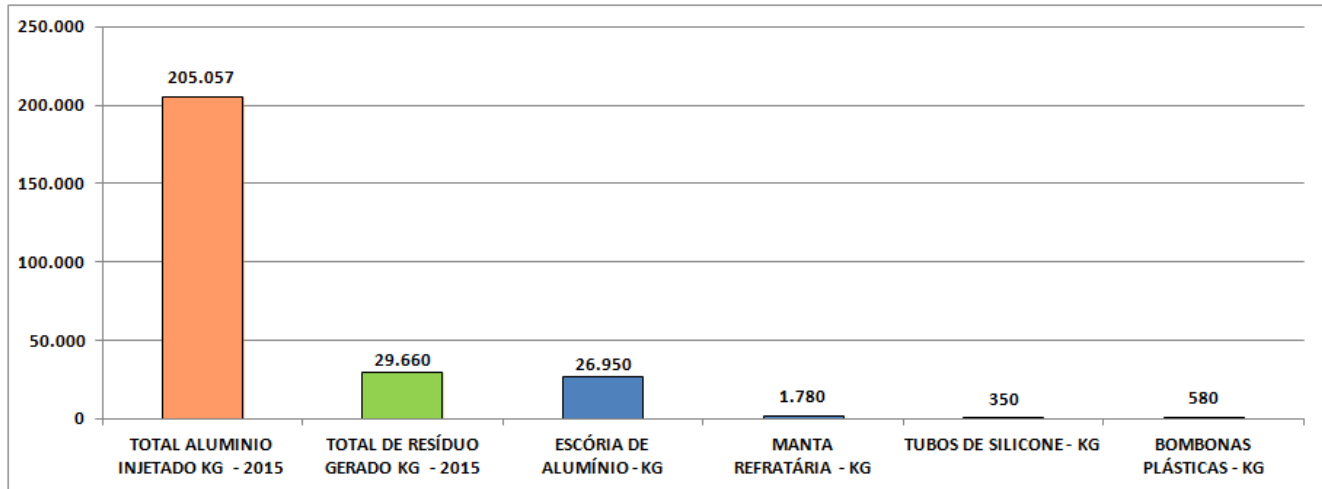




7.3 APÊNDICE C - GRÁFICO DOS RESÍDUOS GERADOS SOBRE O TOTAL DE ALUMÍNIO FUNDIDO EM 2015 DA ÁREA DOS FORNOS FUSÓRIOS.

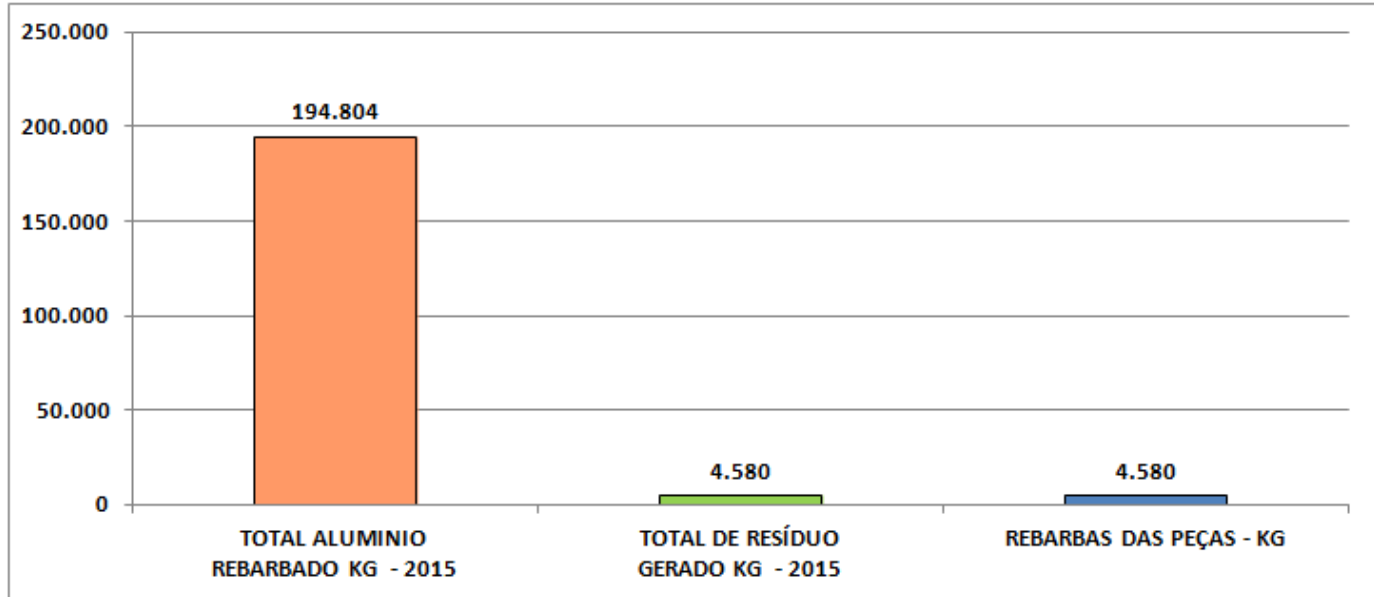


7.4 APÊNDICE D - GRÁFICO DOS RESÍDUOS GERADOS SOBRE O TOTAL DE ALUMÍNIO INJETADO EM 2015 DA ÁREA DA FUNDIÇÃO DE PEÇAS.

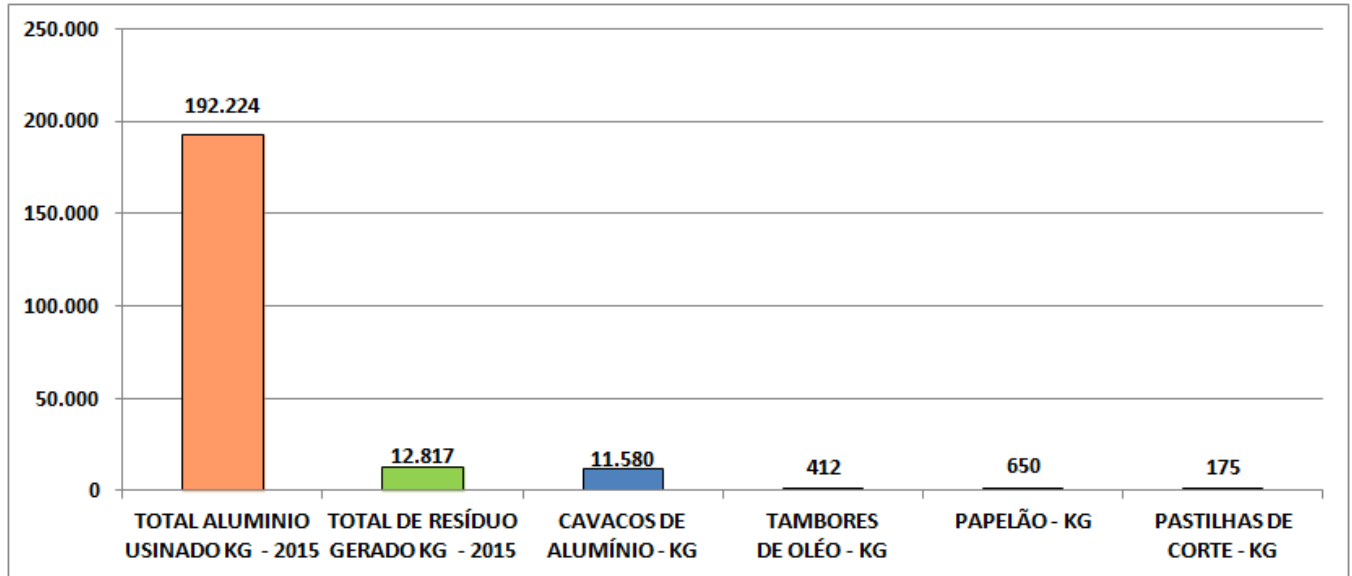




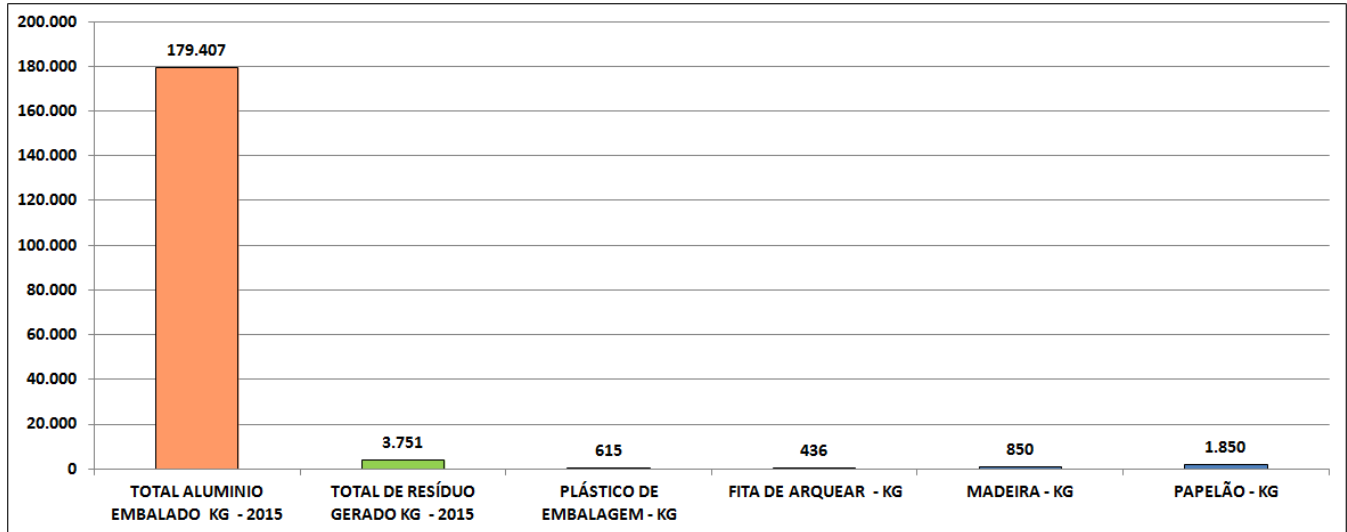
7.5 APÊNDICE E – GRÁFICO DOS RESÍDUOS GERADOS SOBRE O TOTAL DE ALUMÍNIO REBARBADO EM 2015.



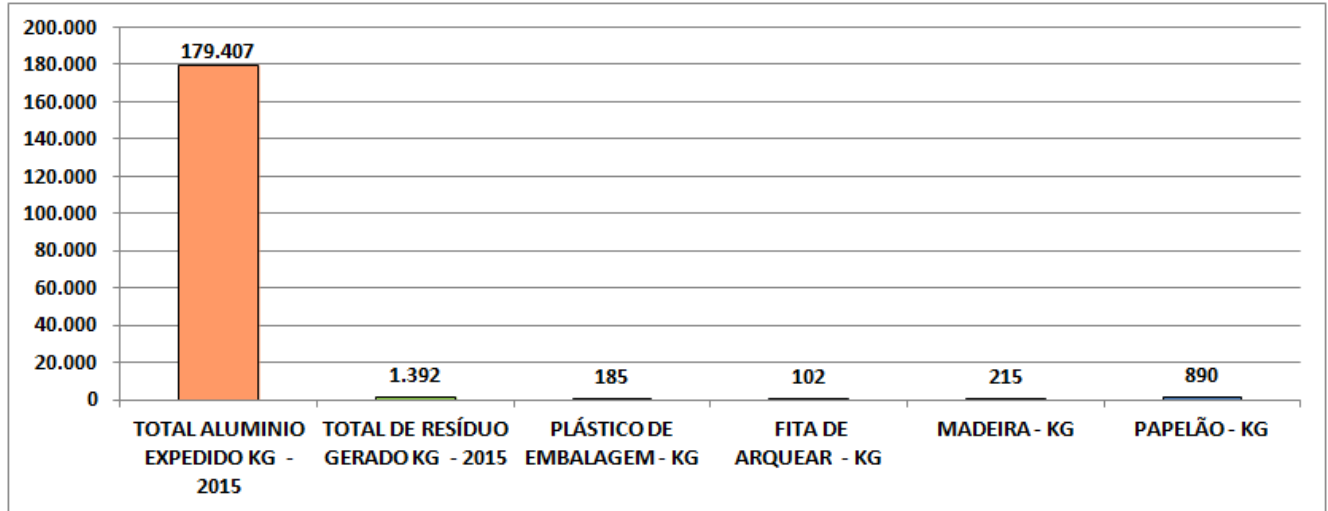
7.6 APÊNDICE F - GRÁFICO DOS RESÍDUOS GERADOS SOBRE O TOTAL DE ALUMÍNIO USINADO EM 2015.



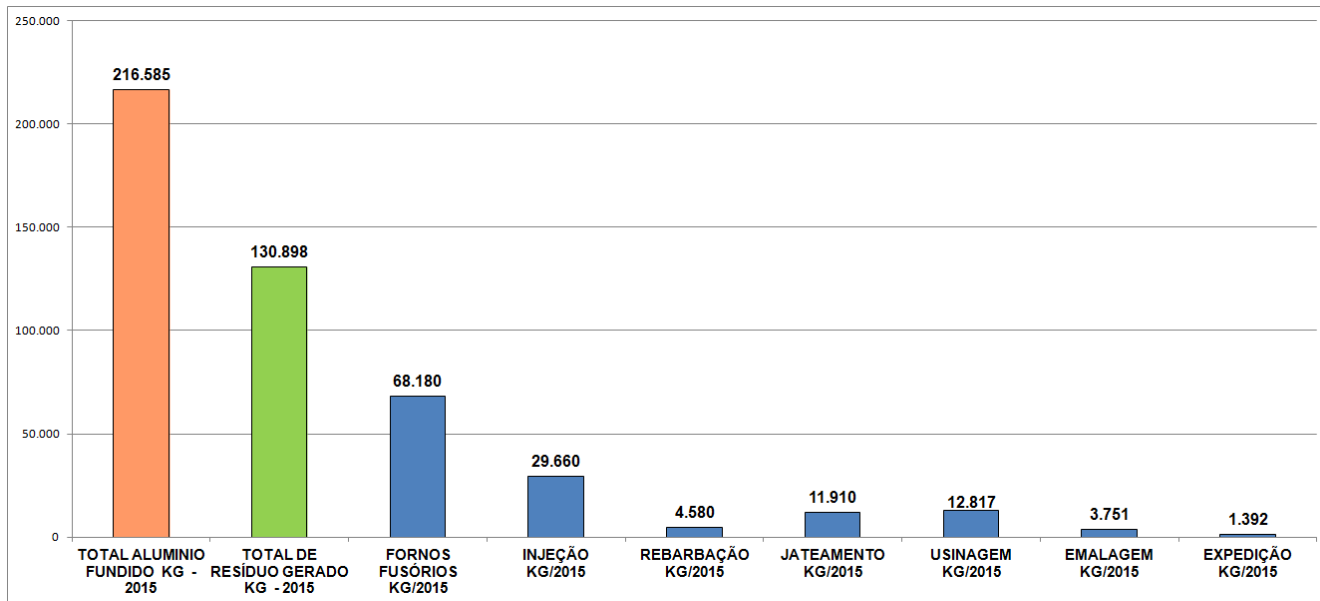
7.7 APÊNDICE G - GRÁFICO DOS RESÍDUOS GERADOS SOBRE O TOTAL DE ALUMÍNIO EMBALADO EM 2015.



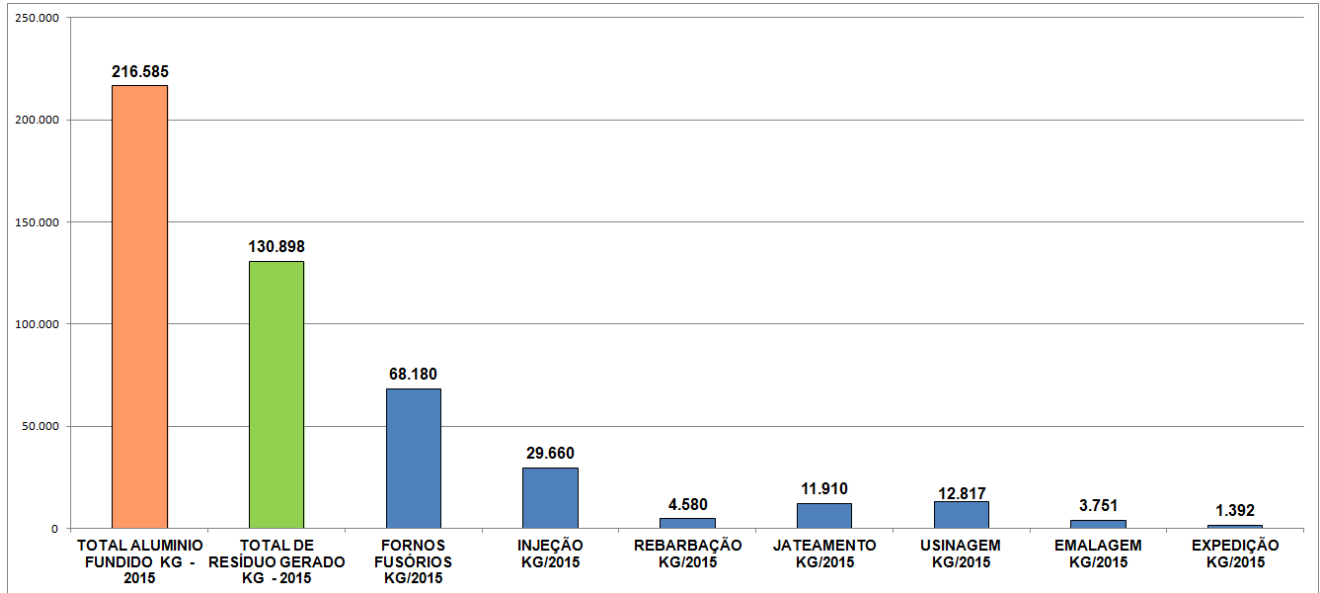
7.8 APÊNDICE H - GRÁFICO DOS RESÍDUOS GERADOS SOBRE O TOTAL DE ALUMÍNIO EXPEDIDO EM 2015.



## 7.9 APÊNDICE I - GRÁFICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS SETORES DE PRODUÇÃO DA EMPRESA.



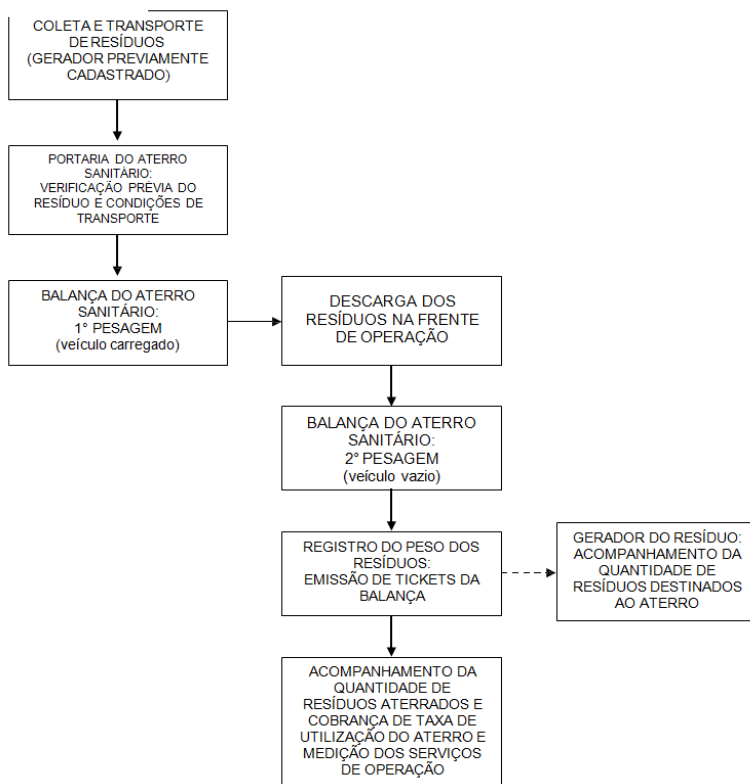
### 7.10 APÊNDICE J - GRÁFICO DA QUANTIDADE DE PRODUTO FABRICADO E QUANTIDADE DE RESÍDUOS.



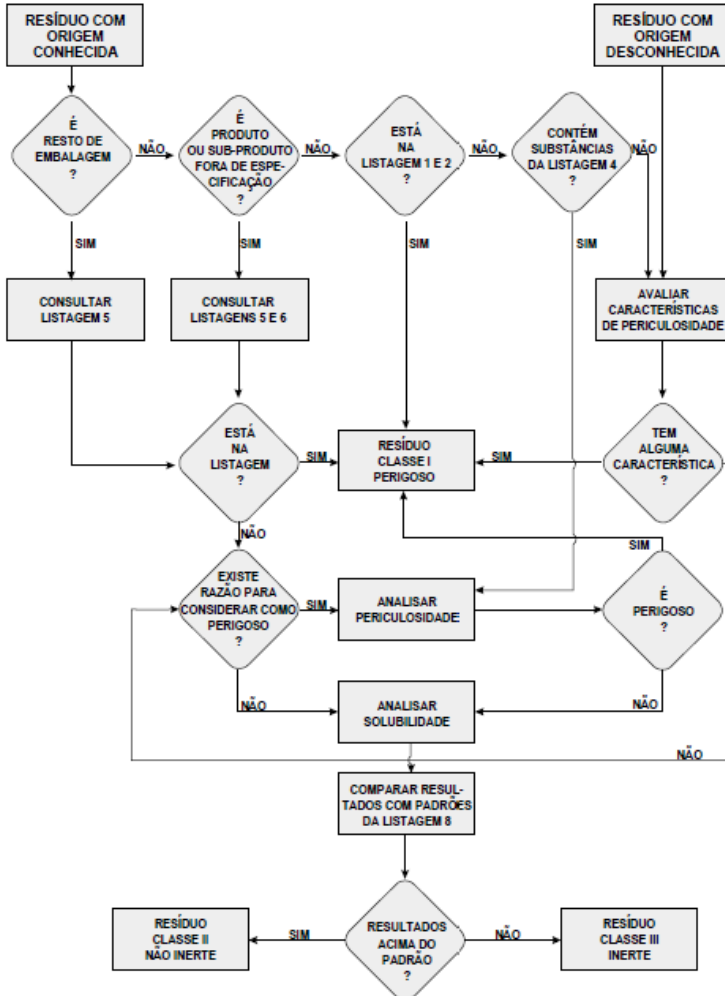
## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO I - FLUXO DE RECEBIMENTO DE DESCARGA E O ACOMPANHAMENTO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DE GRANDES GERADORES NO ATERRO INDUSTRIAL DE CONTAGEM.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CONTAGEM SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS URBANOS



## 8.2 ANEXO II - FLUXOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS, SEGUNDO NBR 10004.





### 8.3 ANEXO III - GESTÃO DE RESÍDUOS E PRODUTOS PERIGOSOS – TRATAMENTO. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 313 DE 2002.

CÓDIGO DO RESÍDUO	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO
	CLASSE II OU CLASSE III
A001	Resíduos de restaurante (restos de alimentos)
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (escritório, embalagens, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A104	Embalagens metálicas (latas vazias)
A204	Tambores metálicos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, etc.)
A105	Embalagens de metais não ferrosos (latas vazias)
A006	Resíduos de papel e papelão
A007	Resíduos de plásticos polimerizados de processo
A107	Bombonas de plástico não contaminadas
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico
A008	Resíduos de borracha
A108	Resíduos de acetato de etil vinila (EVA)
A208	Resíduos de poliuretano (PU)
A308	Espumas
A009	Resíduos de madeira contendo substâncias não tóxicas
A010	Resíduos de materiais têxteis
A011	Resíduos de minerais não metálicos
A111	Cinzas de caldeira
A012	Escória de fundição de alumínio
A013	Escória de produção de ferro e aço
A014	Escória de fundição de latão
A015	Escória de fundição de zinco
A016	Areia de fundição
A017	Resíduos de refratários e materiais cerâmicos
A117	Resíduos de vidros
A018	Resíduos sólidos compostos de metais não tóxicos
A019	Resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes contendo material biológico não tóxico
A021	Resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes contendo substâncias não tóxicas
A022	Resíduos pastosos de estações de tratamento de efluentes contendo substâncias não tóxicas

A023	Resíduos pastosos contendo calcário
A024	Bagaço de cana
A025	Fibra de vidro
A099	Outros resíduos não perigosos
A199	Aparas salgadas
A299	Aparas de peles calcadas
A399	Aparas, retalhos de couro atinado
A499	Carnaça
A599	Resíduos orgânico de processo (sebo, soro, ossos, sangue, outros da indústria alimentícia, etc)
A699	Casca de arroz
A799	Serragem, farelo e pó de couro atinado
A899	Lodo do caletro
A999	Resíduos de frutas (bagaço, mosto, casca, etc.)
A026	Escória de jateamento contendo substâncias não tóxicas
A027	Catalisadores usados contendo substâncias não tóxicas
A028	Resíduos de sistema de controle de emissão gasosa contendo substâncias não tóxicas (precipitadores, filtros de manga, entre outros)
A029	Produtos fora da especificação ou fora do prazo de validade contendo substâncias não perigosas

**Observações:**

1. Esses códigos só devem ser utilizados se o resíduo não for previamente classificado como perigoso. Ex. resíduo de varrição de unidade de embalagem de Parathion deve ser codificado como D099 ou P089 e não como A003.

2. Embalagens vazias contaminadas com substâncias das Listagens nº 5 e 6, da NBR-10004, são classificadas como resíduos perigosos.