



Aline Guerreiro Martins

**A Influência do Gerenciamento de
Resíduos Sólidos em um Processo
Produtivo**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia
Mestrado Profissional e Processos Construtivos e
Saneamento Urbano

Dissertação orientada pelo Professor Dr. Rui Guilherme de
Macedo Alves



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

**A INFLUÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS EM UM PROCESSO PRODUTIVO**

ALINE GUERREIRO MARTINS

Belém – PA
2014



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

A INFLUÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM PROCESSO PRODUTIVO

ALINE GUERREIRO MARTINS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos e Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves

Belém - PA
2014

A INFLUÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM PROCESSO PRODUTIVO

ALINE GUERREIRO MARTINS

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, área de concentração Saneamento Urbano, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos e Saneamento Urbano do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA)

Aprovada em 18 de setembro de 2014.

Prof. Dr. Dênio Ramam de Carvalho
(Coordenador do PPCS)

Prof. Dr. Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves
(Orientador – UFPA)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Augusto Pereira Neto
(Examinador Externo – UFRN)

PROF. DR. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
(Examinador Interno – UFPA)

Aos meus Pais Francisco e Ana (in memoriam) pelo
Amor incondicional e por mostrarem a importância do
estudo durante toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao prof. Dr. Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves pela Orientação, críticas e sugestões.

Aos Meus familiares pelo apoio durante toda minha vida, e por acreditarem em mim na elaboração desse trabalho.

Aos Meus Amigos, onde tenho todos como especiais, que compreenderam minha ausência para realização desse trabalho.

Aos Meus colegas de trabalho, que souberam contribuir com conhecimento em Engenharia Industrial e de Meio Ambiente na Elaboração dessa Pesquisa.

A todos que me amam e que acreditam, assim como eu, na pesquisa e no poder do conhecimento.

RESUMO

Atualmente, os resíduos causam grande impacto ambiental, social e econômico, pois com o aumento da industrialização e o crescimento da população aumentaram o volume e os tipos gerados. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Industriais Sólidos (PNRS), por meio da Lei 12.305/2010, define o gerenciamento de resíduos sólidos no Inciso X artigo 7^o, como um *“conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos exigidos na forma desta Lei”* (Brasil, 2010) e cita a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos como alguns de seus objetivos. Com base nesses conceitos, este estudo teve como objetivo verificar a aplicação dos objetivos da PNRS no que se refere a redução e reutilização dos resíduos sólidos gerados na fase de um processo produtivo em uma empresa do PIM. O método utilizado foi avaliar os programas de melhoria desenvolvidos na empresa que tivessem relação com redução e reutilização de resíduos. As informações foram fornecidas pela área de Recursos Humanos, onde os projetos ficam registrados. Foi escolhido o projeto de melhoria de Reutilização da sucata de aço no cavalete central da motocicleta. Como resultado, este estudo demonstrou que houve uma redução de 11.6 ton de aço por ano, através da reutilização da sucata de aço em uma das fases do processo, o que vem amenizar o impacto ambiental na sociedade. É importante ter em mente que a reutilização de um resíduo na própria fonte geradora abrange uma série de técnicas a serem utilizadas e, dentre elas, podemos citar: substituição de matérias-primas, modificação tecnológica, modificação de ferramental e práticas operacionais. A pesquisa demonstrou também que a influência do gerenciamento de resíduos sólidos industriais e o atendimento as legislações relacionadas assim como as diretrizes da NBR ISO 14001 podem trazer benefícios econômicos, mas também ambientais para as empresas do PIM, no entanto, os projetos têm quase sempre objetivos de redução de custo então, sugere-se que os temas de melhorias aplicados nas empresas do PIM estejam também direcionados à questão ambiental.

Palavras-Chave: Resíduos Industriais, Reutilização, Redução na Fonte.

ABSTRACT

Currently, waste cause major environmental, social and economic impact, because with increasing industrialization and population growth increased the volume and types generated. In Brazil, the National Policy of Industrial Solid Waste (PNRS), through Law 12,305 / 2010, defines the management of solid waste in Item X Article 70, as a "set of actions carried out, directly or indirectly, in the collection steps, transport, transshipment, treatment and disposal environmentally sound solid waste and disposal of environmentally sound waste, according to municipal plan for the integrated management of solid waste or solid waste management plan required under this Law" (Brazil, 2010) and cites the non-generation, reduction, reuse, recycling and solid waste treatment as some of his goals. Based on these concepts, this study aimed to verify the application of PNRS goals regarding the reduction and reuse of solid waste generated at the stage of a production process in a PIM company. The method used was to evaluate the improvement programs developed in-house that had relationship with reduction and waste reuse. The information was provided by the Human Resources, where projects are registered. Was chosen Reuse improvement project of steel scrap in the center stand motorcycle. As a result, this study demonstrated that there was a reduction of 11.6 tons of steel per year, through the reuse of steel scrap in a stage of the process, which comes mitigate the environmental impact on society. It is important to keep in mind that the reuse of waste in itself a source covers a range of techniques to be used and, among them, include: replacement of raw materials, technological change, tooling modification and operational practices. The survey also showed that the influence of the management of industrial solid waste and compliance related laws as well as the guidelines of ISO 14001 can bring economic benefits, but also environmental benefits for the companies of PIM, however, the projects have almost always goals reduction of cost then it is suggested that the themes of improvements applied in the companies of PIM are also directed to environmental issues.

Keywords: Industrial Waste, Reuse, Reduction at source.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 Ordem de Prioridade na Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos
- Figura 2.2 Fluxograma do Balanço de Massa do Processo Industrial
- Figura 2.3 Hierarquia do Gerenciamento de Resíduos
- Figura 3.1 Principais Resíduos da Fábrica
- Figura 3.2 Gráfico Quantidade por Tipo de Resíduo
- Figura 3.3 Quantidade de Motocicleta por Modelo
- Figura 3.4 Tabela de Classificação e Destinação de Resíduo
- Figura 3.5 Análise de Viabilidade para Reutilização de Sucata
- Figura 4.1 Fluxo Atual do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central
- Figura 4.2 Localização do Reforço do Cavalete Central
- Figura 4.3 Fluxo de Alteração de Sucata para Reforço
- Figura 4.4 Estampagem do Reforço do Cavalete Central
- Figura 4.5 Ilustração da Punção 1 e 2
- Figura 4.6 Fluxo do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central Proposto
- Figura 4.7 Gráfico de Redução da Quantidade de Resíduo

LISTA DE SIGLAS

PIM – Polo Industrial de Manaus

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

ONU – Organização das Nações Unidas

ONG – Organização Não Governamental

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

PIB – Produto Interno Bruto

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

SUASA - Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária

CETESB – Centro Tecnológico de Saneamento Básico.

SUMARIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais.....	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 A Série ISO 14000	4
2.1.1 Sistemas de Gestão Ambiental	4
2.1.2 Auditorias Ambientais.....	4
2.1.3 Avaliação do Desempenho Ambiental	5
2.1.4 Rotulagem Ecológica.....	5
2.1.5 Análise do Ciclo de Vida.....	5
2.1.6 Aspectos Ambientais em Normas de Produtos.....	6
2.2 Gestão Ambiental.....	7
2.2.1 Princípios de Gestão Ambiental	8
2.3 Resíduos Sólidos	10
2.3.1 Classificação dos Resíduos Sólidos.....	11
2.3.2 Legislação Brasileira Aplicada aos Resíduos Industriais	12
2.3.3 Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais	14
2.4 Redução de Resíduos Sólidos Industriais.....	19
2.4.1 Alternativas para redução da geração de resíduo	19
2.4.2 Técnicas para Reutilização	20
2.4.3 Reciclagem	20
2.4.4 Tratamento de Resíduos	22
2.4.5 Disposição de Resíduos	23
2.4.6 A Coleta dos Resíduos Sólidos.....	23
2.4.7 Como Acondicionar Resíduo Sólido?	24
2.4.8 Transporte de Resíduos	24
2.4.9 Aterro Industrial	25

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	28
3.1 Material e Métodos.....	28
3.2 Instrumentos e Procedimentos	29
3.2.1 Inventário de Resíduos	29
3.2.2 Inventário Anual de Resíduos.....	30
3.3 Local de Desenvolvimento do Trabalho de Melhoria.....	31
3.4 Análise de Viabilidade para Reutilização da Sucata.....	32
CAPITULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1 A Empresa objeto do Estudo.....	35
4.1.1 Caracterização da Empresa.....	35
4.1.2 Principais processos produtivos.....	35
4.2 Fluxo Atual do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central	37
4.3 Reutilização da Sucata em Uma peça (reforço do cavalete central)	39
4.3.1 Característica da peça atual – Reforço do Cavalete Central.....	39
4.3.2 Alternativa de melhoria para redução do resíduo e reutilização da sucata (aço) no processo produtivo do suporte do cavalete central.	40
4.6 Fluxo do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central Proposto	42
4.7 Benefícios da Alternativa Aplicada no Processo Produtivo.....	44
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	46
5.1 Conclusões	46
5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Nos últimos séculos, o planeta passou por modificações, e após a Revolução Industrial, com a intensificação da urbanização por toda parte, esta foi considerada por cientistas e estudiosos como a transformação social de maior relevância do nosso tempo.

Este foi um período em que as sociedades dão início a um novo milênio, considerada a civilização dos resíduos, das movimentações financeiras e das modernas tecnologias. Segundo Schramm (1992), esta sociedade não tem grandes preocupações com as questões ecológicas, pode ser considerada com uma sociedade marcada pelo desperdício de produtos industrializados e pelas próprias contradições de um desenvolvimento industriais e de tecnológicas obsoletas e descartáveis.

Dessa forma, considera-se que este avanço tecnológico e o aumento acelerado das indústrias, acompanhado da necessidade da destinação dos resíduos sólidos gerados nos processos produtivos, vêm se tornando um problema cada vez maior, visto que se os mesmos forem gerenciados de forma incorreta, pode trazer grave consequência ao meio ambiente.

A poluição dos recursos hídricos, do ar, do solo, (como se evidencia na poluição dos córregos que recebem resíduos sólidos e líquidos sem tratamento adequado); além de outros, são impactos decorrentes, em sua maioria, do mau gerenciamento dos resíduos sólidos pelas indústrias.

Assim como qualquer resíduo, o resíduo sólido é produzido em todos os estágios das atividades humanas, variando apenas em função das práticas de consumo e dos métodos de produção. Os derivados da produção industrial são mais preocupantes, devido o fato de serem classificados como resíduos perigosos, o que será demonstrado a seguir nesta pesquisa

Para que esses impactos sejam minimizados, faz-se necessário que sejam adotadas medidas, desde a geração desses resíduos até a sua destinação final.

As Normas Internacionais de Gestão Ambiental, como a ISO 14000, tem como objetivo orientar as indústrias a obter um sistema de gestão ambiental que seja integrado aos demais sistemas de gestão, de forma a conduzi-las aos objetivos de produtividade e preservação ambiental.

Por isto a importância do gerenciamento de resíduos sólidos, da observação da legislação vigente e dos cuidados com descarte industrial. Sabe-se que o gerenciamento do resíduo industrial é uma tarefa cada vez mais complexa, devido ao grande volume que as empresas produzem e ao alto volume de descarte de resíduo que deve ser corretamente controlado e destinado para evitar fortes impactos ambientais, assim como atender às regulamentações cada vez mais exigentes e contínuas.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Industriais Sólidos (PNRS), por meio da Lei 12.305/2010, define o gerenciamento de resíduos sólidos no Inciso X artigo 7^o, como um *“conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos exigidos na forma desta Lei”* (MMA, 2013).

Dentre seus principais objetivos estão: a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos. Foi definido pela mesma lei, que essas ações devem ser executadas sob um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, elaborado previamente para cada atividade, dentre as que a indústria processa. Sendo a redução e eliminação de resíduos essencial para se manter a qualidade do meio ambiente e alcançar um desenvolvimento sustentável global. Um sistema de Gestão como a ISO 14001 surge como uma ferramenta para integrar trabalhos de melhoria de processos aos objetivos da preservação do meio ambiente, através da redução da geração de resíduos sólidos.

A fim de demonstrar como a ISO 14001 orienta e proporciona o correto gerenciamento de resíduos sólidos industriais, e de que forma uma empresa do Pólo Industrial de Manaus (PIM) atente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) quanto à gestão do seu resíduo, a presente dissertação propõe-se a desenvolver um estudo de caso de forma a compreender o tema em questão.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

- Verificar a aplicação dos objetivos da PNRS no que se refere à redução e reutilização dos resíduos sólidos gerados na fase de um processo produtivo em uma empresa do PIM.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever o processo produtivo;
- Avaliar a aplicação da redução e reutilização no processo;
- Demonstrar os benefícios da alternativa aplicada.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Série ISO 14000

Segundo Harrington (2001), o ISO 14000 estabelece normas sobre a área de gestão ambiental dentro das empresas. A empresa precisa seguir uma série de diretrizes para obter o certificado. Entre elas comprometer-se com as normas, treinar coordenadores, divulgar a nova política ambiental, definir impactos causados pela mesma, dar palestras para os funcionários, elaborar manuais de gerenciamento ambiental, implantar ações corretivas etc. Tem por objetivo a série ISO 14000, desenvolver e atualizar a série de normas ISO 14000, que contempla as seguintes áreas:

- Sistemas de Gestão Ambiental;
- Auditorias Ambientais;
- Avaliação do Desempenho Ambiental;
- Rotulagem Ecológica;
- Análise do Ciclo de Vida;
- Aspectos Ambientais em Normas de Produtos;
- Termos e Definições.

2.1.1 Sistemas de Gestão Ambiental

Num Sistema de Gestão Ambiental, o primeiro passo deve ser a formalização por parte da direção da empresa, perante a sua corporação, do desejo da instituição em adotar um SGA, deixando claro suas intenções e enfatizando os benefícios a serem obtidos com a sua adoção. Isso se traduz em comprometimento de sua alta administração ou, em alguns casos, dos gerentes e chefias de suas unidades, com a realização de palestras de conscientização e de esclarecimentos da abrangência pretendida, realização de diagnósticos ambientais, definição formal do grupo coordenador, definição de um cronograma de implantação, e, finalmente, no lançamento oficial do programa de implantação do SGA (ABNT, 2004).

2.1.2 Auditorias Ambientais

Por auditoria, entende-se o procedimento de verificação dos cumprimentos de todas as etapas de implementação e manutenção do sistema de gestão ambiental. As auditorias do

sistema de gestão ambiental devem ser periódicas, sendo recomendadas duas auditorias internas por ano (MOREIRA, 2006).

2.1.3 Avaliação do Desempenho Ambiental

Em 1999, de acordo com Moreira (2006), o ISO/TC 207 publicou uma norma e um relatório técnico:

- ISO 14031, Avaliação do Desempenho Ambiental – Diretrizes;
- ISO TR 14032, Exemplos de Avaliação de Desempenho Ambiental.

A ISO 14031 objetiva medir e analisar o desempenho ambiental de uma empresa, para comparar os resultados com as metas definidas no estabelecimento do sistema de gestão ambiental e comprovar as melhorias alcançadas.

Enquanto a NBR ISO 14031 publicada em 2004, destaca os indicadores de desempenho ambiental escolhidos pela empresa devendo ser específicos para cada uma das áreas determinadas, a quantidade de efluentes e de resíduos sólidos perigosos gerados por unidade de produto, bem como, do peso da embalagem produzida.

Os indicadores escolhidos devem ser relevantes, cientificamente válidos, de fácil comprovação, e devem ter custos de medição aceitáveis em relação aos objetivos da avaliação.

2.1.4 Rotulagem Ecológica

Segundo Moreira (2006), a Rotulagem Ambiental já é praticada em diversos países pode aqui ser citados, a Alemanha, Suécia, Japão, Canadá e Holanda, mas com formas de abordagem e objetivos diferentes. A conscientização dos consumidores, sobre as questões ambientais, propiciou o surgimento de sistemas de rotulagem ambiental também chamada de selo verde, destinados a identificar benefícios ambientais em processos e produtos.

2.1.5 Análise do Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida - ACV de um produto, de acordo com Moreira (2006), é uma ferramenta cada vez mais aplicada aos processos produtivos, por permitir uma visão

abrangente dos impactos ambientais ao longo de toda a cadeia de produção, incluindo a extração e aquisição das matérias primas, a fabricação do produto, sua embalagem, transporte e distribuição, seu uso, e seu descarte no final de sua vida útil.

Considera também a possibilidade de reciclagem do produto. Por este motivo, a ACV é conhecida como uma abordagem do “berço ao túmulo” para o estudo dos impactos ambientais, que pode ser aplicada a produtos, atividades, processos ou serviços. A ACV é um estudo caro, pois exige uma equipe de profissionais especializados e demanda tempo para sua execução (MOREIRA, 2006).

Na maioria dos países desenvolvidos, já existem bancos de dados básicos, sobre matérias primas, energia, transportes etc., que reduz o tempo e o custo da elaboração da ACV de um produto.

2.1.6 Aspectos Ambientais em Normas de Produtos

Em 2000, foi criado um Grupo de Trabalho (WG 05) e iniciado o trabalho para a elaboração do Relatório Técnico ISO TR 14062, Integração de Aspectos Ambientais no Projeto e Desenvolvimento de Produtos (ECODESIGN). Este relatório técnico foi publicado em 2002, e a ABNT publicou a NBR ISO TR 14062 em 2004.

Este relatório foi produzido porque produtos e serviços provocam impactos sobre o meio ambiente, que podem acontecer durante todos os estágios dos seus ciclos de vida: extração e produção das matérias primas, transporte, energia necessária, fabricação, distribuição, uso e disposição final (MOREIRA, 2001).

Com a integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produtos e serviços, o que é geralmente denominado de ecodesign, vários benefícios ambientais e econômicos são alcançados: redução de custos e a redução do consumo de energia, água, matérias primas e menor geração de resíduos para ser tratado, melhor desempenho ambiental, estímulo à inovação, novas oportunidades empresariais, melhor qualidade do produto ou serviço.

O processo de integração dos aspectos ambientais deve ser contínuo e flexível e deve levar em consideração a função do produto, sua performance, segurança e saúde dos usuários, custo, aceitação pelo mercado, qualidade, e a legislação, regulamentos e normas em vigor.

2.2 Gestão Ambiental

Para Andrade *et. al.* (2002), a Gestão Ambiental visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros. O que deve ficar claro é que “gerir” ou “gerenciar” significa saber manejar as ferramentas existentes da melhor forma possível e não necessariamente desenvolver a técnica ou a pesquisa ambiental em si.

De acordo com Moreira (2006) pode estar aí o foco da confusão de conceitos entre a enorme gama de profissionais em meio ambiente, pois muitos são partes das ferramentas de gestão ou das ciências naturais, pesquisas ambientais, sistemas e outros, mas não desenvolve esta como um todo. Esta função pertence aos gestores ou gerentes ambientais que devem ter uma visão holística apurada sobre esta temática.

Existe também, segundo o autor outra discussão sobre o que é gestão ambiental e o que é gerenciamento ambiental. Alguns defendem que a gestão é inerente a assuntos públicos; ou seja, gestão de cidades, bacias, zonas costeiras, parques e que gerenciamento refere-se ao meio privado, a saber; empresas, indústrias, fazendas e outros. Esta diferença de significados, na verdade, não é importante, o que é realmente importante é de que forma pode ser promovida a gestão ambiental em todos os seus aspectos (MOREIRA, 2006).

Pode-se então concluir que a gestão ambiental é consequência natural da evolução do pensamento da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais de um modo mais sábio, onde se deve retirar apenas o que pode ser repostado ou caso isto não seja possível, deve-se, no mínimo, recuperar a degradação ambiental causada.

Pode-se dizer que a definição de Gestão Ambiental compreende um conjunto de atividades administrativas e operacionais para abordar os problemas ambientais atuais ou para evitar o seu surgimento. A ação ambiental episódicas não configura um SGA propriamente

dito, ainda que exija investimento de quantias vultosas. Devemos partir dos princípios que o SGA é um sistema holístico.

2.2.1 Princípios de Gestão Ambiental

Segundo relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento para a Organização das Nações Unidas (ONU, 1987) foi denominada de “*Nosso Futuro Comum*”, a importância da preservação ambiental para que seja conseguido o desenvolvimento sustentável equilibrado no mundo (MOREIRA, 2006).

Incluindo a proteção ambiental com dezesseis princípios prioritários para a Gestão ambiental que, sob a ótica das organizações, são essenciais para que possam atingir o Desenvolvimento Sustentável:

Prioridade Organizacional - estabelecer políticas, programas e práticas no desenvolvimento das operações voltadas para a questão ambiental. Reconhecer que ela é a questão-chave e prioridade da empresa.

Gestão Integrada – integrar as políticas, programas e práticas ambientais em todos os negócios como elementos indispensáveis de administração em todas suas funções.

Processos de Melhoria – continuar melhorando as políticas corporativas, os programas e performance ambiental, tanto no mercado interno quanto externo, levando em conta o desenvolvimento tecnológico, o conhecimento científico, as necessidades dos consumidores e os anseios da comunidade, como ponto de partida das regulamentações ambientais.

Educação do Pessoal – educar, treinar e motivar o pessoal no sentido de que possam desempenhar suas tarefas de forma responsável com relação ao ambiente.

Prioridade de Enfoque – considerar as repercussões ambientais antes de iniciar nova atividade ou projeto e antes de instalar novos equipamentos e instalações ou de abandonar alguma unidade produtiva.

Produtos e Serviços – desenvolver e produzir produtos e serviços que não sejam agressivos ao ambiente e que sejam seguros em sua utilização e consumo, que sejam eficientes no consumo de energia e de recursos naturais e que possam ser reciclados, reutilizados e armazenados de forma segura.

Orientação ao Consumidor – orientar e, se necessário, educar consumidores, distribuidores e o público em geral sobre o correto e seguro uso, transporte, armazenagem e descarte dos produtos produzidos.

Equipamentos e Operacionalização – desenvolver, desenhar e operar máquinas e equipamentos levando em conta o eficiente uso da água, energia e matérias-primas, o uso sustentável dos recursos renováveis, a minimização dos impactos negativos ao ambiente e a geração de poluição e o uso responsável e seguro dos resíduos existentes.

Pesquisa – conduzir ou apoiar projetos de pesquisas que estudem os impactos ambientais das matérias-primas, produtos, processos, emissões e resíduos associados ao processo produtivo da empresa, visando à minimização de seus efeitos.

Enfoque Preventivo – modificar a manufatura e o uso de produtos ou serviços e mesmo os processos produtivos, de forma consistente com os mais modernos conhecimentos técnicos e científicos, no sentido de prevenir as sérias e irreversíveis degradações do meio ambiente.

Fornecedores e Subcontratados – promover a adoção dos princípios ambientais da empresa junto aos subcontratados e fornecedores encorajando e assegurando, sempre que possível os melhoramentos em suas atividades, de modo que elas sejam uma extensão das normas utilizadas pela empresa.

Planos de Emergência – desenvolver e manter, nas áreas de risco potencial, planos de emergência idealizados em conjunto entre os setores da empresa envolvidos, os órgãos governamentais e a comunidade local, reconhecendo a repercussão de eventuais acidentes.

Transferência de Tecnologia – contribuir na disseminação e transferência das tecnologias e métodos de gestão que sejam amigável ao meio ambiente junto aos setores privado e público.

Contribuição ao Esforço Comum – contribuir no desenvolvimento de políticas públicas e privadas, de programas governamentais e iniciativas educacionais que visem à preservação do meio ambiente.

Transparência de Atitude – propiciar transparência e diálogo com a comunidade interna e externa, antecipando e respondendo a suas preocupações em relação aos riscos potenciais e impacto das operações, produtos e resíduos.

Atendimento e Divulgação – medir o desempenho ambiental ou a performance. Conduzir auditorias ambientais regulares e averiguar se os padrões da empresa cumprem os valores estabelecidos na legislação. Prover periodicamente informações apropriadas para a alta administração, acionistas, empregados, autoridades e o público em geral.

De acordo Moreira (2006) e com base nos princípios foram propostos outros sistemas dentre eles o Sistema de Gestão ambiental (SGA) que procura não só ordenar e integrar procedimentos existentes na empresa, bem como permitir que seja possível a certificação.

De acordo com Campos (1996), pode-se dizer que a série ISO 14000 trata-se, na realidade, de uma consequência formal de todo este movimento institucional (encontros, fóruns, surgimento de ONGs), descrito até então, e que vem pressionando empresas de todos os tipos a se preocuparem com a questão ambiental e o desenvolvimento, como parte integrante da função global da gestão da organização que desenvolve, implementa, alcança, revisa e mantém a política ambiental.

2.3 Resíduos Sólidos

Santos, Yamanaka e Pacheco (2005), afirmam que todas as atividades humanas interagem, em maior ou menor grau, com o meio ambiente consumindo recursos, que podem ser vindos diretamente como a água, ou indiretamente como matérias-primas, desta forma pode modificar o espaço físico ou gerando rejeitos estabelecidos como, resíduos sólidos, efluentes líquidos ou emissões atmosféricas. Todas as indústrias, de pequeno e médio porte, seja qual forem o seu processo e produto final, geram aspectos que podem se converter em impactos ambientais.

Os resíduos sólidos estão dentre os aspectos que podem ser gerados pelas indústrias. Têm sua denominação derivada do latim: “residu”, que significa o que sobra de determinada substância, acompanhado da expressão “sólido” para diferenciar de líquidos e gases.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), a partir da norma técnica NBR 10.004/2004, define resíduos sólidos como: resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Porém, com a nova Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

2.3.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

Para se dimensionar, por exemplo, um sistema de coleta de resíduo, é importante conhecer as características físicas e químicas do mesmo, assim como para se determinar os locais de descarga ou estações de transbordo. E, de acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, os resíduos sólidos, quanto a sua origem, são classificados em:

- a) **Resíduos domiciliares:** os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) **Resíduos de limpeza urbana:** os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) **Resíduos sólidos urbanos:** os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) **Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços:** os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) **Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) **Resíduos industriais:** os gerados nos processos produtivos de Instalações industriais;
- g) **Resíduos de serviços de saúde:** os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h) **Resíduos da construção civil:** os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil incluídas os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) **Resíduos agrossilvos pastoris:** os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) **Resíduos de serviços de transportes:** os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) **Resíduos de mineração:** os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Ainda, segundo a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, os resíduos também são divididos quanto a sua periculosidade sendo assim definidos:

- a) **Resíduos perigosos:** aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com a lei, regulamento ou norma técnica;

b) Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a” da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Segundo Philippi Jr (2005), os resíduos sólidos normalmente se constituem de subprodutos da atividade humana com características específicas, são definidas geralmente pelos processos que o gerou. A reciclagem dos materiais descartados seria uma forma de desclassificá-los do grupo de resíduos e transformá-los em matérias-primas secundárias, do contrário os mesmos transformam-se em rejeitos.

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

Em comparação com o resíduo proveniente da indústria, seria prudente se obter um conhecimento prévio do processo produtivo, para identificação das substâncias presentes e verificação da sua periculosidade. Quando um resíduo tem origem desconhecida, o trabalho para classificá-lo torna-se complexo. Nestes momentos, a experiência e o bom senso do profissional são fundamentais para a definição das substâncias que deverão ser pesquisadas.

2.3.2 Legislação Brasileira Aplicada aos Resíduos Industriais

A legislação brasileira aplicada aos resíduos industriais tem hoje o aparato na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que depois de dezenove anos aguardando ser promulgada na Câmara dos Deputados, finalmente em 02 de agosto de 2010 sob égide Lei 12.305/2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), na qual surgiu com novas providências, alterando a lei 9.605/98. Compondo uma série de diretrizes e metas relativas à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado de resíduos sólidos (MMA, 2004).

Dentre suas principais metas está a extinção dos lixões e a exigência de que todo resíduo deverá ser processado apropriadamente antes da destinação final, incluído os perigosos, e propõe um conjunto de regras que visam o cumprimento de seus objetivos em

amplitude nacional, inclusive a aplicação de punições severas como penas passivas de prisão àqueles que não a cumprirem.

A interpretação de responsabilidade é compartilhada entre governo, empresas e sociedade, na seção III aonde destaca que “*responsabilidade compartilhada*”, Lei 12.305/2010.

Sendo que a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013) afirma que se o país continuar no atual ritmo de investimento na área, os lixões deixarão de existir apenas em 2060.

Segundo a entidade, há ainda cerca de 30 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos com destinação inadequada no país e que a aplicação de apenas 0,15% do Produto Interno Bruto (PIB) no setor de resíduos, seria suficiente para as adequações necessárias, o que corresponde a R\$ 6,7 bilhões (MMA, 2004).

Na verdade, o Brasil passa a ter um marco regulatório na área de Resíduos Sólidos, e de acordo com a lei esta faz a distinção entre resíduos (lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e o rejeito, ou seja, aquele lixo ou resíduo sólido que não é passível de que seja aproveitado. Sendo que a Lei 12.305/2010 refere-se a todo tipo de resíduo (MMA 2004).

A PNRS reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos. É fruto de ampla discussão com os órgãos de governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil. Esta lei tem como prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos a: não-geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ordem de Prioridade na Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos
Fonte: Brasil (2010)

A redução do uso dos recursos naturais (água e energia, por exemplo) no processo de produção de novos produtos, intensificarem ações de educação ambiental, aumentar a reciclagem no país, promover a inclusão social, a geração de emprego e renda de catadores de materiais recicláveis.

Para Jacobi (2006), os resíduos sólidos podem se transformar em graves problemas urbanos e ambientais das cidades principalmente cidades horizontais com periferias longas e desregulamentadas, fazendo com que haja um gerenciamento oneroso e complexo e por vezes ineficaz.

Um dos maiores problemas a ser enfrentados pelas cidades brasileiras é a falta de espaço com a ocupação ou da supervalorização imobiliária em áreas urbanas. Sendo que há altos custos sociais no gerenciamento de resíduos, os problemas com o saneamento público e a contaminação ambiental e do próprio lençol freático contaminado nos grandes lixões a céu aberto.

2.3.3 Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais

É inerente aos processos de fabricação, seja em qualquer etapa, a geração de resíduos como um subproduto na forma de rejeito. Os resíduos industriais são gerados tanto nos processos produtivos quanto nas atividades auxiliares, como manutenção, operação de área de utilidades, limpeza, obras e outros serviços (Philippi Jr, 2005). A saída do resíduo na forma de rejeito e matérias-primas secundárias pode ser demonstrada através do fluxo padrão de entrada e saída de um processo de fabricação (Figura 2.2).

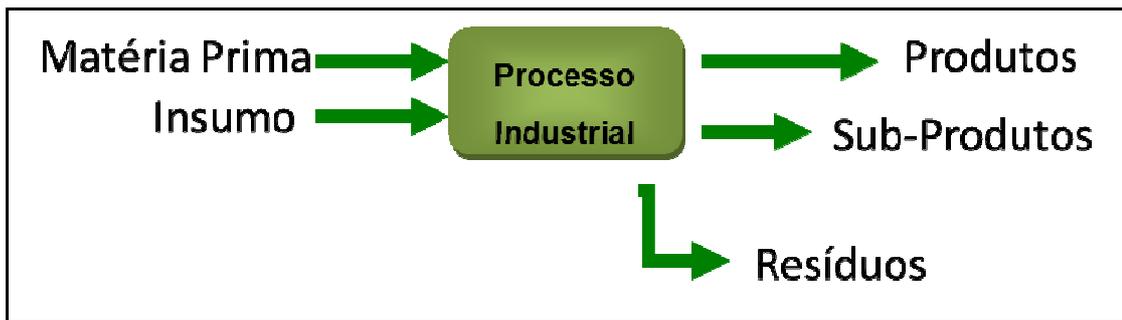


Figura 2.2 Fluxograma do Balanço de Massa do Processo Industrial

Fonte: Martins, A.G. (2014)

Naumoff & Peres (2000) cita que os resíduos sólidos são originados das atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia etc., sendo bastante variados, podendo ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas, dentre outros.

Além da diversidade da origem de atividades que podem ter como rejeito o resíduo sólido, Santos (2005) afirma que os resíduos estão ligados a idéia de desperdício, e os descrevem de três maneiras:

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

Em um primeiro momento, é possível imaginar simples um procedimento que possa controlar cada tipo de resíduo na indústria, assim como a gestão da qualidade de cada produto, para que o mesmo não chegue com defeito ao cliente final.

Porém, as diferentes composições físicas, químicas e biológicas, as variações de volumes gerados em relação ao tempo de duração do processo produtivo. A potencialidade de toxicidade e os diversos pontos de geração na mesma unidade de processamento exigem que a indústria possua um sistema de gerenciamento de resíduos que garanta a qualidade do meio ambiente, e a utilização prudente e racional dos recursos naturais.

Para Cardoso (2008), o gerenciamento de resíduos é um dos itens importantes em um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é visar à diminuição do impacto ambiental oriundo dos produtos dos processos da organização, através, da redução da geração e do seu correto tratamento e destinação final.

O adequado é que as organizações sistematizem o conjunto das iniciativas referente ao gerenciamento dos resíduos sólidos, elaborando procedimentos para cada uma das etapas. Essa sistematização é denominada de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Segundo Naime (2005), a elaboração adequada de procedimentos e normatizações para o gerenciamento de resíduos sólidos a serem adotados pelas organizações deve atender aos seguintes quesitos que são:

- Quais resíduos gerados, em que quantidade e onde ou o setor que esta;
- Quais alternativas tecnológicas estão disponíveis;
- Qual o custo de cada alternativa.

Os riscos potenciais dos resíduos podem ser do tipo: curto, médio e longo prazo, considerando os aspectos técnicos, legais, penais, financeiros, éticos e morais. Todo o sistema de gerenciamento deve ser documentado, para garantir a padronização e um controle operacional eficaz e despersonalizado.

Para facilitar a documentação do sistema, deve ser estabelecido o fluxo dos resíduos, desde a sua geração até a destinação final, sendo identificados os responsáveis por cada uma das etapas que fazem parte do processo (NNI, 2008).

A necessidade do estabelecimento de um controle das ações desempenhadas no gerenciamento dos resíduos faz parte, inclusive, de obrigatoriedade legal. A Resolução CONAMA n.º 313, de 29 de outubro de 2002, apresenta uma preocupação com a quantidade de resíduos industriais gerados e sua forma de manuseio.

Segundo Nascimento, (2006) esta resolução na verdade dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólido Industrial brasileiro. Sendo que em seu artigo 4.º fica estabelecido que certa tipologia de indústrias deva apresentar ao órgão estadual de meio ambientes informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos.

Enquanto a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece em seu artigo 20 que os geradores de resíduos industriais devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

É destacado nesta lei que o PGRS deve conter no mínimo as seguintes informações artigo 21º:

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

Na elaboração do PGRS, é primordial o estabelecimento de metas e procedimentos para minimização da geração de resíduos. As atividades industriais deverão cada vez mais priorizar a não geração de resíduos em seus processos seguindo a hierarquia apresentada na (Figura 2.3).



Figura 2.3 Hierarquia do Gerenciamento de Resíduos

Fonte: Martins, A.G. (2014), adaptado de Environment Canadá (2010)

Destaca Nascimento (2007) que o gerenciamento ideal dos resíduos sólidos industriais deve basear-se na adoção de medidas preventivas de eliminação ou minimização de resíduos, passando pela reciclagem e tratamento, até chegar à opção de menor prioridade, a disposição final e a remediação, que muitas vezes envolvem altos custos e riscos.

Atualmente, a maior parte das empresas tem centrado ainda seus esforços na disposição final e na remediação de áreas contaminadas, resultado do depósito inadequado de resíduos, com maiores prejuízos ao ambiente quando se tratam de resíduos perigosos.

De alguma forma, estes esforços é o reflexo do modelo de gerenciamento que vêm sendo adotado desde a Revolução Industrial e das Leis de comando e controle, como já mencionado anteriormente.

Segundo Rocca (1993), a redução na fonte e a reciclagem são estratégias para a minimização de resíduos, sendo importantes no gerenciamento de resíduos por se basearem na adoção de técnicas que possibilitem a redução de volume e/ou toxicidade dos resíduos e, conseqüentemente, de sua carga poluidora.

Na literatura muitos termos têm sido usados para descrever as práticas de gerenciamento preventivas, como: prevenção à poluição, produção mais limpa, minimização de resíduos, redução de resíduos, redução na fonte, reciclagem, reuso, entre outros.

2.4 Redução de Resíduos Sólidos Industriais

O foco deste trabalho será demonstrar na prática os benefícios da aplicação dos conceitos de redução e reutilização de resíduos sólidos como prática para preservação do meio ambiente. Em seguida serão apresentados os conceitos de tratamento de resíduos sólidos, bem como a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, complementando os princípios da PNRS.

2.4.1 Alternativas para redução da geração de resíduo

Pode-se reduzir a geração otimizando-se o processo, a operação ou modificando o projeto. Em casos extremos pode-se eliminar a geração através da prevenção, pela modificação de processos, adotando tecnologias limpas, substituindo matérias primas ou insumos (VALLE, 2002).

Devido à competitividade atual, e a necessidade em se lançar um novo modelo o mais rápido possível no mercado, é comum em algumas empresas, que o produto entre em produção sem os devidos ajustes de máquinas e/ou moldes, por exemplo. Entretanto, programas de melhoria são a alternativa, para que colaboradores do “chão de fábrica” sejam motivados a elaborar idéias que venham a contribuir para redução de desperdício de matéria prima ou rejeitos, e consequentemente resíduos de processo.

Segundo a Agencia de Proteção Ambiental dos Estados Unidos a redução de resíduos é a minimização tanto quanto possível de rejeitos de processo gerados, tratados, estocados ou dispostos. Inclui qualquer atividade de melhoria na fonte geradora de resíduo ou a sua reutilização, nas quais o mesmo possa ser submetido a operações que reduzam seu volume total.

A redução de resíduos possui uma estrutura de ação fundamentada na reciclagem sendo importante a não transferência do poluente de um meio para o outro e o atendimento às legislações ambientais (MATOS, 2002).

As atividades para o reaproveitamento de matéria prima evitando desperdício dos recursos não renováveis e também dos renováveis, e considerando-se que a condição de renovabilidade dos recursos renováveis depende do tempo de renovação (SILVA, 2003), torna-se fundamental para aumentar a sustentabilidade do sistema.

2.4.2 Técnicas para Reutilização

A reutilização consiste no aproveitamento do produto ou parte, no mesmo ou em outro, a fim de cumprir funções idênticas ou similares (WMOAM, 2002). É, no entanto, aproveitar as características básicas da matéria-prima com o objetivo de inseri-la novamente ao processo produtivo agregando valor ao produto, economizando principalmente em material e custos de tratamento de resíduo.

O produto a ser reutilizado entra quase no final da cadeia produtiva, na montagem ou acabamento do produto. Entretanto a parte a ser reaproveitada deve estar em perfeito estado de conservação e praticamente pronta para ser novamente usada. Em partes de produtos, onde a segurança é importante, testes não destrutivos devem ser realizados para comprovar o estado de integridade do material selecionado.

A reutilização de partes de produto é mais indicada para o cumprimento de funções "invisíveis" aos consumidores. Sendo difícil a reutilização de produtos ou peças sem uma necessidade mínima de processamento prévio, pode-se estipular que um material é classificado como reutilizado se o mesmo exigir um processamento cujo custo não ultrapasse a 15% do custo final do produto, obtido a partir de um processo de reciclagem ou recuperação (VALLE, 2002).

2.4.3 Reciclagem

O ato de reciclar segundo Valle (2002) é refazer o ciclo, permite retomar a origem, na forma de matérias primas, dos materiais que não se degradam facilmente e que podem ser reprocessados, mantendo suas características básicas.

A matéria prima pode ser reaproveitada ou para um mesmo tipo de produto ou diferente, o que Teixeira e Zanin (1999) classificam como reciclagem primária (reciclagem interna) e reciclagem secundária respectivamente.

A reciclagem proporciona economia de matéria prima, seu processamento geralmente exige menos insumos quando comparados ao processamento para obtenção de materiais originais, reduz a necessidade de espaços destinados a resíduos industriais (BELLO, 1998), a diminuição de custos de coleta e com aterros sanitários, conscientizam empregados (MAIMON, 1996), proporciona a geração de renda e trabalho, principalmente numa escala que, em função das características de ocorrência e dispersão dos resíduos, favorece as micro e pequenas empresas ou mesmo a constituição de cooperativas. A baixa contaminação do material na reciclagem primária facilita os procedimentos necessários e ao mesmo tempo permite a obtenção de produtos com melhor qualidade. A reciclagem secundária proporciona a redução de impactos ambientais, sanitários e sociais, gerados tanto pelo lançamento indiscriminado de resíduos sólidos no ambiente, quanto pela implantação e operação de instalações destinadas ao seu tratamento e disposição final. A diminuição do consumo de matérias primas virgens, muitas não renováveis, cuja exploração gera impactos pode-se tornar cada vez mais difícil e cara. A reciclagem proporciona redução de custos de fabricação de alguns produtos, uma vez que o processamento de materiais recicláveis é geralmente menos dispendioso, sobretudo em termos energéticos (TEIXEIRA E ZANIN, 1999).

Entretanto a reciclagem também tem seus limites:

- (i) A Complexidade e os custos envolvidos para sua coleta e seleção tomam certos produtos mais adequado que outros. O volume disponível deve ser compatível com os custos envolvidos (BELLO, 1998)
- (ii) Passo a passo perde-se a capacidade de reelaboração de produtos resultantes de materiais re-processados. Apresentando geralmente qualidade inferior ao da primeira transformação, presta-se aos reciclados usos considerados menos nobres e de menor valor (MONTIBELLER-FILHO, 2001).
- (iii) Um dos problemas técnicos à reciclagem é a contaminação por outros produtos principalmente dos que não são passíveis de remoção durante o prétratamento e as operações de processamento. Geralmente os resíduos heterogêneos são tecnicamente mais difíceis de reciclar. Igualmente uma reciclagem ou uma reutilização economicamente viável e segura para a saúde pública implica em

uma não mistura de resíduos e sua utilização no mesmo setor de origem (FORMOSINHO et al, 2000).

- (iv) A reciclagem é um excelente método de poupança de recursos quando não for possível assegurar a reutilização dos produtos, ou evitar a produção de resíduo. Os limites estão relacionados a uma quantidade segura e suficiente de resíduo a reciclar, aos procedimentos de recolhimento e de transporte, as operações de utilização dos resíduos em materiais ou produtos úteis e a existência de um mercado que absorva a quantidade do que for reciclado. (GASCOINE E OGILVIE).

2.4.4 Tratamento de Resíduos

O tratamento de resíduos visa uma alteração nas suas características, neutralizando seus efeitos nocivos. Pode conduzir a uma valorização (abordagem de cunho econômico) dirigida para extrair valores materiais ou energéticos, que contribuem para diminuir os custos de tratamento e, em alguns casos, podem gerar receitas superiores a estes custos (VALLE, 2002).

O processo de tratamento como a incineração permite uma reciclagem de energia. Por sua vez é problemática uma vez que sua queima expõe partículas, fumaça e gases, inclusive cancerígenos (MONTIBELLER-FILHO, 2001). Muitos vêm na incineração uma forma de reduzir o volume de resíduos (VALLE, 2002).

Alguns resíduos podem ser tratados com a finalidade de recuperar substâncias ou parte destas a fim de serem reaproveitadas no processo produtivo. Como fator limitante está a questão econômica, para cobrir os custos do tratamento. O custo total do processo de recuperação, diminuído do preço de venda do produto recuperado somado ao custo de disposição final da fração remanescente e ao custo de transportes respectivos para o resíduo e para o material recuperado deve ser menor ou igual à soma do custo de disposição final do resíduo total, não recuperado; do custo de transporte para o resíduo total e os custos adicionais de monitoramento e manutenção. No caso de um resíduo não tratado ter que ser disposto em um aterro não controlado, requer um armazenamento temporário em razão da sua toxicidade Deve-se reduzir ao mínimo a quantidade de material lixiviado. Os resíduos devem ser tanto quanto possíveis secos, estáveis, pouco solúveis, não voláteis. Se não atenderem a

estes requisitos devem passar por processo de estabilização como aumentar o ph e secá-lo. É uma solução barata, se comparada com outros processos como a incineração, que oferece hoje confiabilidade (VALLE, 2002).

2.4.5 Disposição de Resíduos

A disposição em aterros é uma solução aceitável para resíduos estáveis, não perigosos, com baixo teor de umidade e que não contenham valores a recuperar. Os aterros modernos podem ser divididos em duas classes: os aterros sanitários, utilizados principalmente para os resíduos urbanos, e os industriais. Existindo os lixões e aterros clandestinos constituindo em focos de poluição e riscos a saúde pública. Seu monitoramento deve ser permanente (VALLE 2002).

Há limites com relação à disposição final do lixo como o problema do esgotamento da capacidade dos aterros e a dificuldade de encontrar novos locais. Além desses existe um problema de natureza social e subjetiva na qual ninguém quer ter um depósito de lixo na vizinhança (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

2.4.6 A Coleta dos Resíduos Sólidos

De acordo com o Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (2002), a coleta do lixo deve ser feita em toda a cidade, de acordo com as características de cada região. Lei 12.305/2010 com destaque para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2010), com relação à frequência de coleta é comum adotar-se os seguintes tipos de coleta:

- a) **Coleta diária:** em áreas centrais ou comerciais, onde a produção de lixo é grande normalmente esta coleta é realizada a noite nas cidades maiores;
- b) **Coleta em dias alternados:** em áreas residenciais, menos adensadas;
- c) **Coleta especial:** em favelas, áreas de topografia acidentada, de urbanização desordenada e precária, onde, além de se atentar para os riscos advindos da existência de lixo espalhado causando entupimento de galerias de drenagem, atração de vetores, etc., uma vez que os aspectos estéticos não são menos importantes e como tal devem ser respeitados.

2.4.7 Como Acondicionar Resíduo Sólido?

Segundo Barros (2003) e de acordo com a normatização brasileira o acondicionamento é a fase na qual os resíduos sólidos são preparados de modo a serem mais facilmente manuseados nas etapas de coleta e de destinação final.

Ou seja, acondicionar significa dar aos resíduos sólidos ou ao lixo uma embalagem adequada, cujos tipos dependem de suas características e da forma de remoção, aumentando assim a segurança e a eficiência do serviço.

Enquanto Fonseca (1999) destaca que os limites aceitáveis de peso e volume do lixo a ser coletado regularmente são estabelecidos por normas municipais seguindo as instruções brasileiras, e estas devem refletir as peculiaridades locais, deve ser orientada e educada a população, pois sua colaboração é de fundamental importância na execução das atividades residuais.

Sendo que o mau acondicionamento dos resíduos retarda o serviço e o faz ficar muito caro, por vezes, impossibilitando sua coleta de forma correta. Por este motivo destaca o autor que os resíduos sólidos devem ser acondicionados em recipientes resistentes, com proteção ao local armazenado para que não causem riscos ao meio ambiente nem acidentes de trabalho.

De acordo com o Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (2002), os materiais agressivos ou perigosos devem ser acondicionados em separado do restante do lixo, para uma correta disposição.

Os líquidos devem ser previamente retirados. Vidros quebrados e superfícies cortantes devem ser embrulhados em jornal. A NBR 12235/92 destaca o armazenamento de resíduos sólidos perigosos e os procedimentos e a NBR 11174/90 destaca o armazenamento de resíduos de Classe II não inertes e III e inertes e seus procedimentos.

2.4.8 Transporte de Resíduos

O transporte de resíduos tem legislação específica, que atribui responsabilidades ao gerador, ao transportador e ao receptor. As transportadoras devem ser devidamente licenciadas para a atividade, e os veículos de transporte vistoriados antes de cada viagem, tanto no que diz respeito ao vaso ou caçamba de transporte de resíduos quanto na parte

rodante, isto é: o cavalo mecânico os faróis, lanternas, freios, pneus, conservação geral o “kit” de emergência para transporte e para o motorista.

Com destaque para as seguintes leis, resoluções sobre transportes de resíduos no Brasil são: Lei 9605/1098, artigos 2°. 14°. 54°. 56°; NBR 75000, NBR 7503, NBR 9735; NBR 14619, ANP 127/1999; NBR 12982; Resolução 420/2004; decreto 4097/2002; Decreto 96044/1988 artigos: 7°. 8°. 15°. 16°. 17°. 19°. 22°. 42°; Decreto 1797/1996; NBR 7503; NBR 9735; ONU 3082, Grupo I; NBR 13221/2007 - Transporte terrestre de resíduos; Lei 12.305/2010 com destaque para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2010).

Para tanto, existem listas de verificação, com normas e padrões específicos, tanto na normalização técnica oficial, quanto nos padrões internos das empresas. Os veículos de transporte de resíduos perigosos devem portar simbologia idêntica à do transporte de produtos perigosos. A cada transporte deve ser emitido um documento que o registre, com dados sobre o gerador, o transportador e o receptor do resíduo, e dados gerais sobre o resíduo em transporte.

A documentação de transporte de resíduos sólidos deve ser formatada conforme o órgão fiscalizador e tipo, e estar disponível no órgão ambiental para consulta, se houver necessidade.

2.4.9 Aterro Industrial

Pode-se dizer que um aterro industrial é um local adequado para destinação final de resíduos sólidos produzidos por indústrias. A instalação de um aterro industrial tem por objetivo diminuir os impactos ambientais decorrentes das atividades industriais.

O aterro industrial deverá conter basicamente em sua estrutura física: a impermeabilização das trincheiras, o tratamento de efluentes, o tratamento dos gases, a drenagem de águas pluviais e os barracões de reciclagem, armazenagem e manutenção.

O aterro industrial deverá ter responsável técnico, programa de gestão, saúde e segurança e monitoramento ambiental.

Como visto anteriormente estes são classificados como: Classe I (Perigosos), II - A (Não-Perigosos - Não-Inertes) e II - B (Não - Perigosos - Inertes) de acordo com a NBR 10.004. Os órgãos responsáveis pelo licenciamento e pela fiscalização dos serviços são de nível federal, estadual e municipal. E a Lei 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos do (MMA, 2010), com relação a aterro industrial e suas nuances.

Resíduos cuja disposição não é aceita em aterros, os inflamáveis, os reativos, os oleosos, os orgânicos persistentes e os que contenham líquido livres.

Um aterro industrial requer:

- Localização adequada;
- Elaboração de projeto criterioso:
 - Com implantação de infraestrutura de apoio; e
 - Com implantação de obras de console.
- Adoção de regras operacionais específicas.

No aterro industrial deve ser proporcionado:

Confinamento seguro dos resíduos, em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

Aterros e as Normas Técnicas Gerais são a:

- **NBR 10.004** - Resíduos Sólidos – Classificação;
- **NBR 10.005** - Lixiviação de Resíduos;
- **NBR 10.006** - Solubilização de Resíduos;
- **NBR 10.007** - Amostragem de Resíduos;
- **NBR 12.988** - Líquidos Livres - Verificação em Amostra de Resíduo;
- **NBR 13.895** - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem;
- **NBR 8418** - Apresentação de Projetos de Aterros de Resíduos Industriais Perigosos;
- **NBR 8419** - Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos;
- **NBR 10.157** - Aterros de Resíduos Perigosos – Critérios para Projeto, Construção e Operação;
- **CETESB - L1. 030** - Membranas Impermeabilizantes e Resíduos Determinação da Compatibilidade - Método de ensaio, Norma utilizada em São Paulo com algumas empresas do PIM se utilizando atualmente.

- **NBR 13.896** - Aterros de Resíduos Não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação.

Do armazenamento e o Transporte de Resíduos:

NBR 12235 - Armazenamento de Resíduos Sólidos;

Perigosos (antiga NB-1183);

- **NBR 11174** - Armazenamento de Resíduos de Classe II - Não Inertes e III - Inertes (antiga NB-1264);
- **NBR 13221** - Transporte de Resíduos.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1 Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no ano de 2013 mais efetivamente durante os meses de fevereiro a dezembro em uma empresa do Polo de Duas Rodas (não permitido informar o nome), na cidade de Manaus.

A empresa pesquisada trabalha com um programa a nível mundial que tem como objetivo promover a participação ativa e espontânea dos colaboradores na condução das atividades de melhoria no ambiente de trabalho, de modo a torna-lo agradável e produtivo. O programa é uma oportunidade de despertar potenciais, promover autodesenvolvimento, respeito e integração entre as pessoas e os departamentos, de forma a contribuir com o progresso e a evolução da organização.

A formação das equipes se dá anualmente, com a renovação dos seus membros, dando oportunidade para que todos os colaboradores da empresa participem.

Com relação ao tema de melhoria, recomenda-se que o mesmo possa ser resolvido dentro de quatro ou cinco meses, que seja comum entre os membros e que todos concordem em solucionar. O departamento de RH (Recursos Humanos) é responsável por arquivar eletronicamente todos os trabalhos desenvolvidos e implantados na empresa.

Os temas devem se encaixar abordar as seguintes categorias:

- Melhoria da Qualidade;
- Redução de Custo;
- Melhoria do Ambiente;
- Melhoria na Eficiência;
- Melhoria na Segurança e Saúde do Colaborador.

Os dados e informações para realização da pesquisa foram fornecidos pelo departamento de RH da empresa e as dúvidas e detalhes necessários para compor este trabalho, foram esclarecidos pela própria equipe que participou do tema de redução de resíduo

de aço. A seguir, as etapas e os resultados da construção dessa melhoria que resultou em redução de resíduo industrial.

3.2 Instrumentos e Procedimentos

Os dados e informações para que a equipe pudesse decidir qual seria o resíduo, local, processo, modelo, a receber o trabalho de melhoria foi identificado através de uma sequencia de questionamentos e pesquisa, desde os principais resíduos produzidos pela empresa até o modelo de motocicleta de maior volume de produção, conforme segue:

3.2.1 Inventário de Resíduos

- a) Com base no item 4.2 INVENTÁRIO DE RESÍDUOS do Procedimento Interno da Empresa de GERENCIMENTO DE RESÍDUOS, onde cita: “As informações sobre a geração, características e destino final dos resíduos gerados na empresa devem ser conforme os controles estabelecidos no CONAMA 313/02. A Central de Coleta Seletiva de Resíduos deve enviar mensalmente para o Departamento de Gestão Ambiental o relatório de controle diário de resíduos com isso é feito o controle geral de resíduos da empresa, para que o setor ambiental possa elaborar o Inventário de Resíduos. O Departamento de Gestão Ambiental enviará o Inventário de Resíduos ao Órgão Ambiental Estadual e manterá os registros devidamente protocolados e arquivados. Para o caso de resíduos específicos gerados por um só setor (ex.: cavaco de alumínio gerado pela Usinagem, borra de alumínio, gerado pela Fundição) os quais são pesados pela Central de Resíduos, os setores de origem desses resíduos não precisam repetir a pesagem, bastando que utilizem os dados já disponíveis na Central de Resíduos e executem este procedimento.” O departamento de Gestão Ambiental forneceu a equipe que os principais resíduos sólidos produzidos pela fábrica eram: Alumínio, Óleo, Aço entre outros (Figura 3.1).



Figura 3.1 Principais Resíduos da Fábrica
Fonte: Martins, A.G. (2014)

b) Da mesma forma, através do item 4.2 mencionado acima, o departamento de Gestão Ambiental forneceu a equipe a quantidade gerada dos principais resíduos do ano de 2012, e através do gráfico de Pareto (Figura 3.2) abaixo, foi possível identificar o resíduo que estava sendo produzido em maior quantidade, e conseqüentemente onde a equipe deveria aplicar um projeto de melhoria de processo para possibilitar sua redução. O Resíduo de Aço foi o então o escolhido pela equipe de melhoria para ser o objeto de estudo em um processo a fim de se reduzir a quantidade produzida.

3.2.2 Inventário Anual de Resíduos

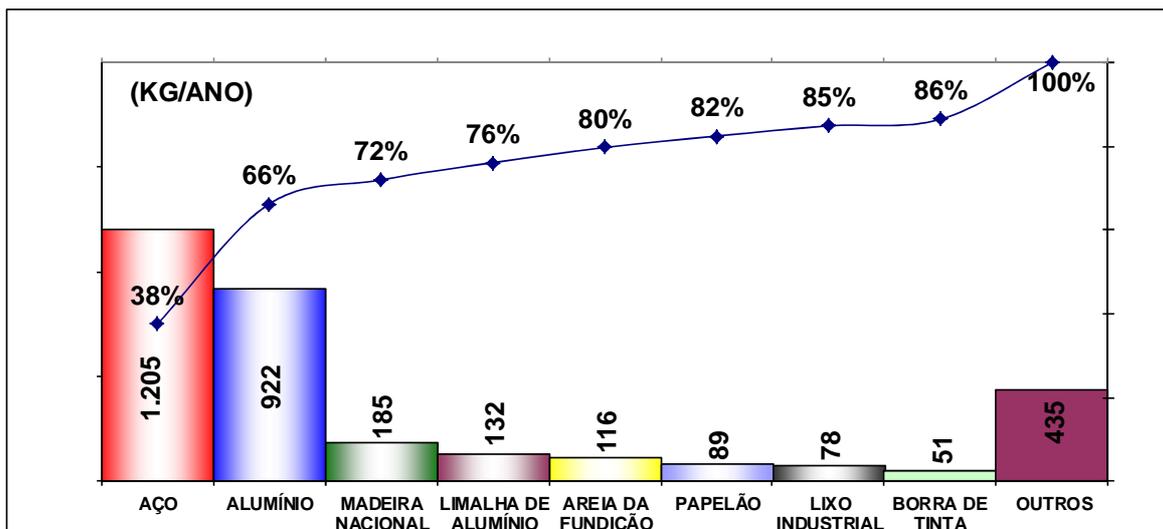


Figura 3.2 Gráfico Quantidade por Tipo de Resíduo
Fonte: Martins, A.G. (2014)

3.3 Local de Desenvolvimento do Trabalho de Melhoria

- a) Escolha do modelo de maior produção/ano e proporcionalmente maior volume de sucata de aço gerada.

Aplicar o trabalho de melhoria no processo do modelo de maior volume de produção consequentemente traria maiores resultados quanto a redução de resíduo do aço que estava sendo gerado. Analisando o gráfico abaixo (Figura 3.3), nota-se que o modelo de maior produção no referido período era o KRM.

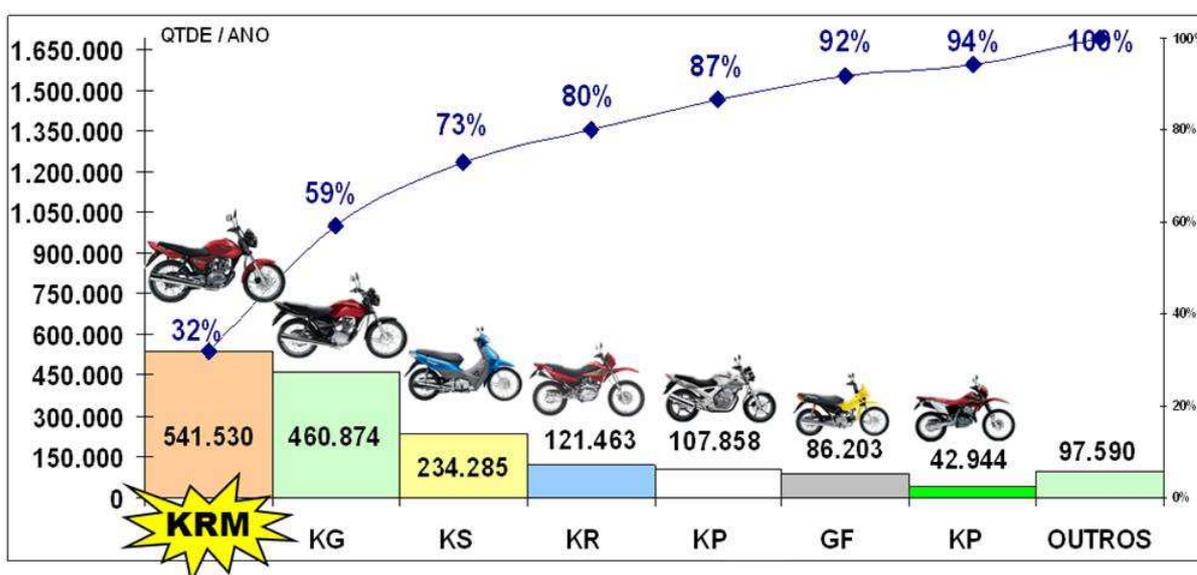


Figura 3.3 Quantidade de Motocicleta por Modelo

Fonte: PCP da Empresa

O setor de estamparia gerou mais resíduo de aço no ano e por sua vez foi o escolhido pela equipe para realização do trabalho nos processos do modelo KRM.

A fim de se ter uma resposta de que tipo de melhoria poderia ser mais eficaz para que houvesse significativa redução da geração de resíduo de aço no setor de estamparia, a equipe procurou saber como a empresa gerenciava esse resíduo.

Com base no item 4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS, do Procedimento Interno da Empresa de GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS, onde cita:

“Os resíduos são classificados conforme NBR 10004 em: Resíduos Classe I - Perigosos: São os que apresentam periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Resíduos Classe II - Não perigoso. Resíduos de Classe II A - Não inertes são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes. Os resíduos de Classe II B - Inertes quaisquer resíduos que, quando amostrado de uma forma representativa, segundo ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, á temperatura ambiente conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados e concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Resíduo de serviço de saúde - São provenientes de serviços hospitalares e ambulatoriais.” O resíduo de sucata de aço da estamperia, (Figura 3.4) esta classificado com IIA e é apenas reciclado por empresa terceirizada.

RESÍDUO	CLASSIFICAÇÃO			DESTINAÇÃO 1	DESTINAÇÃO 2
	CLASSE	REUTILIZADO	RECICLADO		
Sucatas de Aço da Estamperia	IIA	NÃO	SIM	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B
Baldes de tinta vazios 18L	IIB	SIM	SIM	FORNECEDOR A	-
Outros resíduos de aço	IIB	NÃO	SIM	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B
Granalha de aço	IIA	NÃO	SIM	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B
Sucata de Cobre	IIA	NÃO	SIM	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B

Figura 3.4 Tabela de Classificação e Destinação de Resíduo

Fonte: Procedimento Gerenciamento de Resíduos Industriais da Empresa

De posse dessa informação, identificou-se que a alternativa de reutilizar a sucata de aço traria maior resultado como redução de resíduo para o setor de estamperia. O foco da equipe foi desenvolver um trabalho para reutilizar a sucata, eliminado a geração de resíduo na fonte.

3.4 Análise de Viabilidade para Reutilização da Sucata

Faz parte do programa de melhoria realizar essa análise para qualquer tipo de modificação de processo, produto ou equipamento, que engloba questionamentos quanto a qualidade do produto, segurança e custo do produto e, por fim, a aprovação final da melhoria que se pretende realizar.

Primeiramente foi preciso identificar qual tipo de sucata poderia ser reutilizada, e em que peça ela poderia ser reaproveitada. Dessa forma, realizou-se uma análise entre 05 peças de sucata para substituir 05 peças originais (todas do mesmo material) que fazem parte da motocicleta.

Abaixo um fluxograma que detalha a análise de viabilidade realizada pela equipe, que teve como resultado o processo que seria trabalhado para a reutilização de sucata (Figura 3.5).

Fluxograma	Verificar	Objetivo
<pre> graph TD A[Área útil do material] --> B{Espessura sucata = a peça original?} B -- Não --> F[Melhoria aprovada.] B -- Sim --> C[Alteração do equipamento / Ferramental] C --> D{Investimento viável (retorno < 12 meses)?} D -- Não --> F D -- Sim --> F </pre>	<p>Área útil – verificar se a quantidade de sucata gerada era suficiente para ser reutilizada como peça original.</p>	<p>Não realizar significativa alteração no processo para que a sucata pudesse ser reutilizada como peça original</p>
	<p>Espessura – A espessura do aço da sucata deve coincidir com a peça original.</p>	<p>Manter a qualidade e a segurança do produto</p>
	<p>Alteração do Equipamento/ Ferramental: Avaliar junto a área técnica se é uma alteração simples e possível.</p>	<p>Assegurar qualidade do produto e verificar possíveis problemas com produtos que utilizam a mesma ferramenta.</p>
	<p>Viabilidade da alteração de projeto: verificar se a alteração do ferramental é viável dentro das normas de planejamento industrial da empresa</p>	<p>Assegurar que a verba utilizada no projeto de melhoria terá um retorno conforme pede a norma interna de planejamento industrial da empresa.</p>
	<p>Melhoria aprovada: Após avaliados todos os itens, chega-se a conclusão que a melhoria no processo pode ser realizada para que a sucata possa ser reutilizada.</p>	<p>Projeto aprovado para que a equipe de melhoria possa realizar alterações de processo e ferramental.</p>

Figura 3.5 Análise de Viabilidade para Reutilização de Sucata
Fonte: Martins, A.G. (2014)

Após análise de viabilidade da reutilização da sucata realizada, a conclusão que a sucata do processo de produção do suporte do cavalete central da motocicleta KRM poderia

ser reutilizada como uma peça (reforço do cavalete central), depois de realizada uma melhoria no molde de estamparia, para que a mesma fosse transformada de sucata para sub-produto.

CAPITULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A Empresa objeto do Estudo

Neste capítulo é apresentada primeiramente, em termos gerais, a empresa que fez parte do estudo dessa pesquisa, e em seguida, com mais detalhes, o processo de estamparia da fase que compõe a produção do Suporte do Cavalete, onde se demonstra o resultado após aplicação da metodologia de reutilização de resíduo sólido (aço) na prática, confrontando este com o que foi abordado no referencial teórico sobre a importância de se manter os processos produtivos em constantes trabalhos de melhoria contínua, visando o reaproveitamento de matéria-prima, contribuindo para a redução de resíduos industriais.

4.1.1 Caracterização da Empresa

A empresa do pólo de duas rodas em estudo, é uma multinacional, foi inaugurada em 1976, tornou-se o maior empreendimento do Polo Industrial de Manaus. Em sua planta, que ocupa uma área construída de 193 mil m², em um terreno de 661 mil m², produz também quadriciclos e motores estacionários. É mais do que uma montadora. Nela, acontece um complexo processo produtivo, por meio do qual são desenvolvidos ferramentas e dispositivos necessários para a fabricação de motocicletas. Para tanto, conta com mais duas unidades, localizadas na mesma planta: uma de tecnologia indústria e comércio, responsável pela fabricação e pela manutenção de moldes e ferramentas de produção, e outra de componentes, que responde pela fabricação de componentes e subconjuntos (escapamento, rodas, guidões e peças para chassis, entre outros).

4.1.2 Principais processos produtivos

Estamparia - Na estamparia são feitas peças de aço. As que envolvem maior precisão, como os chassis e os tanques de combustível das motocicletas, são estampados em prensas de grande capacidade e soldadas por robôs. Os conjuntos seguem para a pintura e recebem acabamento antes de ir para a linha de montagem.

Sinterização - Há componentes – como é o caso da engrenagem que faz parte do conjunto de embreagem do motor – fabricados com aço em pó, que é compactado e tratado no processo de sinterização. Esse setor foi implantado apenas no Brasil, Indonésia e Índia.

Usinagem - Setor responsável pela fabricação de componentes em alumínio, como o cabeçote. O processo exige precisão para, em conjunto com outros itens, dar o acabamento final, fundamental para garantir a durabilidade dos motores.

Injeção de plásticos - O setor de injeção de plásticos produz partes da motocicleta, como pára-lamas, por exemplo. Algumas peças já saem das máquinas para a linha de montagem, enquanto outras seguem para processos adicionais, como, por exemplo, o de pintura.

Solda - Diversos componentes são soldados nessa área. O trabalho é feito tanto manualmente como por robôs. São diversas linhas de soldagem de chassi e de tanque de combustível das motocicletas.

Fabricação de assentos - O assento da motocicleta é produzido desde o preenchimento da matéria-prima no molde para fabricar a espuma até a costura, montagem da capa e acabamento final.

Fabricação da roda - O aço passa por processos de conformação e de cromação, para ser transformado no aro das rodas raiadas. Por sua vez, as rodas de alumínio são fundidas, usinadas e pintadas. Nos dois casos, seguem, depois, para uma linha de montagem, onde recebem componentes como cubo de roda, freio e pneus, entre outros.

Fabricação do escapamento - As linhas completas para fabricação do escapamento contam com prensas, máquinas de solda, polimento, galvanoplastia e pintura, que, além de conferirem o acabamento visual, protegem contra desgastes e oxidação.

Pintura - O processo de pintura acontece paralelamente, em diversos setores. Há a pintura interna do escapamento, do chassi e das partes plásticas. O tanque, por exemplo, passa pela estufa de secagem, depois da pintura, e segue para a aplicação de adesivos e faixas.

Montagem de motores - Equipamentos automatizados, de alta tecnologia, fundem e injetam componentes como o bloco do cilindro e o cabeçote em alumínio. Na linha de montagem, técnicos especializados garantem o perfeito ajuste entre as partes provenientes dos setores de estamparia e usinagem e de fornecedores.

Linha de montagem - É na linha de montagem que as motocicletas tomam sua forma final. Os chassis recebem peças e componentes, como motor e transmissão, suspensão, rodas e pneus, guidão, painel, tanque e assentos, entre outros.

Inspeção final - Depois de montadas, todas as motos produzidas passam por uma inspeção, incluindo análise visual e teste funcional. O objetivo é assegurar desempenho, qualidade e segurança ao motociclista.

Laboratório de Análise e Medição de Gases - No laboratório, por amostragem, as motocicletas são submetidas a testes para verificar se a emissão de gases está em conformidade com os padrões estabelecidos pela empresa, que são mais rigorosos do que as normas vigentes no país, e se estão dentro das metas de preservação ambiental.

Tratamento de efluentes - Na estação de tratamento de efluentes, os resíduos industriais, como a água usada no processo produtivo, bem como os resíduos biológicos, passam por diferentes etapas de tratamento, esterilização e filtragem. Após esse processo, parte da água reciclada retorna à natureza, e outra parte é transferida a um lago artificial para ser utilizada na irrigação de áreas verdes da fábrica e para uso da brigada anti-incêndio.

Campo de testes - Nesse local, são simuladas situações reais de uso em pisos de asfalto, areia, pedra e terra para aperfeiçoar o desempenho e a durabilidade das motocicletas. Os testes são feitos em uma área de mil hectares, localizada no município de Rio Preto da Eva (AM). Mais da metade do terreno (58%) é formado por mata virgem e de preservação, onde a empresa desenvolve um projeto agrícola com árvores frutíferas e espécies ameaçadas de extinção.

O caminho até os clientes - Das linhas de produção, as motocicletas partem em balsas, no trajeto fluvial Manaus-Belém, de onde, em caminhões, são enviadas a 19 Centros de Distribuição no país e, dali partem para as mais de 800 concessionárias.

4.2 Fluxo Atual do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central

Abaixo, tem-se o fluxograma de estamparia do suporte do cavalete central do modelo KRM (Figura 4.1)

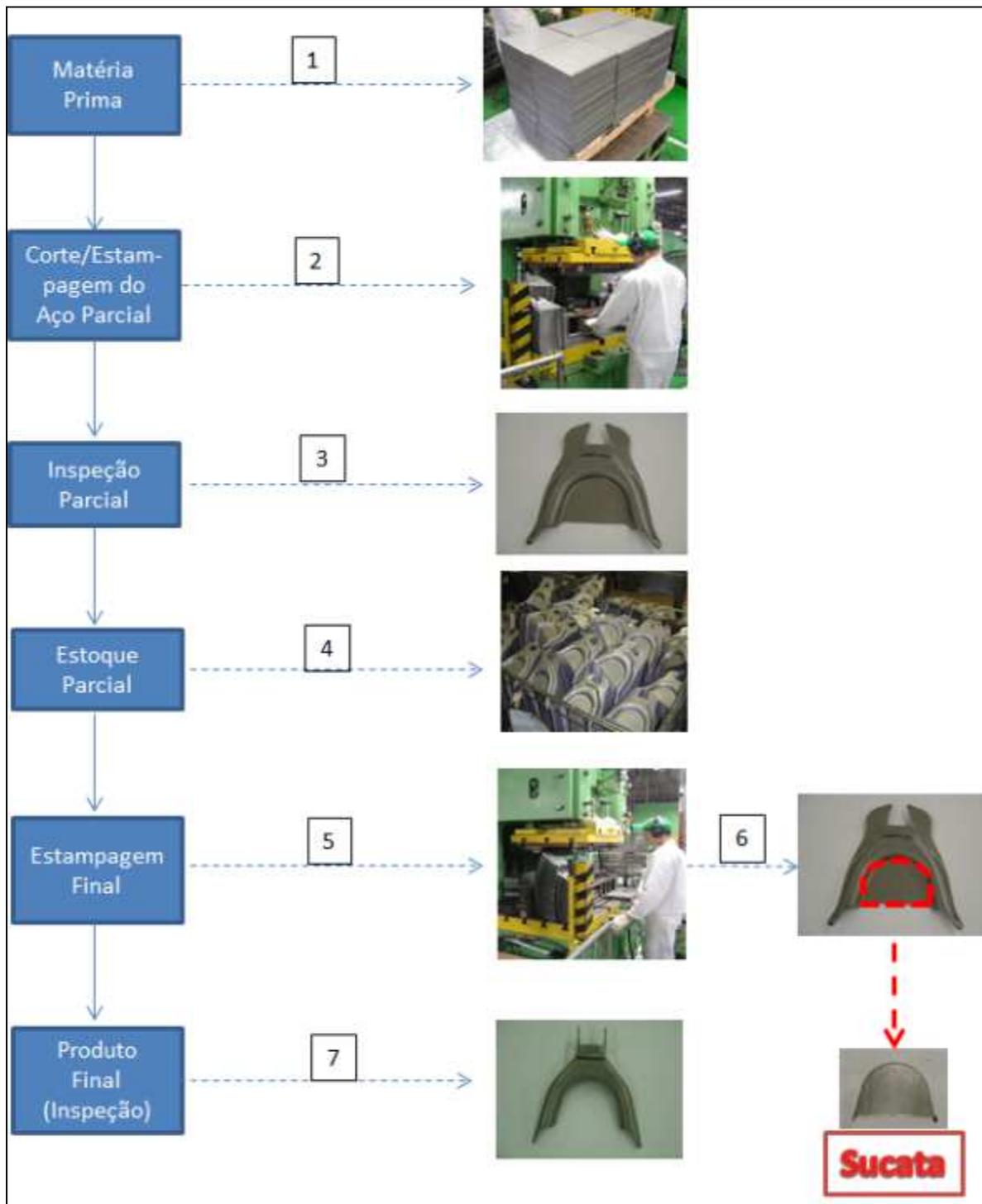


Figura 4.1 Fluxo Atual do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central
Fonte: Martins, A.G. (2014)

As etapas para produção do suporte do cavalete, de acordo com a figura x, são descritas a seguir:

1 – Matéria Prima – É realizado o abastecimento de matéria-prima pelo setor de estoque da empresa. A matéria prima do processo são folhas de aço;

2 – Corte/Estampagem Parcial – É realizado o corte/ estampagem da folha de aço em uma máquina de estampagem que contém um molde, que possui a finalidade de cortar e moldar a peça conforme modelo. Nesta fase, já é formada a estrutura do suporte do cavalete central;

3 – Inspeção Parcial –É realizada uma inspeção visual parcial da peça cortada e estampada. Neste momento é verificada se a mesma está dentro dos padrões de qualidade;

4 – Estoque parcial – Caso a peça esteja OK na etapa 3, a mesma é armazenada;

5 – Estampagem final – É realizada a estampagem final do suporte do cavalete central;

6 – Sucata – *É retirada a área que não faz parte do produto, e a mesma irá para sucata, sendo classificada como resíduo;*

7 – Produto Final (Inspeção) – É realizada inspeção do produto final.

4.3 Reutilização da Sucata em Uma peça (reforço do cavalete central)

4.3.1 Característica da peça atual – Reforço do Cavalete Central

O reforço do cavalete central é uma peça em aço, produzida em uma empresa terceirizada pela empresa estudada nessa pesquisa. É soldado no corpo do cavalete central, unilateralmente, (Figura 4.2)

Com base no plano de produção da motocicleta KRM são, consumidos aproximadamente 527.000 mil reforços/ano, tendo-se um gasto anual de R\$ 89.000,00/ano apenas com a aquisição do item.

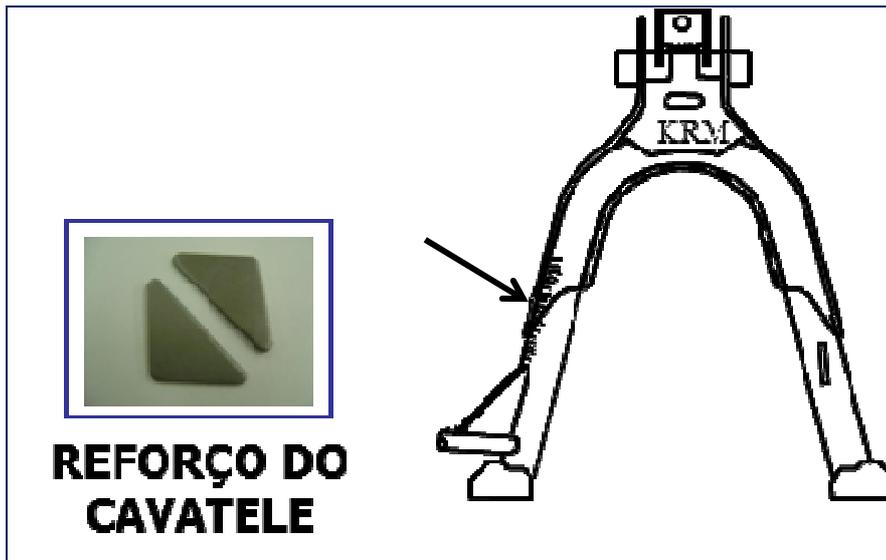


Figura 4.2 Localização do Reforço do Cavalete Central
Fonte: Martins, A.G. (2014)

4.3.2 Alternativa de melhoria para redução do resíduo e reutilização da sucata (aço) no processo produtivo do suporte do cavalete central.

Com base nos princípios de viabilidade da melhoria levantados no item 3.1 dessa pesquisa, procurou-se desenvolver uma ideia de custo baixo e que assegurasse a qualidade do produto e a segurança do processo.

A área técnica, então, desenvolve um conceito de fabricar o suporte do cavalete, e através de uma modificação no molde de estamparia, tornar a sucata do suporte, o reforço do cavalete (Figura 4.3).



Figura 4.3 Fluxo de Alteração de Sucata para Reforço
Fonte: Martins, A.G. (2014)

A alteração do molde foi realizada da seguinte forma:

- a) Foram acrescentados 02 posições para estampagem simultânea dos reforços conforme (Figura 4.4).

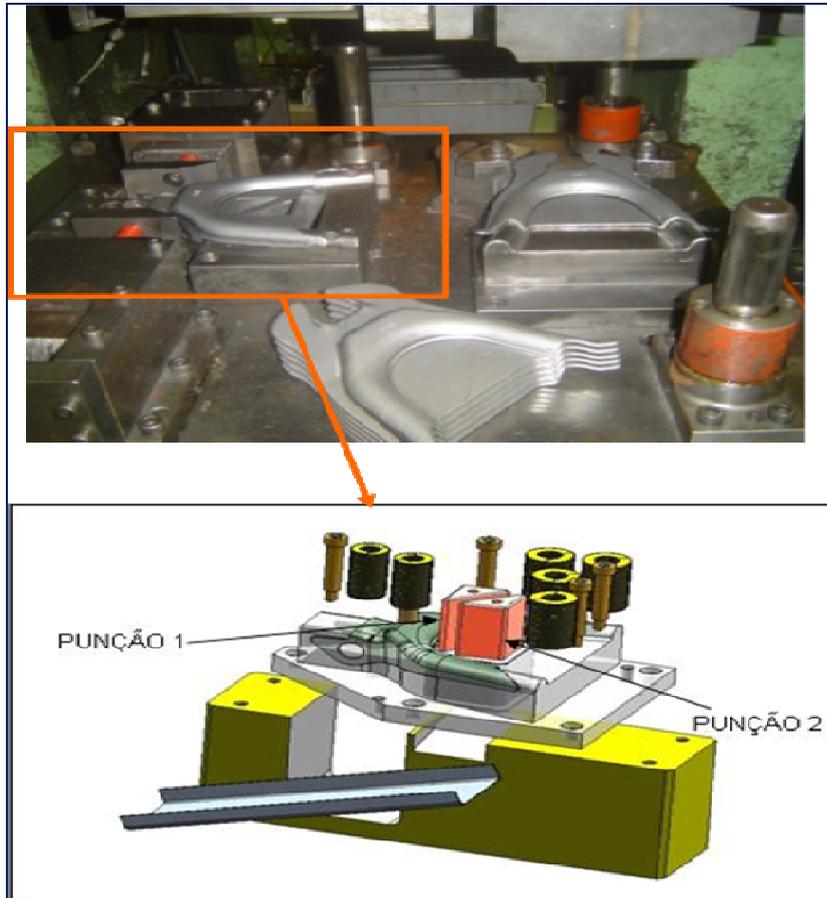


Figura 4.4 Estampagem do Reforço do Cavalete Central
Fonte: Martins, A.G. (2014)

- b) No momento da estampagem para moldagem do suporte do cavalete, os reforços também são fabricados, não havendo nenhum acréscimo de tempo ao processo, conforme figura 4.5 abaixo:

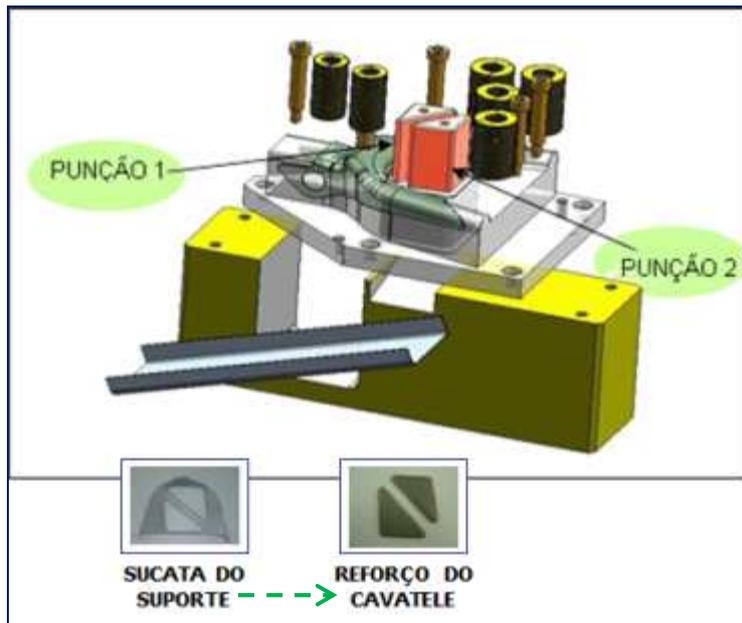


Figura 4.5 Ilustração da Punção 1 e 2
Fonte: Martins, A.G. (2014)

4.6 Fluxo do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central Proposto

Abaixo (Figura 4.6), tem-se o fluxograma de estamparia do suporte do cavalete central do modelo KRM depois da melhoria implantada.

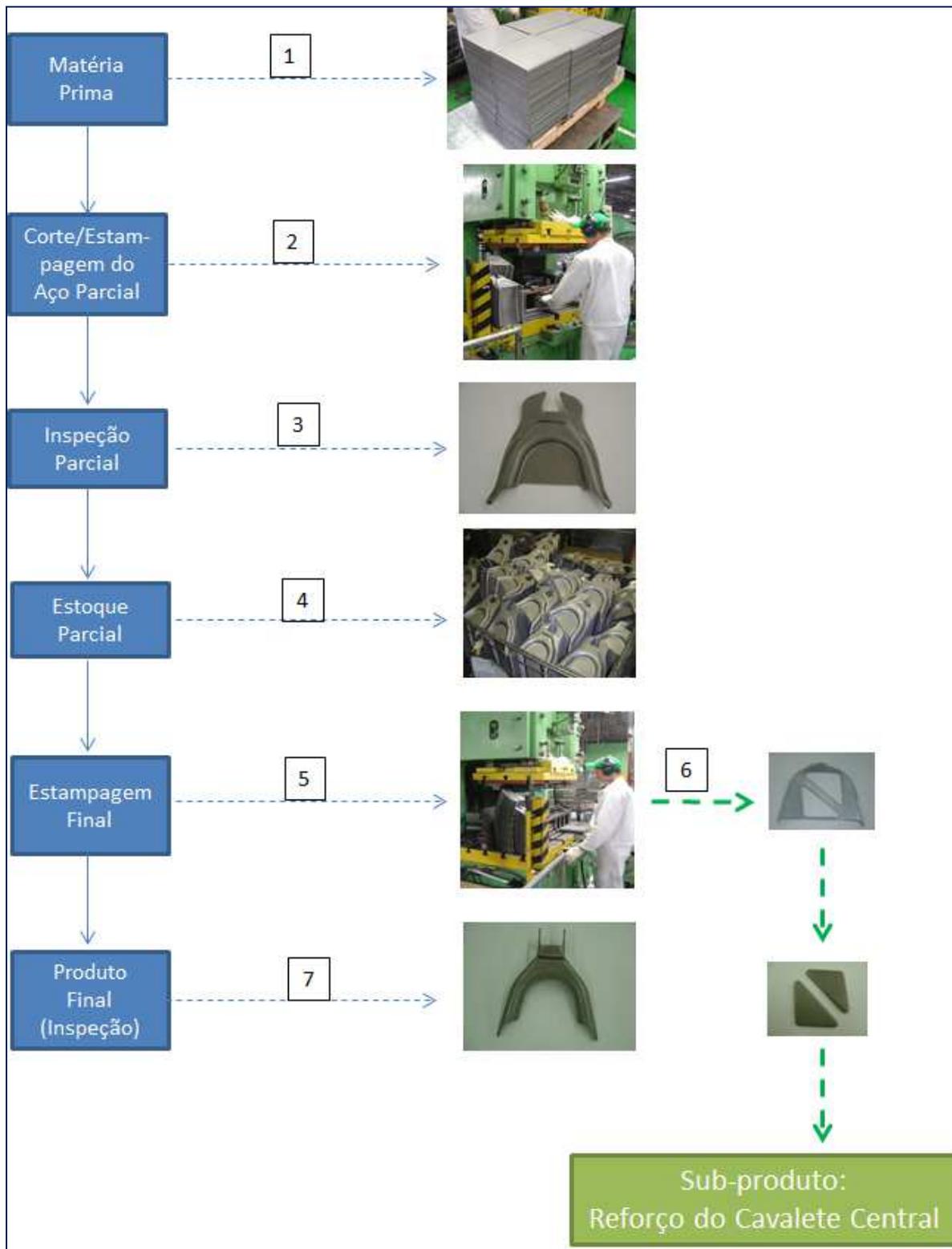


Figura 4.6 Fluxo do Processo de Estamparia do Suporte do Cavalete Central Proposto
Fonte: Martins, A.G. (2014)

As etapas para produção do suporte do cavalete, de acordo com a figura x, são descritas a seguir:

1 – Matéria Prima – É realizado o abastecimento de matéria-prima pelo setor de estoque da empresa. A matéria prima do processo são folhas de aço;

2 – Corte/Estampagem Parcial – É realizado o corte/ estampagem da folha de aço em uma máquina de estampagem que contém um molde, que possui a finalidade de cortar e moldar a peça conforme modelo. Nesta fase, já é formada a estrutura do suporte do cavalete central;

3 – Inspeção Parcial –É realizada uma inspeção visual parcial da peça cortada e estampada. Neste momento é verificada se a mesma está dentro dos padrões de qualidade;

4 – Estoque parcial – Caso a peça esteja OK na etapa 3, a mesma é armazenada;

5 – Estampagem final – É realizada a estampagem final do suporte do cavalete central;

6 – *Sub-produto (Reutilização)* – São retirados dois reforços do cavalete central da área que anteriormente era sucateada. Esta operação é realizada ao mesmo tempo em que a estampagem do produto principal, que é o suporte do cavalete central na etapa 5;

7 – Produto Final (Inspeção) – É realizada inspeção do produto final.

4.7 Benefícios da Alternativa Aplicada no Processo Produtivo

Através dos dados iniciais abordados no capítulo 3 dessa pesquisa, obteve-se que os resíduos de aço gerados anualmente pela fabrica em estudo era de aproximadamente 1.200 ton /mês. No setor de estamparia, mais precisamente na linha de produção do suporte do cavalete central eram sucateadas 61,5 ton /ano (Figura 4.7). Com o projeto de melhoria de reutilização da sucata do suporte do cavalete central essa redução de resíduo foi significativa como mostram os gráficos abaixo:



Figura 4.7 Gráfico de Redução da Quantidade de Resíduo

Fonte: Martins, A.G. (2014)

a) Benefício Ambiental

Dentro dos critérios de tema do programa de melhoria da empresa, para este projeto o tema escolhido foi redução de custo, porém, durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi possível observar o benefício ambiental estabelecido quando através da redução da geração da sucata de aço houve a redução do resíduo gerado e de possíveis impactos ambientais atendendo os preceitos da PNRS. Também foi possível observar que o conceito de não gerar o resíduo ao invés de somente tratar foi estabelecido no projeto desenvolvido.

b) Benefício para Empresa

Conforme estudado nessa pesquisa, a reciclagem de um material pode trazer grandes vantagens para uma empresa e para o meio ambiente, quando reduz o impacto de seus resíduos gerados. Entretanto, sabe-se que este processo, pode demandar um custo alto com transporte e tratamento de toda sucata gerada. Dessa forma, o projeto desenvolvido traz grande benefício para a empresa quando reduz o resíduo na fonte, eliminando os custos que advêm do processo de reciclagem.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Através desta pesquisa foi possível observar que a Empresa do PIM de duas rodas possui um excelente programa de melhoria de processos com temas voltados para melhoria da qualidade, redução de custo, melhoria do ambiente, melhoria na eficiência e também segurança e saúde do colaborador.

O projeto apresentado neste estudo teve como objetivo principal a redução da sucata de aço voltado para o tema de redução de custo e foi satisfatório, quando reduziu 11,6 ton / ano de resíduo de aço com a aplicação da reutilização de um rejeito de produção.

A aplicação da política de redução e reutilização foi favorável para que o objetivo de redução de custo do projeto tenha sido alcançado e apesar do programa atual ainda não englobar como meta de tema a preservação do meio ambiente, conclui-se que este objetivo também foi atingido quando geram ganhos em produtividade e redução de impactos ambientais.

O procedimento de gerenciamento de resíduos industriais elaborado em atendimento ao sistema de gestão ambiental ISO 14001:2004 adotado na empresa, nos permite entender que a consciência ambiental está presente, mas, os programas de melhorias não estão direcionados à questão ambiental, pois não aborda este item como Tema.

Então, através desta problemática sugere-se que temas voltados para questão ambiental sejam incentivados, principalmente aqueles direcionados para redução de resíduos na fonte, quando se sabe que o processo de reciclagem, além de trazer altos custos para empresas, também gera impactos ambientais.

5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Em virtude da empresa estudada ainda não abordar em seu programa de melhoria do processo produtivo e do ambiente de trabalho o tema de Redução de Impacto Ambiental,

sugere-se que pesquisas como essa possa orientar as empresas através da comprovação de baixo custo e elevado benefício ambiental, a criarem programas em seus processos produtivos voltados a redução de resíduos industriais na fonte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR - Norma Brasileira Registrada n. 10.004 – **Resíduos Sólidos**/Classificação, 2004.

ABRELPE - **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo. 2010.

ALVEZ, R. O. **Análise da viabilidade econômica da implantação de uma indústria de reciclagem de embalagens e PET na região de Ouro Preto**. Monografia de Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Ouro Preto. 2003. Disponível: <<http://www.ichs.ufop.br> - acesso em 14.12.2013.

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. de. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Markron Books, 2002.

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

BARROS, R. T. V. *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte - MG, 2003, 221p. Disponível: <<http://rdigital.univille.rctsc.br>.

BELLO, Célia Vieira Vitali. **Zeri: uma proposta para o desenvolvimento sustentável, com enfoque na qualidade ambiental voltada ao setor industrial**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -. Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/bello/#A>>. Acesso em 24 out. de 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Executiva. Fundo Nacional do Meio Ambiente. **Fomento a projetos de ordenamento da coleta e disposição final adequada de resíduos sólidos: manual para apresentação de propostas**. Brasília: MMA. 2004.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política nacional de resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, nº 147, p. 3, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - ICLEI - Brasil: **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação** Brasília, 2012.

CAMPOS, L. M. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**. Dissertação (Mestrado em engenharia da Produção), Programa de Pós – Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. p. 06. Disponível em: <<http://www.ens.ufsc.br> - Acesso em 21/12/2013.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º. 275 de 25 de Abril 2001**. Brasília. 2001.

CARDOSO, A. O. **Introdução ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. PGRS. Porto Alegre. SENAI. 2008. Disponível. <http://www.senairs.gov.br> – Acesso em 12/12/2013.
DE MARTINI, J. L. C.; FIGUEIREDO, M. A. G.; GUSMÃO, A. C de. **Redução de Resíduos Industriais como produzir mais com menos**. Rio de Janeiro, Fundação Bio Rio, 2005.

FONSECA, **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana: A União**. 1999.122p.

FORMOSINHO et al. **Parecer Relativo ao Tratamento de Resíduos Industriais Perigosos**. 2000. Disponível em <<http://paginas.fe.up.pt/~jotace/cci/Relatorio/Rcom.pdf>>. Acesso em 20 de outubro de 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

JACOBI, P. Org. **Gestão Compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil: inovação com inclusão social**. Organização de Pedro Jacobi. São Paulo: Annablume, 2006.

HARRINGTON, H. J., **A implementação da ISO 14000: como atualizar o SGA com eficácia** / H. James Harrington, Alan Knight; tradução de Fernanda Góes Barroso, Jerusa Gonçalves de Araujo; revisão técnica Luis César G. de Araujo. – São Paulo: Atlas, 2001.

MAIMON, Dalia. **Passaporte Verde: Gerência ambiental e competitividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

MATOS, Stelvia Vigolvinho. **Alternativas de minimização de resíduos na indústria de fundição**. FS Fundação e Serviços, São Paulo, ano 13, n.º 115. julho. 2002.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Ed da UFSC, 2001.

MOREIRA, M. S. **Estratégia e implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo Série ISO 14000)**. Belo Horizonte: Ed. DG, 2001.

MOREIRA, M. S., **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental Modelo ISO 14000**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006.

NAIME, R. **Diagnóstico Ambiental e Sistema de Gestão Ambiental: incluindo a atualização da série ISO 9000 a as novas NBR 14000, 14001/2004, e NBR ISO 19011/2002**. Novo Hamburgo. RS. FEEVALE, 2005. p.168.

NASCIMENTO, T. C. F.; MOTHÉ, C. G. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. Revista Analytica, n.º. 27, Fevereiro/Março, 2007.

NASCIMENTO, T. C. F. **Gerenciamento de resíduos sólidos da indústria de galvanização**. Dissertação de Mestrado, Escola de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. 230-240p.

NAUMOFF, Alexandre Feraz; PERES, Clarita Schwartz. Reciclagem de matéria orgânica. In: D'ALMEIDA, Maria L. O.; VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. p. 104.

OLIVEIRA, M. C. R.; MARTINS, J. **Caracterização e Classificação de Resíduo Sólido Pó de Balão**: gerado na Indústria Siderúrgica não integrada a carvão vegetal: Estudo de caso na região de Sete Lagoas/ MG. Química Nova v.26 n°. 1,5-9, 2003.

PEREIRA, J. A. R. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental**. Belém: UFPA, 2002.

PHILIPPI, A. JR., ROMÉRO, M. A., BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Editora Manole, 2005. p. 74-76.

ROCCA, A. C. C. et. al. **Resíduos Sólidos Industriais**. 2ª edição, São Paulo, CETESB, 1993. p. 16-18.

SANTOS, C. **Prevenção a Poluição Industrial**. oportunidades, análise dos benefícios e barreiras. Tese de Doutorado em Ciências da Auditoria Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2005. p. 287.

SANTOS, M. S.; YAMANAKA, H. T.; PACHECO, C. E. M. **Bijuterias**. Série P+L. São Paulo: Cetesb, 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 3 jan. 2013.

SCHRAMM, F. R., **Ecologia, ética e saúde**: O principio da responsabilidade. In: Saúde, Ambiente e Desenvolvimento. M. C. Leal; P. C. SABROZA; R. H. Rodrigues & P. M. BUSS, (orgs.), pp. 233-255, vol. 2, São Paulo: Hucitec: ABRASCO. 1992. p. 233. Disponível: <<http://www.bvsde.paho.org> - Acesso em 29/11.2013.

SILVA, M. A. R. Economia dos Recursos Naturais in: **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

TEIXEIRA, B.A. N ; ZANIN, M. Reciclagem e reutilização de embalagens in: **Metodologia e Técnicas de minimização, Reciclagens e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14 000**. São Paulo: SENAC, 2002.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.