



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

RENATA CRISTINA DE ASSIZ

**Logística Reversa de Sucatas Metálicas não-ferrosas em uma
Indústria Automobilística: Estudo de Campo**

Florianópolis
2016

RENATA CRISTINA DE ASSIZ

**Logística Reversa de Sucatas Metálicas não-ferrosas em uma
Indústria Automobilística: Estudo de Campo**

Dissertação submetido (a) ao
Programa de Pós-graduação em
Engenharia Ambiental da
Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Ambiental.
Orientadora: Profa. Maria Eliza Nagel
Hassemer, Dra.

Florianópolis
2016

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

Assiz, Renata Cristina de

Logística Reversa em uma indústria automobilística: estudo de campo / Renata Cristina de Assiz; orientadora, Maria Eliza Nagel Hassemer – Florianópolis, SC, 2016.
p. 87.

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

Inclui referências

1. Indústria Automobilística. 2. Logística Reversa. 3. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 4. Aparas Metálicas. 5. Reciclagem. I. Hassemer, Maria Eliza Nagel. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

Renata Cristina de Assiz

**LOGÍSTICA REVERSA DE SUCATAS METÁLICAS NÃO-FERROSAS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBÍLISTICA:
Estudo de Campo**

Este (a) Dissertação foi julgado (a) adequado (a) para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Ambiental”, aprovado (a) em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 25 de Abril de 2016.

Prof. Maurício Sens, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Maria Elisa, Dr.^a.
Orientador

Prof. Joel Dias da Silva, Dr.
Corientador

Prof.^a Maria Elisa Magri, Dr.^a

Prof. Marina Bouzon, Dr.^a.

Dedico esse estudo àqueles que lutam por um Meio Ambiente sadio e fazem dessa batalha diária a sua fonte de inspiração de vida por um mundo melhor: bom e justo para todos!

AGRADECIMENTOS

Ao meu caro mestre, Prof. Dr. Joel Dias da Silva, que me incentivou e me inspirou a tratar o resíduo de sucata metálica como um elemento de transformação na preservação do meio ambiente e redução dos impactos ambientais.

Aos meus colegas de mestrado pelas inúmeras contribuições durante essa longa caminhada.

Aos meus familiares e amigos que estiveram e sempre estarão ao meu lado nessa e em outras conquistas.

Em especial, ao meu querido amigo, Valdeci Liberato parceiro nas atividades profissionais, minha eterna fonte de inspiração na busca incessante pelo conhecimento.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e paciência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

(José de Alencar, 2011)

RESUMO

Ao longo da história da humanidade, tem-se percebido que a ideia de desenvolvimento, se confunde, muitas vezes, com um crescente domínio e transformação do meio ambiente. No entanto, essa constante exploração dos recursos naturais e a atividade industrial incessante trazem consigo sérios impactos ambientais, geração contínua de resíduos, efluentes e emissões. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010, fomenta instrumentos capazes de efetuar a gestão adequada dos resíduos sólidos, tais como a implementação da Logística Reversa em indústrias. O presente estudo tem por objetivo apresentar a Logística Reversa para a aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, especialmente para com o reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais de sucatas metálicas não-ferrosas (aparas de aço) geradas no processo produtivo de uma indústria automobilística situada no estado de Minas Gerais. A discussão teórica desenvolvida buscou, primeiramente, apresentar conceitos clássicos da Logística Direta e Reversa, assim como o contraponto dos autores abordados acerca dos temas. Foram apresentados, ainda, a importância do aço nas atividades humanas e como se dá sua produção nas indústrias siderúrgicas, a correlação entre o aproveitamento de sucatas metálicas não-ferrosas advindo de outros processos produtivos e a gestão desses resíduos sólidos conforme atribuições da PNRS/2010. Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um Estudo de Campo em uma empresa do segmento de estampagem de peças metálicas. As técnicas utilizadas na coleta de dados foram a observação direta, entrevistas e análise de documentos técnicos. Com a pesquisa, observou-se que, no processo produtivo, são gerados dois tipos de sucatas metálicas que são 100% aproveitadas por meio da reciclagem – seja na forma mais nobre sendo utilizadas para estampagem de subprodutos, seja na forma de aparas metálicas comercializadas para produção de aço em indústrias siderúrgicas. Essas informações, por sua vez, foram importantes para concluir que, numa análise sistemática dos fluxos logísticos reversos, com uma intervenção no processo produtivo da empresa objeto de estudo, é possível reduzir os impactos ambientais nos segmentos automobilístico e siderúrgico com o uso de atividades previstas na Política Ambiental da empresa através de ações de Logística Reversa.

Palavras chaves: Indústria Automobilística, Aparas Metálicas, Logística Reversa, Reciclagem.

ABSTRACT

Throughout the humanity history, has realized that the idea of development, often has been confused with a growing control and environmental transformation. However, this constant natural resources exploration and the incessant industrial activity bring with them serious environmental impacts, continual production of waste products, effluents and emissions. In Brazil, the Brazilian solid waste Policy (PNRS), 12.305/2010 Law, promotes capable instruments to do the proper management of solid waste products, such as the Reverse Logistics Industry implementation. The present has the main goal to present the Reverse Logistics as an alternative instrument for the implementation of shared responsibility for the products life cycle, especially for the non-ferrous scrap metal from the industrial solid waste reutilization (steel shavings) generated during the production process at an automobile factory located in the Minas Gerais State. The developed theoretical discussion sought at first to present the Direct and Reverse Logistics classical concepts, as well as the authors counterpoint discussed about the themes. We also presented the importance of steel in the human activities and its production in steel industries, as well as the correlation between the use of non-ferrous metal scraps from other production processes and the this solid waste management according to the tasks from PNRS/2010. We have conducted a field research into a metal stamping company to achieve the proposed objectives. The techniques used in data collection were the direct observation, interviews and technical documents analysis. At the end of the study, we observed that two types of metal scraps are generated in the production process and 100% of them are recycling – whether in its most noble being used for stamping of by-products or metal scrap form can be traded in steel industries. The information on the other hand was important to conclude that, in the reverse logistics flows systematic analysis, with an intervention in the productive process at the company under study, it is possible to reduce the environmental impacts in automobile and steel segments with the use of planned activities in the company's Environmental Policy through actions of reverse logistics.

Key words: Automobile Industry, Metal Shavings, Reverse Logistics, Recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processos Logísticos Direto e Reverso.....	30
Figura 2 – Cadeia de Suprimentos – Canal de Distribuição Direto.....	31
Figura 3 – Cadeia de Suprimentos – Canal de Distribuição Reverso.....	32
Figura 4 – Canais de Distribuição Direto e Reverso.....	33
Figura 5 – Atividades do Processo Logístico Reverso.....	36
Figura 6 – Fluxo da Logística Reversa – Indústrias Siderúrgicas.....	45
Figura 7 – Formulário Monitoramento de Resíduos Sólidos.....	49
Figura 8 – Fluxograma de Atividades – Estampagem de Peças.....	50
Figura 9 – Fluxo de Atividades – Industrial (Logística)	52
Figura 10 – Esquema de Montagem – Estampo.....	53
Figura 11 – Operações: Corte e Entalhe.....	54
Figura 12 – Operações: Puncionamento e Recorte.....	54
Figura 13 – Operação: Transpasse.....	55
Figura 14 – Operações: Dobramento, Repuxo e Cunhagem.....	56
Figura 15 – Linha de Estampagem – Prensas.....	56
Figura 16 – Esquema Linha de Estampagem.....	57
Figura 17 – Fluxo Processo de Estampagem e Geração de Sucata Solta.....	57
Figura 18 – Estampagem de Peças: Deformação.....	58
Figura 19 – Estampagem de Peças: Corte I.....	58
Figura 20 – Fluxo Processo de Estampagem e Geração de Retalho Classificado.....	59
Figura 21 – Fluxo Coleta de Sucata Solta.....	59
Figura 22 – Estampagem de Peças: Corte II.....	60
Figura 23 – Retalho Classificado e Produto Acabado.....	60
Figura 24 – Coleta de Sucatas Metálicas.....	61
Figura 25 – Esquema Fluxo de Coleta e Esteira Rolante.....	61
Figura 26 – Esquema Fluxo de Coleta e Área de Sucatas Metálicas.....	62
Figura 27 – Logística Reversa – Intervenção Identificada.....	63
Figura 28 – Prensagem de Sucatas.....	64
Figura 29 – Tratamento e Destinação de Sucatas.....	65
Figura 30 – Subprodutos: Estampagem Interna.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Consumo de Matéria Prima	44
Quadro 2 – Resumo de Geração de Sucatas Metálicas.....	67
Quadro 3 – Preços de Venda - Sucatas Metálicas.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDR-PV – Centro de Distribuição Reversa – Pós Venda
CDR-PC – Centro de Distribuição Reversa – Pós Consumo
CNI – Confederação Nacional das Indústrias
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente
ISO – *Internacional Organization for Standartization*
LR – Logística Reversa
NBR – Norma Brasileira
PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PO – Programa Operativo
RCD – Resíduos de Construção e Demolição
RSI – Resíduos Sólidos Industriais
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
SMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	24
1.2 PROBLEMA.....	25
1.3 OBJETIVOS.....	25
1.3.1 Objetivo Geral.....	25
1.3.2 Objetivo Específicos.....	25
1.4 JUSTIFICATIVA.....	26
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 A LOGÍSTICA REVERSA E OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.....	27
2.1.1 Logística.....	27
2.1.2 Logística Reversa.....	28
2.1.3 Cadeia de Distribuição Reversa e sua importância.....	31
2.1.4 Cadeia de Distribuição Reversa e o Ciclo de Vida do Produto.....	35
2.1.5 Logística Reversa e a competitividade.....	37
2.1.6 Logística Reversa e a Legislação Ambiental.....	38
2.2 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO E A REDUÇÃO DE IMPACTOS.....	40
2.2.1 Gestão dos Resíduos Sólidos.....	41
2.3 A INDUSTRIA SIDERURGICA E A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS METÁLICOS.....	43
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	47
3.1 TÉCNICA DE PESQUISA.....	47
3.2 COLETA DE DADOS.....	47
3.3 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE.....	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE INDUSTRIAL.....	51
4.2 PROCESSO DE ESTAMPAGEM.....	52
4.2.1 Operações da Estampagem.....	53
4.2.2 Caracterização das Linhas de Estampagem.....	56
4.3 ESTAMPAGEM DE PEÇAS.....	57
4.3.1 A Geração de Sucatas Metálicas.....	60
4.3.2 A Logística Reversa na Estampagem de Peças.....	62

4.3.3 Tratamento.....	63
4.3.4 Destinação Final.....	65
4.4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	66
5 CONCLUSÃO.....	70
6 RECOMENDAÇÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO A – RESUMO EXPANDIDO – CONGRESSO ACODAL.....	78

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Ao longo da história da humanidade, a ideia de desenvolvimento se confunde, muitas vezes, com um crescente domínio e transformação do meio ambiente. Nessa visão, os recursos naturais eram tidos como ilimitados.

Contudo, a crescente atividade industrial mundial, que envolve o manuseio e a utilização de matérias primas, trouxe consigo resíduos na forma de sobras, desperdícios ou simplesmente rejeitos. No entanto, muitos destes resíduos são descartados de forma irregular, sem qualquer cuidado ou tratamento incorrendo, por vezes, em passivos ambientais que comprometem a qualidade de vida das futuras gerações.

Pensando-se na atividade industrial, a reutilização e o aproveitamento de materiais considerados resíduos é cada vez mais necessária no mundo contemporâneo, uma vez que, estes têm se acumulado nos pátios das indústrias.

Por outro lado, a reciclagem de resíduos, sem uma base científica bem alicerçada, poderá resultar em problemas ambientais maiores que o próprio resíduo. Assim, nasceu esse estudo, motivado por um desafio complexo e multidisciplinar, envolvendo aspectos técnicos, ambientais, econômicos, sociais e legais adaptado ao conceito de Logística Reversa (LR).

Nesse cenário, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS/2010), Lei 12.305 instituída no Brasil em 02 de agosto de 2010, trouxe avanços expressivos nas práticas ambientais ao inaugurar conceitos como o de responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo.

Ampliando-se essa discussão, a Logística Reversa foi definida como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada aos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010, Capítulo II, Art. 3, inciso XII).

Sendo assim, esse estudo apresenta a Logística Reversa como um instrumento que contempla práticas que racionalizam o tratamento e a destinação de sucatas metálicas não-ferrosas – sucatas de aparas de aço – que são geradas no processo de estampagem de peças metálicas de uma indústria do ramo automobilístico instalada em Minas Gerais.

Buscando o cumprimento da legislação ambiental, em especial à aplicável na geração de resíduos (PNRS/2010), entende-se que a Logística Reversa pode ser vista dessa maneira como um novo paradigma no setor industrial no sentido de minimizar os impactos ambientais.

Tornando-se, assim, uma ferramenta para racionalizar e operacionalizar o retorno dos resíduos de pós-consumo ao ambiente produtivo, ou seja, um processo que agrega valor ambiental, logístico, financeiro e legal às empresas que a adotam.

1.2 PROBLEMA

Atualmente, há uma grande preocupação com a produção de resíduos do processo produtivo e a sua destinação, além da mensuração desses resíduos e o fator econômico que estes representam na sua cadeia. Diante do exposto, em relação ao processo produtivo da indústria automobilística estudada pergunta-se: de que forma a Logística Reversa contribui na gestão e racionalização do fluxo de materiais e resíduos gerados, reduzindo custos e agregando valor ao processo?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Apresentar a Logística Reversa como ferramenta alternativa à destinação de resíduos sólidos industriais de sucatas metálicas não-ferrosas (aparas de aço) geradas no processo industrial de uma indústria automobilística.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar onde e como se dá a geração dos resíduos metálicos não ferrosos - aparas de aço;

- Compreender como é realizada a gestão interna/externa e a destinação desses resíduos;
- Identificar possíveis oportunidades de redução dos custos de produção e os impactos ambientais da atividade.

1.4 JUSTIFICATIVA

A gestão dos resíduos gerados no processo industrial bem como do fluxo reverso de embalagens e produtos, tem ganhado importância seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista ambiental.

Com um levantamento de dados dos processos industriais de uma indústria automobilística, pode-se dar prosseguimento ao desenvolvimento de estratégias eficazes e concretas para a obtenção de um melhor resultado no controle e avaliação dos custos e benefícios oriundos da gestão do fluxo reverso da cadeia de fornecedores.

Dentro desta avaliação, pode-se ressaltar como benefícios para a redução de custos: a seleção do resíduo gerado para reaproveitamento de uma parte deste, com sua reintegração ao processo de produção de subprodutos e a transformação do restante da sucata comum em sucata especial por meio do processo de prensagem que agrega valor à sucata na comercialização com indústrias siderúrgicas.

Assim, nesse contexto, e buscando o cumprimento da legislação ambiental, em especial à aplicável na geração de resíduos (PNRS/2010), entende-se que a LR pode ser vista como um novo paradigma nesse segmento industrial no sentido de minimizar o impacto ambiental da atividade promovendo, assim, redução de custos produtivos.

No entanto, cabe ressaltar que, para Valle e Souza (2014), muito antes da referida PNRS, setores do comércio e da indústria já haviam considerado o valor da LR para seus negócios.

Esse fato justifica-se, para essas empresas, porque era mais valioso recuperar seus produtos, ou componentes neles instalados a buscar matéria-prima virgem. Para Guarnieri (2011), as formas de operacionalizar o retorno dos resíduos dependem da viabilidade econômica e do objetivo da empresa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados conceitos e abordagens necessários ao desenvolvimento desse estudo.

2.1 A LOGÍSTICA REVERSA E OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Nesse tópico são abordados conceitos e correlações da Logística Reversa percorrendo suas atividades, influências, interferências e contribuições na gestão dos resíduos sólidos e na redução dos impactos ambientais.

2.1.1. Logística

Para Bowersox e Closs (2001), a logística é na atualidade um verdadeiro paradoxo. Ao tempo que é uma das atividades mais antigas, é um dos conceitos gerenciais mais modernos na Administração.

Desde que a humanidade deixou de se basear na atividade de subsistência, dando início a atividades organizadas, passando a trocar os excedentes de sua produção com produtores de outros itens que lhe seriam necessários. Diante deste contexto surgiram três das mais importantes funções logísticas: o estoque, o armazenamento e o transporte.

Para Guarnieri (2013), o crescente aumento dos processos produtivos em todo o mundo, ocasionado pelo aumento do consumo, ao mesmo tempo em que exigiu processos logísticos mais eficientes, devido à necessidade de movimentar mercadorias a longas distâncias, criou demandas específicas de armazenamento e descarte de resíduos.

A Logística diz respeito à criação de valor - valor para clientes e fornecedores de empresa e valor para os acionistas de empresa. O valor em Logística é expresso em termos de tempo e lugar. Produtos e serviços não têm valor a menos que estejam sob a posse do cliente quando (tempo) e onde (lugar) eles desejam consumi-los (BALLOU, 2001, p. 25).

Segundo Valle e Souza (2014), a logística representa um ponto nevrálgico da cadeia produtiva, atua em estreita consonância com o

modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos, ou seja, concentra seu foco no exame dos fluxos da cadeia produtiva direta.

Logística é o processo de “planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e custo-efetivo de materiais virgens, inventários intra-processos, bem finalizados e informações relacionadas, do ponto de origem para o ponto de consumo” (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999), ou seja, tem o propósito de conformar-se aos requisitos dos clientes atendendo as suas demandas em tempo hábil.

2.1.2 Logística Reversa

Segundo Leite (2003), a Logística Reversa e os canais de distribuição reversos são uma nova área de atuação dentro da logística empresarial, concentrando-se principalmente no exame dos fluxos reversos, ou seja, esses fluxos acontecem no sentido inverso da cadeia direta, a partir dos produtos descartados como resultantes do consumo.

Seja oriundo da substituição por um novo produto, seja proveniente das embalagens do novo produto, visando agregar valor ao descarte reintegrando-o ao ciclo produtivo ou ainda, promovê-lo com o mínimo de impacto ambiental.

Para Pereira et al. (2013), o conceito de Logística Reversa engloba o conceito tradicional de logística, agregando um conjunto de operações e ações ligadas, desde a redução de matérias-primas primárias até a destinação correta dos produtos, materiais e embalagens com o seu consecutivo reuso, reciclagem e produção de energia.

A Logística Reversa é o processo de recuperação dos resíduos de pós-venda ou de pós-consumo, pela coleta, pré-tratamento, beneficiamento e distribuição, de forma a ou retorná-los à cadeia produtiva, ou a dar-lhes destinação final adequada. Deve focar minimização dos rejeitos e dos impactos negativos e a maximização dos impactos positivos, sejam ambientais, sociais ou econômicos. Esse processo incorpora as atividades operacionais, de gestão e de apoio que, de forma integrada e envolvendo diversos atores, planejem e viabilizem a implementação das soluções mais

adequadas para os resíduos (VALLE e SOUZA, 2014, p. 27).

Para Valle e Souza (2014), a Logística Reversa utiliza-se da flexibilidade operacional de redistribuição e retorno de bens gerando a redução dos custos operacionais da organização podendo ser transformada em ganhos, não apenas para a empresa, mas também para o cliente.

Partindo, primeiramente, para objetivos de redução de custos, em busca de descobertas de oportunidades de reaproveitamento de materiais recicláveis que poderiam colaborar na produção de produtos novos com menores custos através da utilização de materiais reaproveitáveis, passando pela escassez de oferta de alguns tipos de matéria-prima.

A Logística Reversa é o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição” (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999, p. 2).

Para Gonvidan et al. (2012), a Logística Reversa é o processo de movimentação de bens de seu ponto de destino final com o objetivo de recapturar valor ou disposição final adequada. Logística Reversa envolve questões como reciclagem, remanufatura, retornos, reuso e necessidades de descarte para estar disponível para requisições de serviço adequadas.

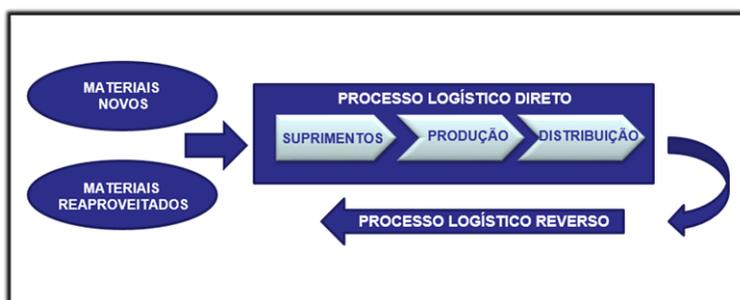
Em outras palavras:

A Logística Reversa potencializa todas estas soluções para gerenciamento de resíduos sólidos. Ela acaba com o antiquado conceito de “fim da linha” (end-of-pipe), segundo o qual a vida dos produtos tem começo (projeto e produção), meio (uso) e fim (lixões e aterros). A linha virou um círculo: hoje em dia, seu fim coincide com o início e o retoma. Os materiais dos produtos usados, antes sempre chamados de lixo, são agora tidos como matéria-prima para

uma nova geração de produtos (VALLE; SOUZA, 2014, p. 1).

De acordo com a Figura 1, a Logística Reversa pode ser definida como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais que a partir da distribuição retornam ao processo produtivo, por meio de canais reversos, como materiais aproveitados dispensando assim a utilização de materiais novos.

Figura 1 - Processos Logísticos Direto e Reverso



Fonte: Adaptado de Lacerda (2004)

Guarnieri (2011) amplia o conceito de logística definido na legislação, complementando-o com o conceito de Logística Reversa e inserindo-a no contexto da sustentabilidade. Assim para a autora:

A Logística Reversa seria a operacionalização do retorno dos resíduos de pós-consumo e pós-venda e o gerenciamento do fluxo de informações que ocorre desde o consumidor final até o fabricante, objetivando sua revalorização ou em última instância seu descarte ambientalmente adequado (GUARNIERI, 2011, p. 4).

Chaves e Martins (2005), afirmam que a Logística Reversa está relacionada à destinação de produtos e materiais já descartados pelo consumidor final, contribuindo, portanto, para a preservação do meio ambiente. Essa contribuição se dá pelo retorno de bens de pós-consumo

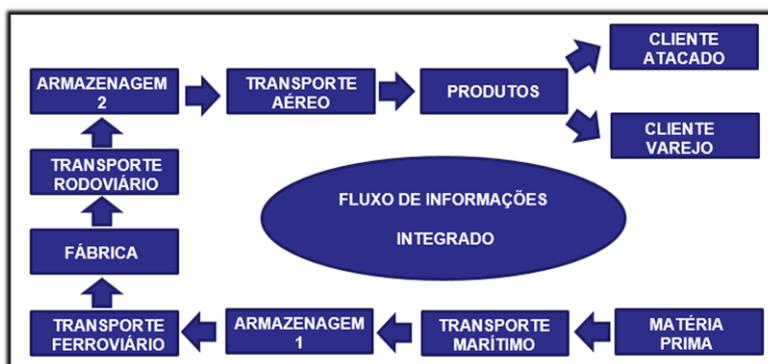
ao ciclo produtivo, o que diminui o acúmulo de lixo industrial na natureza. Assim sendo, pode-se relacionar a Logística Reversa como uma importante ferramenta para a preservação ambiental.

No caso desse estudo, pode-se considerar que o conceito de Logística Reversa pós-consumo é o mais adequado, pois está tratando do uso de sucata metálica de aparas de aço para fabricação de aço em indústria siderúrgica dentre outras utilizações.

2.1.3 Cadeia de Distribuição Reversa e a sua importância

A distribuição representa para a empresa o último passo antes de colocar o produto à venda no mercado. Distribuição é “o conjunto de atividades entre o produto pronto para o despacho e sua chegada ao consumidor final”, no qual Martins e Campos (2005) destacam que essas atividades constituem os canais de distribuição diretos, representado na Figura 2.

Figura 2 – Cadeia de Suprimentos – Canal de Distribuição Direto



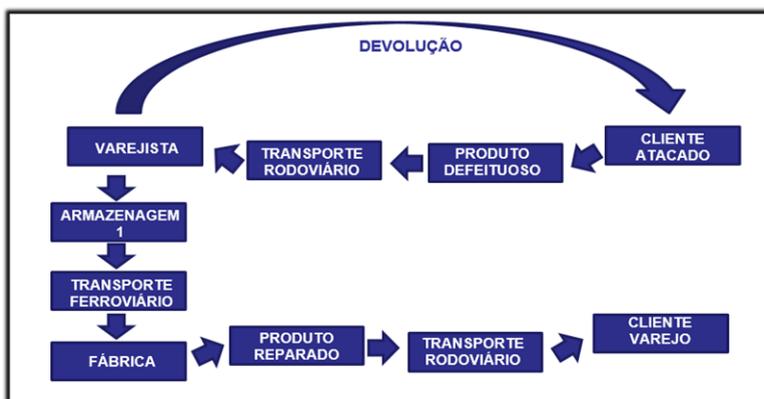
Fonte: Adaptado de Ballou (2003)

Para Leite (2003), esses canais não preveem o retorno dos produtos comercializados à empresa que os fabricou, porque esse processo representa o inverso da função desses canais, ou seja, o inverso das atividades constituindo o processo logístico reverso, conforme apresentado na Figura 1.

O foco de atuação da Logística Reversa envolve a reintrodução dos produtos ou materiais à cadeia de valor através do ciclo produtivo ou de negócios e, portanto, um produto só é descartado em último caso (CHAVES; MARTINS, 2005, p. 3).

A Figura 3, representa o fluxo reverso que é composto das atividades do fluxo direto, porém inclui o retorno, o reuso, a reciclagem e a disposição segura ocorrendo a devolução do dinheiro ou entrega de um novo produto em substituição ao produto defeituoso, conforme indicado.

Figura 3 - Cadeia de Suprimentos – Canal de Distribuição Reverso



Fonte: Adaptado de Leite (2003)

No fluxo reverso da cadeia de suprimentos surgem os canais de distribuição inversos que constituem todas as etapas ou meios necessários para o retorno de uma parcela dos produtos comercializados ao ciclo produtivo da empresa. Seja devido a defeitos de fabricação, prazo de validade vencido, ciclo de vida útil encerrado ou reaproveitamento de embalagens.

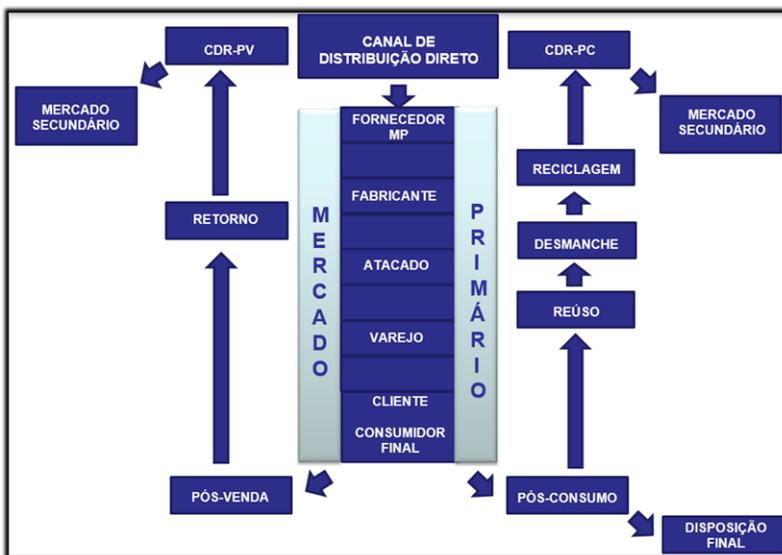
Segundo Leite (2003), esses canais são as etapas, formas e meios em que uma parcela dos produtos comercializados, com pouco uso após a venda, com ciclo de vida ampliado ou depois de extinta a sua vida útil, retorna ao ciclo produtivo ou de outros negócios, podendo assim agregar

valor através de seu reaproveitamento.

“Os canais reversos de alguns materiais tradicionais são bem conhecidos há alguns anos, como, por exemplo, o dos metais em geral, e eles representam importantes nichos de atividade econômica” (LEITE, 2003). O processo de Logística Reversa gera materiais que retornam ao processo tradicional de suprimento, produção e distribuição.

Segundo Pereira et al. (2013), os centros de distribuição reversos são divididos em CDR-PV (Centro de Distribuição Reversa – Pós-Venda) e CDR-PC (Centro de Distribuição Reversa – Pós-Consumo), ambos estão representados na Figura 4.

Figura 4 - Canais de Distribuição Direto e Reverso



Fonte: Adaptado de Leite (2003)

O CDR-PV é responsável pela devolução de produtos defeituosos ou não-conformes e o CDR-PC é responsável pelo retorno ao ciclo de produção com geração de matéria-prima após o ciclo de vida útil de um produto.

Para Valle e Souza (2014), a preocupação com o fluxo reverso do produto e de materiais vem sendo objeto de estudo desde os anos 1970.

Durante os anos 1980, Lambert e Stock (1981) usaram a expressão “indo pelo caminho errado” e na década de 1990 surgiram novas concepções e o termo Logística Reversa.

Ainda com Valle e Souza (2014), os processos da Logística Reversa incluem:

- O reúso de um bem ocorre quando este, após a utilização inicial, ainda está em condições de ser reutilizado;
- A reembalagem de produtos é utilizada quando estes são devolvidos sem uso ou não foram abertos, ou seja, o produto é revendido como novo;
- A revenda é a reinserção de um produto no mercado e o objetivo é maximizar o valor dos produtos devolvidos. A revenda aplica-se também quando o produto é oriundo de um fluxo reverso e passou por um acondicionamento ou uma remanufatura;
- O desmanche consiste em separar as diversas partes de um produto para fins de recuperação, revenda ou reciclagem (se não for possível recuperar);
- A remodelagem consiste em realizar melhoria no produto, promovendo a sua atualização para atender às necessidades tecnológicas e ambientais do mercado atual;
- A remanufatura ocorre quando os componentes provenientes do processo de desmanche industrial ou substituição de peças durante a manutenção de bens duráveis passando por técnicas que promovem sua separação ou renovação, garantindo qualidade semelhante aos produtos novos, ou seja, busca respeitar as especificações originais devolvendo ao mercado secundário ou à própria indústria;
- O acondicionamento é semelhante à manufatura, porém o nível de técnicas realizadas sobre os componentes é menor, limitando-se, às vezes, a limpeza e ao conserto somente de onde ocorreu a falha, com pouca ou nenhuma substituição de componentes;
- A reciclagem industrial, processo no qual está relacionado ao presente estudo, consiste no reaproveitamento de resíduos industriais, embalagens retornáveis e de materiais constituintes de produtos em final de sua vida útil para fabricação de novos produtos, seja por seu produtor original ou por outras indústrias.

2.1.4 Logística Reversa e o Ciclo de Vida do Produto

Para a Logística, o conceito de ciclo de vida do produto vai a partir de sua concepção até o destino final dado a este produto, seja o descarte, reparo ou reaproveitamento (TRIGUEIRO, 2003, p. 1).

O conceito de ciclo de vida do produto abordado refere-se à expressão: “berço ao túmulo”, ou seja, as fases desde a extração da matéria prima até a destinação final do produto e não faz menção ao conceito mercadológico que define o ciclo de vida do produto as fases desde seu lançamento até seu declínio/saturação.

Segundo Valle e Souza (2014), os produtos fornecidos pelo sistema produtivo para atender às demandas de consumo possuem uma história que se inicia com a obtenção dos recursos necessários – matérias primas – e termina na sua destinação – pós consumo. Podendo ser uma destinação final (aterro, por exemplo) ou retorno ao processo (reciclagem, por exemplo).

A Logística Reversa, em especial, contempla importantes etapas do ciclo de vida, como reparo e reuso, reciclagem de materiais e componentes, recuperação e destinação final. É, portanto, uma ferramenta que pode proporcionar importantes ganhos ambientais, sociais e econômicos, possuindo um papel muito relevante na gestão do ciclo de vida. A reciclagem, por exemplo, contribui para diminuir a demanda por recursos do sistema natural, representa inclusão social e fonte de renda para os catadores e possibilita, ainda, uma diminuição dos custos produtivos (VALLE; SOUZA, 2014 p. 10).

De todas estas atividades, fazem parte diretamente da Logística Reversa o reaproveitamento e remoção de refugo que gerencia o modo como os subprodutos do processo produtivo serão descartados ou reincorporados ao processo e a administração de devoluções.

Devido às legislações ambientais cada vez mais rígidas, a responsabilidade do fabricante sobre o produto está se ampliando. Além

do refugo gerado em seu próprio processo produtivo, o fabricante está sendo responsabilizado pelo produto até o final de sua vida útil o que tem ampliado uma atividade que até então era restrita às suas premissas.

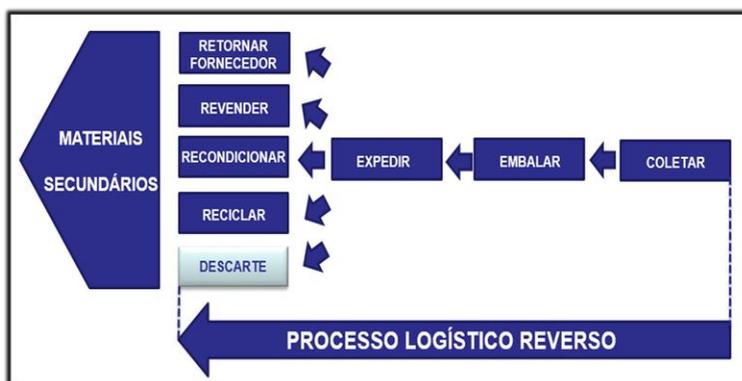
A gestão de todas as fases do ciclo de vida de um produto é fundamental para sustentabilidade das empresas. “O bom controle sobre o ciclo de vida do produto requer um bom sistema de gestão para possibilitar um controle eficaz deste ciclo”, de acordo com Trigueiro (2003).

Os materiais podem, no sistema de Logística Reversa, retornar de várias formas, ou seja, podem percorrer o fluxo reverso na forma das seguintes atividades:

- a) Retornar ao fornecedor quando houver acordo nesse sentido;
- b) Ser revendidos se ainda estiverem em condições adequadas de comercialização;
- c) Ser reconicionados, desde que haja justificativa econômica;
- d) Ser reciclados se não houver possibilidade de recuperação.

Conforme representado na Figura 5, todas essas alternativas geram materiais reaproveitados, que entram de novo no sistema logístico direto como materiais secundários. Em último caso, o destino pode ser o seu descarte final.

Figura 5 - Atividades do Processo Logístico Reverso



Fonte: Adaptado Lacerda (2004)

Lacerda (2004) apontou seis fatores críticos que influenciam a eficiência do processo de Logística Reversa. Esses fatores são: bons controles de entrada, processos mapeados e formalizados, tempo de ciclo reduzidos, sistemas de informação integrado, rede logística planejada e relações colaborativas entre clientes e fornecedores. Quanto mais ajustados esses fatores críticos, melhor será o desempenho do sistema logístico.

O autor acredita que, devido ao processo de globalização, onde multinacionais adotam políticas comuns para todas suas filiais e os governos tendem a adotar legislações ambientais mais rigorosas em todos os países, em pouco tempo, serão adotadas as mesmas práticas ambientais.

2.1.5 Logística Reversa e a Competitividade

O gerenciamento do retorno dos bens e materiais dentro da cadeia é fator decisivo à otimização do ganho financeiro sobre esses produtos, haja vista ser esse um dos benefícios proporcionados pela Logística Reversa. Contudo, as políticas e alternativas de sucesso empresarial se defrontam com um novo desafio: a Logística Reversa como forma de agregação de valor ao negócio e à sociedade.

A Logística Reversa em uma perspectiva de *business* refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, reciclagem, substituição de materiais, reuso, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura de bens agregando valor aos resultados da organização.

No entanto, empresas devem perceber a parceria entre a Logística Reversa e a Sustentabilidade como uma estratégia para aumentar a lucratividade dos negócios, bem como se posicionar estrategicamente. Em um mundo que é caracterizado pela mudança de rumo a um mundo sustentável com clientes cada vez mais preocupados com as questões ambientais ao adquirir produtos.

Segundo Valle e Souza (2014), no contexto da estratégia, a Logística Reversa considera a cadeia de suprimentos como competência-chave. A visão global da ação organizacional e as especificidades dos processos como equilíbrio dinâmico, a agregação de valor aos clientes como vantagem competitiva.

A Logística Reversa como um ciclo contínuo e a sustentabilidade como contribuição de garantia de competitividade. Esse entendimento atribui à organização as responsabilidades de agir no sentido de promover

a integração dos fluxos reversos à concepção de valor na formulação da estratégia corporativa.

Ao longo dos últimos anos, percebe-se que emerge um novo cliente e consumidor no Brasil, buscando relacionamentos preferenciais com empresas que considerem efetivamente suas necessidades em serviços, redução de custos e condutas de responsabilidade social e ambiental. Essa preocupação tem dirigido as legislações sobre a cadeia produtiva ou sobre a empresa produtora, transferindo-lhes a responsabilidade de montagem de suas cadeias reversas (LEITE, 2003, p.102).

Por fim Leite (2009), argumenta que os ganhos com o impacto econômico incidem positivamente sobre o custo dos produtos, a imagem corporativa e a fidelização.

2.1.6 A Logística Reversa e a Legislação Ambiental

A preocupação com o meio ambiente faz com que os setores produtivos que utilizam matérias-primas extraídas da natureza busquem alternativas menos agressivas ao planeta, sendo uma dessas alternativas a Logística Reversa uma importante ferramenta para preservação ambiental.

De acordo com Leite (2003), a Legislação Ambiental torna as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos, estendendo a responsabilidade pelo destino destes após a entrega aos clientes e pelo impacto que esses produzem no meio ambiente.

O crescente aumento da consciência ecológica dos consumidores, que esperam que as empresas reduzam os impactos negativos de suas atividades ao meio ambiente, gerando ações por parte de algumas organizações que visam comunicar ao público uma imagem institucional “ecologicamente correta”.

Leite (2009), destaca que é crescente e qualitativo o desenvolvimento da Legislação Ambiental em todo o mundo, tanto dirigida à preservação de gerações futuras como a proteção do consumidor ao adquirir e utilizar produtos.

O autor ainda salienta que, esse momento histórico de alta descartabilidade, contribui para uma crescente sensibilidade ecológica, pois o descarte indiscriminado em locais impróprios pode colocar em risco a qualidade de vida prejudicando rios, mananciais de água dentre outros.

Essa situação exige das organizações, do governo e da sociedade uma nova análise do problema relativo a esses excessos, procurando minimizar estes impactos através da redução de resíduos, da reciclagem e do reuso desses bens.

Para Valle e Souza (2014), a Logística Reversa está relacionada com a destinação de produtos e materiais já descartados pelo consumidor final, contribuindo, portanto, para a preservação do meio ambiente. Essa contribuição se dá pelo retorno de bens de pós-consumo ao ciclo produtivo, o que diminui o acúmulo de resíduos industriais na natureza.

Tais benefícios justificam a concessão de incentivos, seja para estimular a atividade de recuperação e reciclagem de resíduos sólidos, seja para reduzir o custo a ser incorrido pelo setor privado (e pelos consumidores) na implantação de estruturas de Logística Reversa ou na expansão das estruturas existentes.

No Brasil, o principal marco legal é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Lei nº 12.305/2010 regulamentada pelo Decreto nº 7.404, que define as responsabilidades, diretrizes e metas para adequação dos sistemas de gerenciamento de resíduos, o que inclui a implementação da Logística Reversa de determinados resíduos.

A PNRS/2010, fomenta os instrumentos para a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (com valor agregado e passível de reciclagem e/ou reaproveitamento) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Em Minas Gerais, segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) se configura como um dos instrumentos estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305/2010, sendo “condição para os Estados terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito” Brasil (2010).

2.2 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO E A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A PNRS/2010, se ancora na ideia de responsabilidade compartilhada da Logística Reversa, ou seja, todos têm responsabilidade por aquele resíduo que produziu/consumiu.

Diante dessa perspectiva, pode-se dizer que o Brasil, ao implantar essa política deu um grande passo para incorporação dos discursos de sustentabilidade, ou seja, a Logística Reversa desempenha um papel determinante para a devida atribuição dessas responsabilidades e, para garantir que a sustentabilidade seja efetiva.

Mais especificamente, a Logística Reversa é uma estratégia empresarial alinhada às exigências da PNRS/2010 no Brasil, para a redução do impacto ambiental com o objetivo de promover ações para garantir que o fluxo dos resíduos sólidos gerados seja direcionado para a sua cadeia produtiva ou para cadeias produtivas de outros geradores de acordo com Capítulo IV, Artigo I, Brasil, 2010.

A PNRS/2010 traz avanços expressivos nas práticas ambientais do país ao inaugurar conceitos como o de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o de acordos setoriais, que envolvem toda a sociedade no objetivo de dar destinação ambientalmente adequada aos resíduos sólidos.

A Legislação Ambiental – Lei de Crimes Ambientais - ou Lei da Natureza, Lei Nº 9.605, de 13 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), com objetivo de amenizar esses impactos, transfere, gradativamente, em forma de lei, as responsabilidades ambientais atribuídas ao governo para as empresas e suas cadeias industriais. Sendo assim, “faz-se necessária uma atenção especial para um adequado destino e uso dos materiais por meio de técnicas de Logística Reversa” (LEITE, 2009).

No âmbito industrial, buscando-se a conformidade e o cumprimento da Legislação Ambiental, empresas têm adotado práticas de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e, conseqüentemente, a certificação da *International Organization for Standardization* (ISO) série 14.000 - ressaltando a necessidade dessas empresas estabelecerem parâmetros para a área ambiental – em conformidade com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

No Brasil, a ABNT ISO 14.001:2015, Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso, especifica os requisitos para um sistema de gestão ambiental, possibilitando a uma organização

formular uma política e objetivos levando em conta as exigências legais e informações sobre impactos ambientais significativos.

Ainda com ABNT (2015), aplica-se àqueles aspectos ambientais que as empresas podem controlar e sobre os quais espera-se que tenha influência. Em termos de estrutura a Gestão de Resíduos Sólidos está prevista no item “4.3 - Planejamento Ambiental” onde são identificados os Aspectos Ambientais significativos, ou seja, aqueles que geram Impactos Ambientais pertinentes à sua atividade produtiva.

Pode-se constatar que a implementação de um processo de Logística Reversa, além de conduzir à satisfação de exigências normativas, tais como a ABNT (2015), pode levar a uma redução de custo no produto acabado, principalmente quando existe o reuso do material de descarte.

2.2.1 Gestão dos Resíduos Sólidos

O resíduo sólido é comumente denominado lixo.

A palavra lixo origina-se do latim *lix*, que significa cinzas ou lixívia. Atualmente, o lixo (ou resíduo) é identificado como *basura* nos países de língua espanhola e *refuse, garbage* ou *solid waste* nos países de língua inglesa.

A denominação resíduo sólido, *residuu*, do latim, significa o que sobra de determinadas substâncias, e a palavra sólido é incorporada para diferenciá-los de gases e líquidos (Ribeiro e Morelli, 2009 pg. 19).

Segundo a ABNT, citando a Norma Brasileira (NBR) 10.004:2004 (Resíduos Sólidos – Classificação) resíduos sólidos são aqueles:

Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

De acordo com a NBR 10.004:2004, os resíduos são classificados quanto:

- Às características físicas podem ser: secos e molhados;
- À composição química podem ser: orgânicos e inorgânicos;
- À origem podem ser:
 - Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que são subclassificados em: domiciliares, comerciais, serviços públicos, serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários;
 - Resíduos Sólidos Industriais (RSI) que podem ser subclassificados em: radioativos, agrícolas e resíduos da construção civil ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

A NBR 10004 ainda classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Para o presente estudo foi analisado o resíduo sólido de sucata metálica não ferrosa de aparas de aço, ou seja, de origem industrial (RSI).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos:

Resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, aos quais a destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder (Brasil, 2010).

Um dos objetivos da PNRS/2010 foi a instituição de uma ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, que consiste em:

- Não geração;
- Redução;
- Reutilização;
- Reciclagem;
- Tratamento dos resíduos sólidos;
- Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Permite-se, ainda, a utilização de tecnologias para a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

Conforme PNRS/2010, Gerenciamento de Resíduos Sólidos é:

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 (Brasil, 2010).

2.3 A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA E A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS METÁLICOS NÃO FERROSOS

Nesse tópico busca-se enfatizar a correlação entre a produção nas indústrias siderúrgicas com a utilização dos resíduos metálicos não ferrosos e a importância do aço em seu processo produtivo.

A indústria produtora de aço é a siderúrgica, que engloba os processos de obtenção de produtos à base de ferro, dentre eles as ligas de aço, pois ele é a principal fonte de material básico das indústrias, especificamente as ligadas a bens de consumo duráveis como a automobilística, construção civil, bens de capital dentre outras.

Segundo Ciuccio (2004), a indústria siderúrgica é grande consumidora de energia e materiais sendo responsável, ainda, pela geração significativa de volume de resíduos sólidos bem como efluentes líquidos e gasosos.

O aço é um produto de grande importância na dinâmica da atividade humana e apresenta um papel determinante na economia, sobretudo por figurar como um elemento essencial para o encadeamento de diversas cadeias produtivas, pois trata-se de uma liga de ferro com carbono e outros metais em proporções variadas, conforme o tipo e a finalidade de sua utilização.

Como o aço tem a vantagem de ser totalmente reciclável após seu retorno em forma de sucata metálica, por meio da Logística Reversa, é processado e transformado em matéria-prima para fabricação do aço nas usinas semi-integradas. Se misturada à sucata metálica gerada na própria usina, passando por processo siderúrgico, a sucata metálica se transforma em aço.

A utilização da sucata de aço como matéria prima torna-se um importante instrumento na integração da Logística Reversa no que tange à redução da exploração dos recursos naturais tais como minério de ferro e carvão.

Conforme Relatório da Confederação Nacional da Indústria (CNI) de 2014, diante da inexorável escassez de diversos recursos naturais não renováveis, as empresas siderúrgicas têm, cada vez mais, procurado processos eco eficientes que evitem o desperdício e também reutilizem materiais.

De forma genérica a sucata é obtida pela eliminação de rejeitos industriais e pela obsolescência de bens de consumo e de capital. Pode ser gerada internamente à usina siderúrgica ou ser adquirida no mercado. Os principais itens de fontes internas e externas consumidos pela indústria são minério de ferro, carvão e sucata.

Conforme o Quadro 1, fornecido pela CNI (2014), em 2013 foram reutilizadas 10,3 milhões de toneladas de sucata de ferro e aço, representando 8% do total consumido, estando acima dos indicadores de 2012 e 2011. O consumo de matérias-primas se manteve praticamente estável em relação à 2012. Nesse sentido, a indústria do aço tem-se unido ao esforço de toda a cadeia para aumentar o reaproveitamento de sucata metálica.

QUADRO 1 – Consumo de Matéria-Prima e Energia

CONSUMO EM MILHARES DE TONELADAS	2011	2012	2013
Carvão mineral / antracito	13.687	13.230	13.493
Coque	9.362	9.512	9.494
Coque de petróleo	1.023	1.382	1.019
Carvão vegetal	1.342	1.537	1.438
Minério de Ferro*	33.589	33.689	34.436
Minério Manganês	589	484	184
Ferro-Gusa	24.669	24.251	23.373
Sucata de ferro e aço	9.117	9.463	10.345
Dolomita crua	1.346	1.405	1.373
Calcário cru	4.108	3.727	2.212
Cal calcítica / dolomítica	2.415	2.656	3.254
Ferroligas	509	472	551
Pelotas	-	-	547
Sinter	24.337	25.083	24.464
TOTAL	126.093	126.891	126.183

Fonte: Adaptado Confederação Nacional da Indústria (2014)

Nota: A última versão foi publicada em 2014.

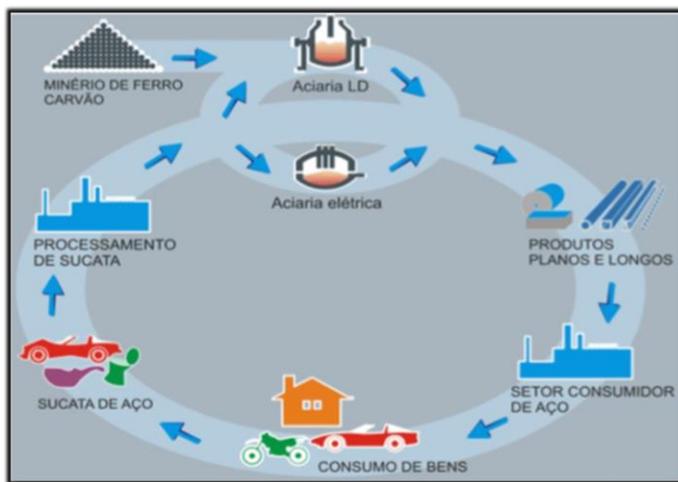
Campolino (1994), salienta que o uso exploratório constante das jazidas de minério de ferro tem diminuído o teor de ferro encontrado no minério, e, com essa ocorrência, os minérios de alta qualidade têm se tornado cada vez mais raros.

A consequência disso é a possível queda do preço do metal e uma alternativa para manter o preço é desenvolver tratamentos de segregação dos rejeitos minerais. Com esses tratamentos, consegue-se beneficiar o minério aumentando o teor de ferro, porém o método aumenta o custo do processamento e pode aumentar o preço do minério.

A sucata metálica, por sua vez, é viável por ser totalmente reciclada, sem perda de qualidade. No entanto, a extração incessante do minério de ferro causa perdas na qualidade do teor de ferro e nas indústrias siderúrgicas.

Conforme Instituto Brasileiro de Siderurgia (2009), estima-se que para cada tonelada de aço reciclado, economiza-se: 1.140 kg de Minério de Ferro, 154kg de Carvão e 18kg de Cal. A Figura 6, representa o fluxo de produção na indústria siderúrgica sob a ótica da Logística Reversa.

Figura 6 – Fluxo da Logística Reversa - Indústrias Siderúrgicas



Fonte: Instituto Brasileiro de Siderurgia (2009)

Ainda com Ciuccio (2004), a Logística Reversa da sucata metálica gera um novo sistema produtivo por meio das empresas especializadas

em coleta, preparação e negociação de sucata metálica de ferro e aço oriunda do pós-consumo.

Estas atividades geralmente ficam a cargo de uma indústria sucateira formada por agentes, distribuidores e processadores, mas também podem ser realizadas pela própria siderúrgica, dependendo das condições de cada mercado.

O mercado de sucata é preponderantemente local e seu grau de desenvolvimento se dá de acordo com a rota tecnológica preponderante em cada região, porém nesse estudo tal beneficiamento ou parte dele é realizado no local de geração, conforme disponibilidade técnica.

Souza e Fonseca (2009), explicam que para se ter uma dimensão comparativa do aproveitamento dos resíduos de aparas de aço na indústria siderúrgica, é necessário analisar dados sobre a produção média e o aproveitamento da sucata metálica em seu processo produtivo. Para isso estão relacionadas as indústrias Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Belgo Mineira e Gerdau.

A CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), produz uma média anual de 4,6 milhões de toneladas de aço e a sucata de aço aproveitada no processo produtivo representa 18% desse total.

A Belgo Mineira, consome cerca de 120.000 toneladas por mês de sucata metálica para abastecer suas quatro siderúrgicas. Nos mesmos moldes, a Gerdau, maior recicladora de sucata da América Latina, recicla por volta de 2 milhões de toneladas de sucata metálica ao ano e a sucata representa 70% de sua matéria-prima.

3 MÉTODOS

Neste capítulo são abordados os métodos utilizados nesse estudo, buscando a compreensão do processo produtivo e a geração de resíduos de sucatas metálicas numa indústria automobilística em Minas Gerais. Os procedimentos metodológicos levam em consideração variáveis importantes, tais como o processo de estampagem de peças, a geração e gestão de resíduos de sucatas metálicas não ferrosas (aparas de aço) e, por fim, a avaliação das atividades da Logística Reversa na indústria.

3.1 TÉCNICA DE PESQUISA

Diante do objetivo desse estudo que é apresentar a Logística Reversa como ferramenta de destinação adequada aos resíduos de sucata metálica gerados em uma indústria automobilística, a técnica de pesquisa utilizada é o Estudo de Campo.

Segundo Gil (2008), quanto aos procedimentos técnicos o Estudo de Campo procura o aprofundamento de uma realidade específica e constitui um modelo clássico de investigação, nos quais é basicamente realizado por meio da observação direta das atividades, entrevistas e interpretação do que ocorre naquela realidade.

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de observação direta, relatório fotográfico, entrevistas, análise de documentos e pesquisas bibliográficas do tema definido. O período da coleta de dados ocorreu entre outubro de 2014 a outubro de 2015. O local da Pesquisa de Campo, ou seja, o lugar onde ocorre a geração de resíduos de sucata metálica é a área fabril de estampagem de peças. Sendo assim, a delimitação da pesquisa está restrita às atividades das áreas de Produção, Logística, Qualidade e Gestão Ambiental no que tange ao local definido. Foram adotadas as seguintes técnicas para coletar os dados necessários:

- 1) Observação direta dos processos:
 - Produção: processos produtivos e operações realizadas na área de estampagem de peças;
 - Logística e Qualidade: procedimentos de segregação, coleta, armazenagem e transportes de sucatas geradas;

- Gestão Ambiental: procedimentos de controle e acompanhamento da geração desses resíduos.
- 2) Análise de documentos técnicos do processo produtivo de estampagem de peças e planilhas de controle, tais como:
- Programação de produção anual;
 - Volume mensal de matéria-prima recebida e processada;
 - Volume mensal de geração de sucatas metálicas (aparas de aço).
- 3) Entrevista informal com os profissionais das áreas:
- Produção: responsável pela estampagem de peças, manutenção de máquinas, equipamentos e ferramentas (estampos);
 - Logística: responsável pelo controle e disponibilização de matéria-prima (recebimento, armazenagem e abastecimento de linha de produção), controle de geração e segregação de todos os resíduos de sucatas metálicas;
 - Qualidade: responsável pelo controle de qualidade de peças estampadas e somente dos retalhos classificados gerados no processo;
 - Gestão Ambiental: responsável pelo Monitoramento e Controle de Resíduos Sólidos, assim como o cumprimento da legislação ambiental no que tange ao Gerenciamento de Resíduos Sólidos com a elaboração e a responsabilidade técnica do PGRSE (Programa de Geração de Resíduos Sólidos Especiais).

A Figura 7, segundo dados coletados na área de Gestão Ambiental, representa o modelo de Monitoramento de Resíduos Sólidos exigido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) na concessão da Licença Ambiental para operação industrial no município no qual a indústria está instalada.

Figura 7 – Formulário Monitoramento dos Resíduos Sólidos

ANEXO II PROGRAMA DE AUTOMONITORAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS						
NOME DA EMPRESA:						
PROCESSO Nº:						
Deverão ser enviados à SMMA, planilhas de controle da geração e disposição dos resíduos sólidos gerados, contendo, no mínimo, os dados do modelo abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações:						
Resíduo			Taxa de Geração no período (Kg, m ³ , etc.)	Transportador (nome, endereço, telefone)	Empresa receptora (nome, endereço, telefone)	Forma de disposição final (*)
Denominação e caracterização (NBR10004)	Origem	Condições de Estocagem				
(*) 1 – Reutilização 2 – Reciclagem 3 – Aterro sanitário 4 – Aterro industrial 5 – Incineração 6 – Co-Processamento 7 – Aplicação no solo 8 – Estocagem temporária (informar quantidade estocada) 9 – Outras (especificar)						
<ul style="list-style-type: none"> ➢ No caso de destinação dos resíduos, anexar a Licença Ambiental da empresa receptora; ➢ As notas fiscais ou qualquer outro documento comprobatório de vendas e/ou movimentação de resíduos, referentes a sua destinação final, deverão ser anexados à planilha; ➢ As doações de resíduos deverão ser devidamente identificadas; ➢ A armazenagem de resíduos perigosos deverá ser feita de acordo com a NBR 12.235 – Armazenamento de Resíduos Perigosos. 						

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Autor da Pesquisa (2015)

Por fim, foi realizado uma visita técnica em outra indústria do mesmo segmento e que também realiza a atividade de estampagem, afim de se comparar os processos produtivos de ambas. O objetivo principal foi compreender, por meio de observação direta, quais são as particularidades e porque ocorrem perdas no processo de estampagem de peças e sua relação na geração de sucatas metálicas.

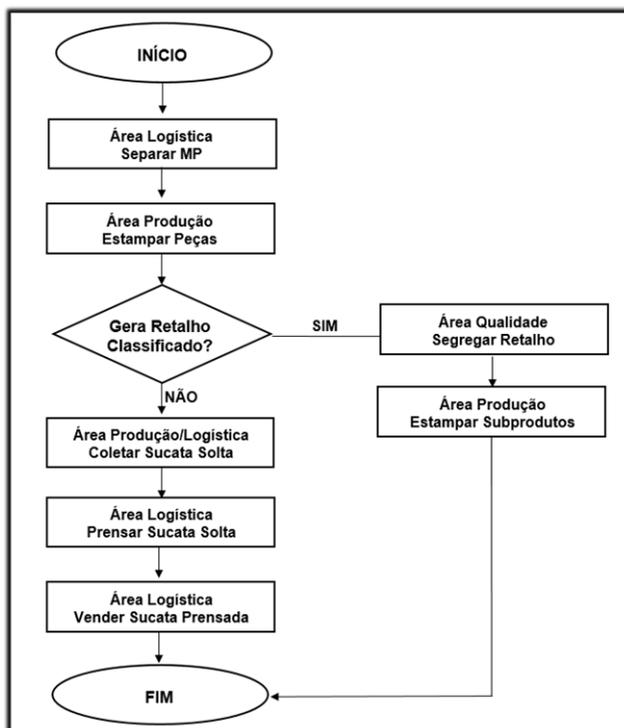
3.3 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE

Após a coleta dos dados nas áreas de Produção, Logística e Qualidade foi possível compreender as particularidades do processo de estampagem da indústria estudada. Na coleta de dados foi possível identificar que existem dois tipos de sucatas metálicas geradas no processo:

- 1) O retalho classificado proveniente da estampagem de algumas peças que é segregado, avaliado e armazenado;
- 2) A sucata solta que é coletada durante a estampagem de todas as peças que passa por um processo de beneficiamento chamado prensagem.

O Fluxograma de Atividades, apresentado na Figura 8, foi desenvolvido a partir da observação direta, análise e interpretação de dados coletados na área de estampagem e demonstra como são gerados esses dois tipos de sucatas metálicas de aparas de aço e papel das áreas estudadas nesse processo produtivo.

Figura 8 – Fluxograma de Atividades – Estampagem de Peças



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE INDUSTRIAL

As atividades produtivas da empresa estudada são: estampagem de peças (PRENSAS) e soldagem de subconjuntos, construção de carrocerias (FUNILARIA), porém o presente Estudo de Campo limitou-se às atividades da produção de estampagem de peças.

Para compreensão dessa atividade industrial com suas particularidades e geração de resíduos é necessário entender que certas montadoras de veículos (clientes) têm como premissa um programa de produção conhecido Programa Operativo (PO), no qual elas informam anualmente à sua cadeia de fornecedores quais serão suas estimativas de produção.

Normalmente, essas estimativas são baseadas em suas projeções de vendas e que, por vezes, podem sofrer alterações conforme mercado consumidor. Visando atender a essas demandas e suas constantes mudanças, os fornecedores de matérias primas, materiais e serviços programam e reprogramam, se necessário, as suas produções conforme demanda anual.

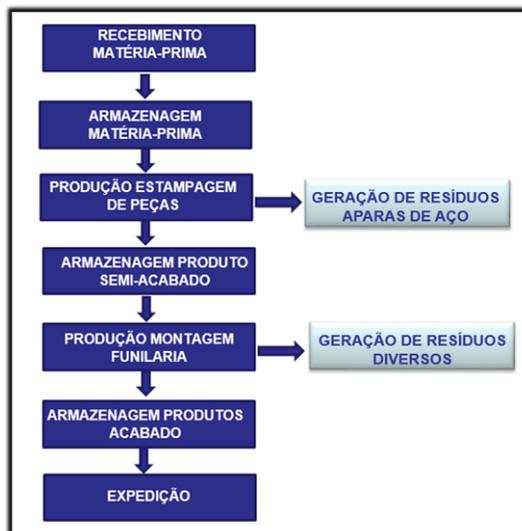
No entanto, com essas alterações nos volumes de produção fornecedores, por vezes, são obrigados a fazer os devidos ajustes técnicos e produtivos mensalmente, buscando a redução de perdas nos custos produtivos, garantindo assim o atendimento aos requisitos de qualidade e prazos impostos por seus clientes.

Na coleta de dados, foi possível observar que a área de Logística é responsável pela gestão de todo fluxo interno e externo de materiais na indústria desde a programação, aquisição de materiais e componentes até a entrega do produto final ao cliente.

É importante ressaltar que, na indústria estudada o cliente envia sua matéria-prima principal – chapa de aço – para ser beneficiada nos processos de estampagem e soldagem. Sendo assim, a Logística é pelo recebimento, acondicionamento, armazenagem, controles e movimentação desses e outros materiais, inclusive pela gestão interna dos resíduos gerados nos processos produtivos.

A Figura 9, mostra o fluxo das atividades logísticas desde o recebimento da matéria-prima até a expedição de produtos acabados pontuando as atividades que são geradoras de Resíduos Sólidos Industriais (RSI).

Figura 9 – Fluxo de Atividades – Industrial (Logística)



Fonte: Autor da Pesquisa (2016)

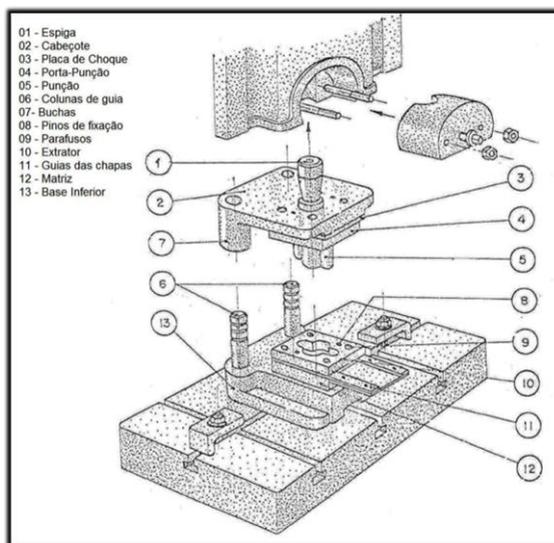
4.2 PROCESSO DE ESTAMPAGEM

Segundo Bennazi (2008), a estampagem é o conjunto de operações com as quais, sem produzir cavaco, submete-se uma chapa plana a uma ou mais transformações com finalidade de se obter peças com geometria próprias, ou seja, a estampagem é uma deformação plástica do metal. A estampagem, dá-se por processos de conformação mecânica, realizado geralmente a frio, que compreende um conjunto de operações, por intermédio das quais uma chapa plana é submetida a transformações por corte ou deformação, de modo a adquirir uma nova forma geométrica conhecida por peça estampada.

Ainda segundo o autor, os estampos são ferramentas compostas de elementos comuns a todo e quaisquer tipos de ferramentas de estampagem tais como: base, inferior, cabeçote ou base superior, espiga, colunas de guia, placa de cabeçote, placa guia, parafusos e pinos de fixação e por elementos específicos e responsáveis pela deformação, ou seja, formato da peça a ser produzida tais como matriz e punções.

A Figura 10, apresenta o esquema de montagem de um estampo.

Figura 10 – Esquema de Montagem – Estampo



Fonte: Bennazi (2008)

4.2.1 Operações da Estampagem

No processo de estampagem, as chapas passam pelas linhas de estampagem de peças – prensas – e são transformadas, ao longo das operações do processo, em peças estampadas que são armazenadas para posterior soldagem de conjuntos e construção de carrocerias.

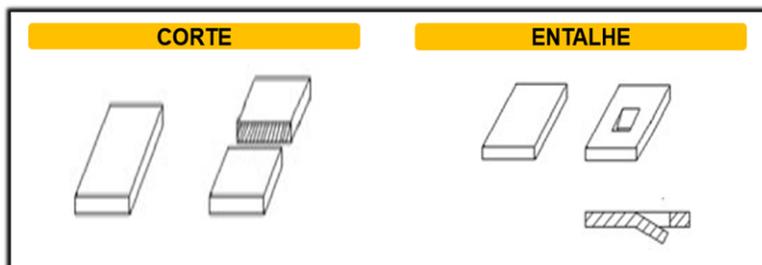
Essas peças estampadas podem ser enviadas diretamente ao cliente para atendimento de programação de peças e acessórios, ou seja, são comercializadas normalmente como produtos semi-acabados.

As operações da estampagem são basicamente Corte e Deformação. Dentre as operações de Corte estão:

- Corte: quando há separação total do material;
- Entalhe: quando há corte sem separação total;

A Figura 11, representa as operações de Corte e Entalhe.

Figura 11 – Operações: Corte e Entalhe

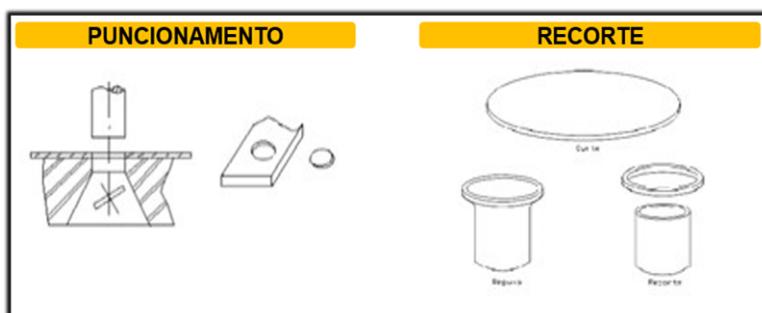


Fonte: Bennazi (2008)

- Puncionamento: quando ocorre a obtenção de figuras geométricas por meio de punção e matriz;
- Recorte: quando ocorre a operação de corte pela segunda vez.

A Figura 12, representa as operações de Puncionamento e Recorte.

Figura 12 – Operações: Puncionamento e Recorte

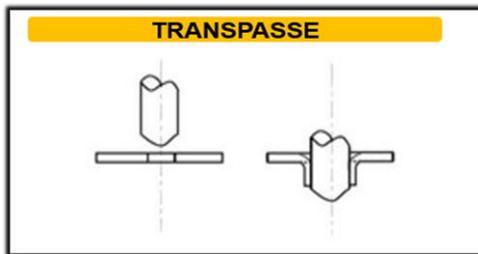


Fonte: Bennazi (2008)

- Transpasse: quando a operação de corte está associada à deformação (enrijecimento em chapas muito finas).

A Figura 13, representa a operação de transpasse.

Figura 13 – Operação: Transpasse



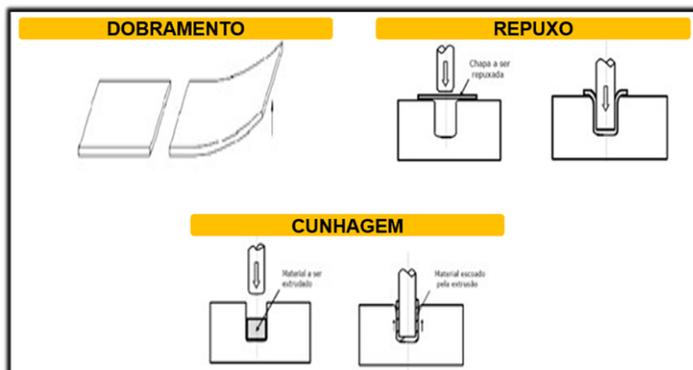
Fonte: Bennazi (2008)

Dentre as operações de Deformação estão:

- Dobramento: quando há uma mudança na direção da orientação do material;
- Repuxo – quando há a obtenção de peças ocas a partir de chapas ou placas planas devido à penetração do material na matriz forçada pela punção;
- Cunhagem – quando há obtenção de figuras em alto ou baixo relevo por meio de amassamento do material (Exemplos: vasos de pressão, cápsula de bala de revólver, tubo de aerossol, extintores etc);
- Extrusão – quando há deformação do material devido a esforços de compressão;

A Figura 14, representa as operações de Dobramento, Repuxo e Cunhagem.

Figura 14 – Operações: Dobramento, Repuxo e Cunhagem



Fonte: Bennazi (2008)

4.2.2 Caracterização das Linhas de Estampagem - Pressas

Nas linhas de prensas, são realizadas atividades sequencias das operações de Corte e Deformação (corte, repuxo, dobra, furo e cunhagem), por máquinas devidamente programadas. A Figura 15 apresenta as máquinas que compõem uma linha de estampagem.

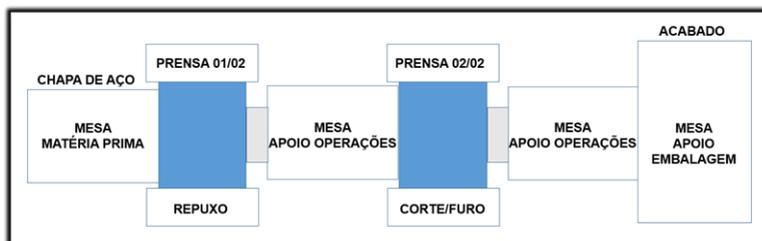
Figura 15 - Linha de Estampagem - Pressas



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

A Figura 16, representa o esquema de uma linha de estampagem típica.

Figura 16 – Esquema Linha de Estampagem

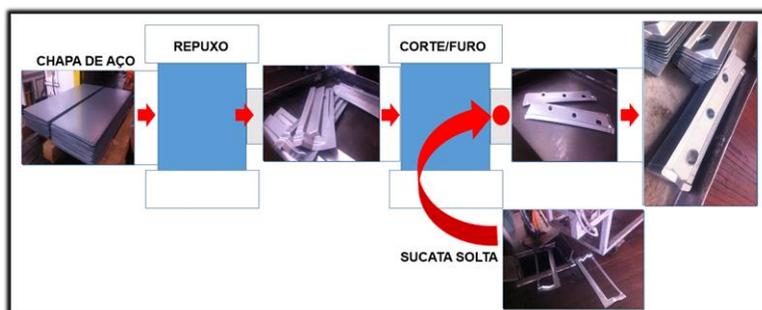


Fonte: Autor da Pesquisa (2016)

4.3 A ESTAMPAGEM DE PEÇAS

A estampagem de peças ocorre em operações sequenciais no qual a chapa de aço entra em processo passando pelas operações de Corte e Deformação resultando a peça estampada (produto final - acabado) e, conseqüentemente, ocorre a geração de sucatas metálicas a partir da chapa de aço. A Figura 17 mostra o fluxo esquemático da estampagem de peças com a geração de sucata solta.

Figura 17 – Fluxo Processo de Estampagem e Geração de Sucata Solta



Fonte: Autor da Pesquisa (2016)

A Figura 18 apresenta as chapas de aço entrando em processo (matéria-prima para estampagem) e a primeira operação de Deformação - Repuxo.

Figura 18 - Estampagem de peças: Deformação



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

A Figura 19 apresenta as operações de Corte – Corte e Puncionamento - e o Produto Acabado gerado, no processo de estampagem que gera a sucata solta.

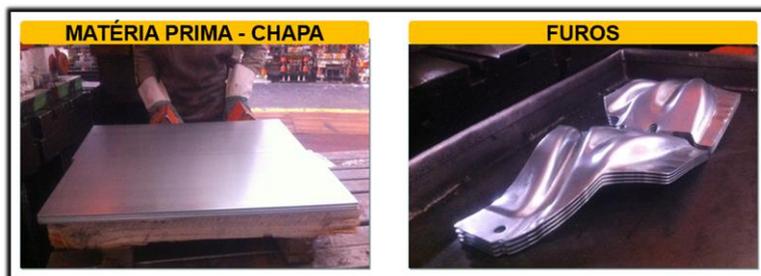
Figura 19 - Estampagem de peças: Corte I



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

A Figura 20 mostra o fluxo esquemático da estampagem com a geração de retalho classificado.

Figura 22 – Estampagem de Peças: Corte II



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

A Figura 23 apresenta o Retalho Classificado e do Produto Acabado gerados.

Figura 23 – Retalho Classificado e Produto Acabado



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

4.3.1 A Geração de Sucatas Metálicas

Durante a estampagem, que ocorrem nas linhas de prensas, entre operações de Deformação e Corte são geradas as sucatas metálicas. Conforme coleta de dados, observação direta, foi detectada a geração de dois tipos de sucatas com destinações distintas. A sucata solta é gerada em todos os processos de estampagem em maior ou menor volume, dependendo da programação e do tipo de peças a serem estampadas por linha.

Essas sucatas caem em aberturas na parte inferior das máquinas localizadas no piso e são coletadas, ininterruptamente, por meio de esteiras instaladas sob as linhas de estampagem que percorrem ao longo do subsolo para posterior tratamento. A Figura 24, mostra a metálica gerada (a seta vermelha indicativa mostra o local, no piso, da abertura onde as sucatas caem) e a sua coleta por meio da esteira rolante de transporte.

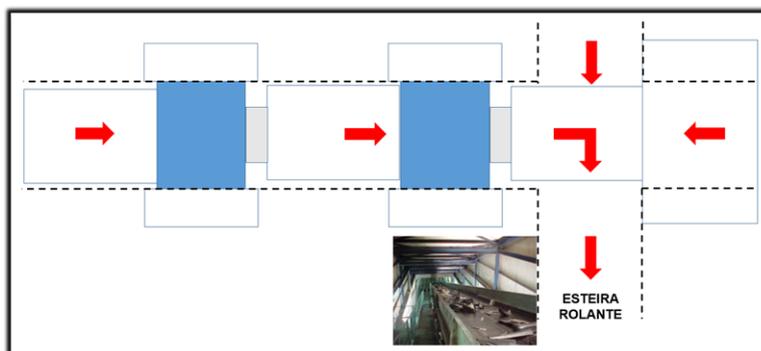
Figura 24 – Coleta de Sucatas Metálicas



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

A Figura 25 apresenta o fluxo esquemático de coleta das sucatas soltas na esteira rolante.

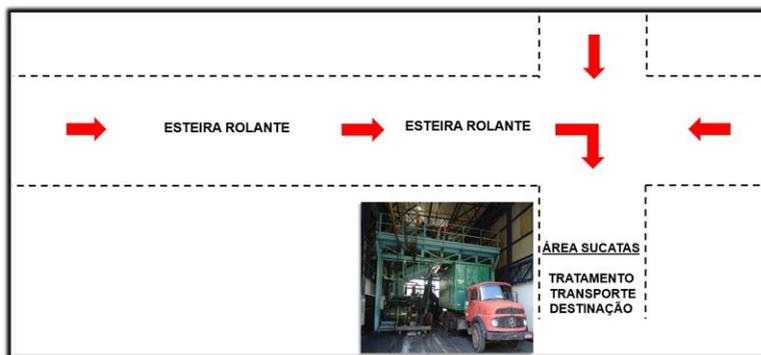
Figura 25 – Esquema Fluxo de Coleta e Esteira Rolante



Fonte: Autor da Pesquisa (2016)

A Figura 26 apresenta o fluxo esquemático de coleta das sucatas soltas e o local para tratamento, transporte e destinação.

Figura 26 – Esquema Fluxo de Coleta e Área de Sucatas Metálicas



Fonte: Autor da Pesquisa (2016)

O Retalho Classificado, denominação interna, é gerado na estampagem de algumas peças. Ele é segregado e armazenado logo após a operação de Corte, para análise da área de Qualidade.

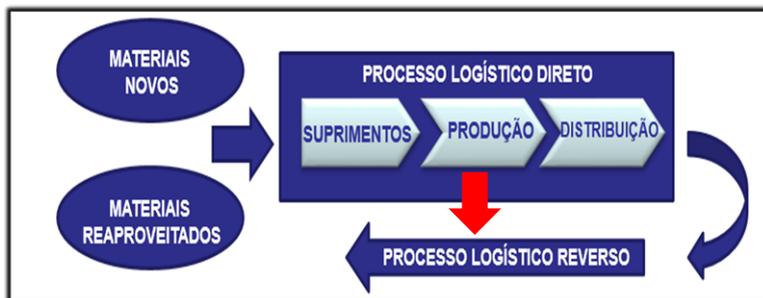
4.3.2 A Logística Reversa na estampagem de peças

No processo produtivo de estampagem estudado ocorrem diversas atividades logísticas e ocorre também a interferência do canal logístico reverso, com a finalidade de destinar corretamente as sucatas metálicas. A intervenção do Processo Logístico Reverso, ocorre por meio de dois tipos de atividades:

- 1) Coleta e Armazenagem de sucata metálica – Sucata Solta - para prensagem e comercialização com indústrias siderúrgicas para produção de aço;
- 2) Segregação e Armazenagem de sucata metálica – Retalho Classificado - para o reaproveitamento em processo de estampagem interna de novas peças (Subprodutos) ou para comercialização para outras aplicações.

A Figura 27, adaptada ao Esquema do Processo Logístico Direto e Reverso (adaptado de Lacerda, 2004), representa a interferência no Processo Logístico Reverso observado e identificado na coleta de dados desse estudo.

Figura 27 – Logística Reversa – Intervenção Identificada



Fonte: Adaptação Autor da Pesquisa (2016)

4.3.3 Tratamento

As sucatas são armazenadas são segregadas e armazenadas conforme finalidade ou demanda dividindo-se entre: estampagem interna e externa na forma de retalho classificado ou comercialização para refusão/reciclagem em indústria siderúrgica (na forma de sucata solta e/ou prensada).

Segundo Valle e Souza (2014), o beneficiamento é uma transformação física (conhecida por pré-tratamento e tratamento) às quais os resíduos são submetidos, com o objetivo de agregar algum valor em sua comercialização ou destinação.

O pré-tratamento realizado nesse estudo é a redução de volume por meio da compactação (prensagem) utilizada por oferecer vantagens para o armazenamento e transporte desses resíduos de sucata metálica solta para sucata metálica prensada.

Na observação direta, fase de coleta de dados, identificou-se que com o processo de prensagem a capacidade de transporte por caminhão é plenamente aproveitada. Ou seja, um caminhão com capacidade para 12 toneladas que transportava apenas 5 toneladas por causa do volume da sucata solta, passa a ser utilizado para transportar em torno de 10 toneladas.

Ocorrendo assim, um aumento de 41,67% para 83,33% na capacidade total de transporte. Promovendo a otimização de volumes transportados e redução com os custos de transporte/mês.

Para realizar o beneficiamento das sucatas metálicas soltas, transformando-as em sucatas metálicas prensadas, foi necessário a aquisição de uma máquina compactadora, para otimizar os processos produtivos, transporte e comercialização das sucatas metálicas com indústrias siderúrgicas.

A partir de dados coletados, na área da Logística, foi possível levantar que para a operação dessa máquina foi necessário criar um posto de trabalho, com a contratação de 1 (um) colaborador por turno de trabalho, ou seja, 3 (três) no total pelo fato da área de estampagem de peças produzir ininterruptamente.

A Figura 28 apresenta a máquina compactadora de sucatas e as sucatas de aço já prensadas para facilitar o transporte reduzindo-se assim os custos com armazenagem, transporte e destinação final.

Figura 28 – Prensagem de Sucatas



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

A Figura 29 apresenta o processo de retirada de sucatas prensadas para armazenagem e como é feito o transporte para usinas siderúrgicas.

Figura 29 – Transporte e Destinação de Sucatas



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

O tratamento utilizado é reciclagem industrial das sucatas prensadas. Conforme Valle e Souza (2014), o resíduo torna-se uma matéria-prima para um novo processo, em substituição às matérias-primas virgens traduzindo-se em vantagens econômicas e sustentabilidade.

4.3.4 Destinação final

Segundo Leite (2003), a destinação final é a última ponta da cadeia reversa de um resíduo. Quando essa cadeia é um ciclo fechado, a destinação final do resíduo é algum processo dentro do próprio sistema produtivo e o resíduo se incorpora assim à logística direta de seu gerador.

Quando a cadeia é aberta, o destino do resíduo gerado por um agente econômico é um processo pertencente a outro agente da cadeia. No entanto, em uma perspectiva mais ampla que leve em conta todos os sistemas produtivos atuantes na cadeia reversa de um resíduo.

Essa cadeia somente pode ser considerada aberta quando o destino final é relativo aos rejeitos, sem retorno ao ciclo. Sendo assim, no caso das sucatas metálicas geradas nesse processo produtivo trata-se de uma cadeia fechada. A PNRS/2010, orienta que apenas os rejeitos devem seguir para disposição final, após receber os devidos tratamentos.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

No parque industrial estudado, estima-se que as perdas na geração de sucatas metálicas não-ferrosas (resíduos de aparas aço), sejam de aproximadamente 53% da quantidade total de aço processado na estampagem de peças.

Tal fato poderia ser explicado por se tratar de um parque industrial mais antigo e que possui linhas produtivas com processos totalmente manuais, o que pode ocasionar essa elevada geração de resíduos metálicos. Trata-se de um parque industrial instalado há 15 anos. No entanto, possui máquinas e ferramentas que, em sua maioria, datam da década de 70, o que evidencia e, talvez, justifique as perdas inerentes ao processo de estampagem.

No entanto, cabe ressaltar que conceitos tais como produção mais limpa, ciclo de vida do produto, eco eficiência e sustentabilidade são relativamente recentes no contexto produtivo industrial.

A partir dos dados coletados, na área de Produção, foi possível apurar que, para uma produção estimada em 24.000 veículos/ano, a quantidade de aço necessária corresponde à aproximadamente 72.000 toneladas de aço processado (peças estampadas). Gerando, aproximadamente, 38.000 toneladas de sucatas metálicas não-ferrosas – aparas de aço. Desse volume de 38.000 toneladas de sucata de aço gerado, 47% é Retalho Classificado, ou seja, 17.860 toneladas. Desse Retalho Classificado 60% (10.716 toneladas) é destinado à produção interna de peças de menor tamanho e 40% (7.144 toneladas) destinado à produção externa de outros produtos em outros segmentos. O restante de sucata de aço gerado 53% é Sucata Solta e/ou Sucata Prensada, ou seja, 20.140 toneladas, sendo 70% (14.098 toneladas) comercializada em forma de Sucata Prensada e 30% (6.042 toneladas) em forma de Sucata Solta.

O Quadro 2, apresenta o Resumo da Geração de Sucatas Metálicas no processo de estampagem.

QUADRO 2 – Resumo de Geração de Sucatas Metálicas

PROCESSO	PESO (TONELADAS)	PERCENTUAL
PRODUÇÃO TOTAL	72.000	100%
SUCATA GERADA	38.000	53%
RETALHO CLASSIFICADO (I)	10.716	60%
RETALHO CLASSIFICADO (E)	7.144	40%
SUCATA PRENSADA	14.098	70%
SUCATA SOLTA	6.042	30%

Fonte: Autor da Pesquisa (2016)

O processo de prensagem de sucatas proporciona um incremento na comercialização, pois esse tipo de beneficiamento proporciona um ganho de aproximadamente 30% no preço de venda praticado no mercado, visto que os cubos de sucata de aço prensados podem ser processados (fundidos) em fornos de refusão de aço e serão incorporados à cadeia de produção de usinas siderúrgicas.

A média de preço de venda de mercado varia conforme demanda e gera um incremento no faturamento anual, além de reduzir os custos na aquisição de matérias-primas que são substituídas pelo reaproveitamento de retalho classificado gerado. No entanto, deve-se computar os custos com a energia elétrica para funcionamento das esteiras de transporte, manutenção preventiva de equipamentos e mão de obra dedicada. Os preços de venda médios estimados estão apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3 – Preços de Venda - Sucatas

TIPO DE SUCATA	PREÇO (TONELADA)
SOLTA	R\$ 450,00
PRENSADA	R\$ 585,00
RETALHO CLASSIFICADO (E)	R\$ 900,00

Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

Nota: Valores coletados em 2015.

Toda sucata gerada no processo produtivo, na comercialização, necessita ser retirada por meio de transporte rodoviário (caminhões) a um custo fixo por viagem. Com a sucata “solta”, a cada viagem o caminhão transportava cerca de 40% de sua capacidade passando para aproximadamente 80% de sua capacidade, ou seja, o custo de transportes por toneladas de sucata é reduzido em 50%. Sendo assim, com a prensagem da sucata, o transporte torna-se otimizado prevendo a

saturação da capacidade total da caçamba estacionária acoplada ao caminhão.

O reaproveitamento do Retalho Classificado como matéria-prima para estampagem de Subprodutos proporciona as seguintes vantagens:

- Redução de custos por carroceria produzida, porque as peças que eram compradas para serem aplicadas aos grupos de componentes passam a ser produzidas pela própria empresa, utilizando-se de recursos e mão-de-obra já existentes com devidas adaptações, se necessário;
- Redução da demanda por aquisição de matéria-prima porque ela será resultante e reaproveitada do próprio processo produtivo.

A Figura 30 apresenta alguns Subprodutos resultantes da estampagem interna de peças realizadas com Retalhos Classificados, ou seja, o resíduo de chapa de aço retornando ao processo de estampagem concluindo, por meio do reaproveitamento, o fluxo logístico reverso de ciclo fechado.

Figura 30 – Subprodutos: estampagem interna



Fonte: Autor da Pesquisa (2015)

Com as análises dos dados coletados, na indústria estudada, foi possível identificar que a Logística Reversa se utiliza da flexibilidade operacional da estrutura existente.

No entanto, foi necessário realizar algumas adaptações para viabilizar o funcionamento desse canal logístico reverso. Por outro lado, tais adaptações e investimentos, se traduzem em benefícios gerando a redução nos custos produtivos, podendo ser transformada em ganhos. Sendo assim, percebe-se que a Logística Reversa é uma importante ferramenta de ganhos ambientais, sociais e econômicos para o Estudo de Campo dessa atividade.

Além dos ganhos financeiros pôde-se identificar os ganhos ambientais ao que tange o tratamento e destinação final dos resíduos de sucata metálica não-ferrosa gerada no processo de estampagem de peças de chapa de aço.

Esse fato deve-se à crescente utilização de sucatas de aço e ferro na indústria siderúrgica. Gerando um novo sistema produtivo das empresas especializadas em coleta, preparação e negociação de sucata oriunda do pós-consumo que se misturada aos elementos tais como Ferro-Gusa, Minério Manganês, Carvão Mineral e Vegetal, dentre outros elencados no Quadro 1, se transformam em aço.

Dessa forma, observa-se um aproveitamento de 100% dessas sucatas geradas, seja na comercialização de sucatas prensadas com indústrias siderúrgicas, reduzindo a demanda por exploração de recursos naturais, seja com a estampagem de novos produtos denominados “Subprodutos” reduzindo a demanda por aquisição de matérias-primas (chapa de aço).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se, com o presente estudo, que a Logística Reversa em seus aspectos técnico, econômico e ambiental é uma importante ferramenta auxiliar da destinação de resíduos sólidos industriais de sucatas metálicas não-ferrosas (aparas de aço) geradas no processo industrial de uma indústria automobilística.

Analisando o cenário da produção de aço no Brasil, observa-se como o uso da Logística Reversa pode contribuir com a minimização dos impactos ambientais relacionados à exploração e extrativismo do minério de ferro, pois no universo de 100% de matérias-primas consumidas na produção de aço, 20% são de Minério de Ferro bruto e aproximadamente 8% de sucatas de aço e ferro.

Além disso, utilizando-se os canais de fluxo reverso com uma intervenção no processo produtivo é possível promover o reaproveitamento de sucata metálica como matéria-prima na forma de Retalho Classificado. Gerando uma redução dos custos do produto final e na demanda aquisição de matérias primas.

Essas informações, por sua vez, foram importantes para concluir que na análise sistemática dos fluxos logísticos reversos, com uma intervenção no processo produtivo, é possível reduzir os impactos ambientais nos segmentos industriais automobilístico e siderúrgico.

6 RECOMENDAÇÕES

Para futuros estudos, recomenda-se o estudo de viabilidade técnica e econômica para construção, adaptação e implantação de novas ferramentas para estampagem de peças que levem em consideração os conceitos de sustentabilidade com a otimização do ciclo de vida dos itens produzidos nessa atividade da indústria.

7 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 1004 – Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos:** Planejamento, Organização e Logística Empresarial. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001. P.25.

BENNAZI, Ivair Jr. **Tecnologia de estampagem.** São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, 2008.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial:** o processo de integração da cadeia 20^a de suprimento. Tradução da Equipe do Centro de Estudos em Logística, Adalberto Ferreira das Neves. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. Lei de Crimes Ambientais, ou Lei da Natureza (Lei n.9.605 de 13 de fevereiro de 1998). Brasília: Senado Federal, 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 16 mai. 2016.

BRASIL. Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei n.12.305, de 2 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. Brasília: Presidência da República, Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 16 mai. 2016.

CAMPOLINO, G. Estudo da viabilidade da desfosforação e dessulfuração simultâneas do gusa. 1994. 114f. In: Dissertação – (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

CHAVES, Gisele de Lorena D.; MARTINS, Ricardo Silveira. **Diagnóstico da Logística Reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense**. In: VIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), ago. 2005, São Paulo. Anais. São Paulo: FGV, 2005, p. 1-16.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016. Disponível em: http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/RelatorioSustentabilidade_2014_web.pdf. Acesso em: 16 mai. 2016.

CIUCCIO, Marialice Thibes Ponzoni. **Estudo de tendências e oportunidades no desenvolvimento sustentável para a reciclagem de veículos e seus materiais**. In: Dissertação de Mestrado em Engenharia dos materiais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, UFScar, São Carlos, 2004.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, 2016. Disponível em: <http://feam.br/noticias/1/1270-plano-estadual-de-residuos-solidos-de-minas-gerais>. Acesso em: 23 mai. 2016

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOVINDAN, K. et al. Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. International Journal of Production Economics, v. 140, n. 1, p. 204-211, 2012.

GUARNIERI, Patrícia. **Logística Reversa**: em busca do equilíbrio ambiental. Recife: Clube dos autores, 2011.

GUARNIERI, Patrícia. **Logística Sustentável**: associação entre responsabilidade ambiental e estratégia empresarial. In: Rev. Mundo Logística, Ano VI, Edição 36, Setembro e Outubro 2013.

IBS – INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA, 2009. Disponível em: <http://acobrasil.org.br/site/portugues/index.asp>. Acesso: 30 jul. 2015.

LACERDA, L. **Logística Reversa - uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Disponível em:

<http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fr-ver.htm.pdf>. Acesso em 04 fev. 2004.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R. **Strategic physical distribution**. Homewood, IL: Irwin, 1981.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003. p.102.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/politica/nacional/residuossolidos.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf. Acesso em: 30 jul. 2015.

PEREIRA, André Luiz; et al. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cenage Learning, 2012.

RIBEIRO, Daniel Vêras; MORELLI, Márcio. **Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 19.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Pittsburg, PA: Reverse Logistics Executive Council, 1999. P.2

SOUZA, Sueli Ferreira de; FONSECA, Sergio Ulisses Lage da. **Logística Reversa: oportunidade para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico**. In: Revista Terceiro Setor, UnG v3 n.1, 2009, Santos, 2009.

TRIGUEIRO, Felipe G. R. **Logística Reversa: a gestão do ciclo de vida do produto**. Disponível em: www.administradores.com.br. Acesso em 12 mai. 2015.

VALLE, Rogério; SOUZA, Ricardo Gabbay de. **Logística Reversa: processo a processo**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2014. p 1-27.

ANEXO A
RESUMO EXPANDIDO - CONGRESSO ACODAL

Reverse Logistics for Non-Ferrous Scrap Metal in an Automotive Industry: A Study Case

R. C. de Assiz^{1*}, J. D. da Silva²,

¹ UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

² FURB – Universidade Regional de Blumenau

**Autor correspondente*: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Rua Felisberta Francisca de Carvalho, 105/304 - Bairro Glória - Contagem/MG – Brasil. CEP 32340-050. E-mail: r_assiz@hotmail.com

Abstract

Throughout history, the idea of development is confused, often with a growing field and transformation environment and in this view, natural resources were considered unlimited. However, the global industrial activity growth, which involves the handling and use of raw materials, brought waste as leftovers, waste or simply waste. Many of them are dropped irregularly without any care or treatment, incurring environmental liabilities, that compromise the quality of life of future generations. In this context, the reuse and the use of materials considered waste is increasingly necessary in today's world. On the other hand, recycling of waste without well-founded scientific basis, could result in greater environmental problems than the waste itself. Faced with this problem, forming a complex, multidisciplinary challenge, was born this study to analyze the technical, economic and environmental viability of Reverse Logistics in an automobile industry as an alternative to disposal the waste of non-ferrous scrap (steel scrap) generated in the industrial process and, consequently, it meets one of the premises of the National Waste Policy current Solid in Brazil (2010). The research technique used was the case study in which were investigated the generation of waste metal steel scrap, its reuse as retail rated and recycling in the production of new products or in steel production in steel mills. This information, in turn, were important to conclude that the systematic analysis of reverse logistics flows, with an intervention in the production process, it is

possible to reduce environmental impacts in the automotive and steel industries.

KeyWords: Destination, Reverse Logistics, Solid Waste.

LOGÍSTICA REVERSA DE SUCATAS METÁLICAS NÃO FERROSAS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: ESTUDO DE CASO

Resumo

O presente estudo tem por objetivo apresentar a Logística Reversa para a aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, especialmente para com o reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais de sucatas metálicas não-ferrosas (aparas de aço) geradas no processo produtivo de uma indústria automobilística situada no estado de Minas Gerais. Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um Estudo de Campo em uma empresa do segmento de estampagem de peças metálicas. As técnicas utilizadas na coleta de dados foram a observação direta, entrevistas e análise de documentos técnicos. Com a pesquisa, observou-se que, no processo produtivo, são gerados dois tipos de sucatas metálicas que são 100% aproveitadas por meio da reciclagem – seja na forma mais nobre sendo utilizadas para estampagem de subprodutos, seja na forma de aparas metálicas comercializadas para produção de aço em indústrias siderúrgicas. Essas informações, por sua vez, foram importantes para concluir que, numa análise sistemática dos fluxos logísticos reversos, com uma intervenção no processo produtivo da empresa objeto de estudo, é possível reduzir os impactos ambientais nos segmentos automobilístico e siderúrgico com o uso de atividades previstas na Política Ambiental da empresa através de ações de logística reversa.

Palavras chaves: Destinação, Logística Reversa, Resíduos Sólidos.

Introdução

A gestão dos resíduos gerados no processo industrial bem como do fluxo reverso de embalagens e produtos, tem ganhado cada vez mais importância, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista

ambiental. Com um levantamento de dados dos processos produtivos de uma indústria automobilística, pode-se desenvolver estratégias eficazes e concretas para a obtenção de um melhor resultado no controle e avaliação dos custos e benefícios oriundos da gestão do fluxo reverso da cadeia de fornecedores. Dentro desta avaliação, pode-se ressaltar como benefícios para a redução de custos, a seleção dos resíduos gerados para reaproveitamento de uma parte deste, com sua reintegração ao processo de produção e a transformação do restante da sucata comum em sucata especial por meio do processo de prensagem que agrega valor a este sub produto. Estima-se, nesse estudo, que as perdas na forma de geração de sucatas metálicas, sejam de aproximadamente 53% da quantidade total de aço processado na estampagem de peças, uma vez que o parque industrial estudado possui linhas produtivas mais antigas com processos manuais o que compromete a redução da geração de resíduos de aparas de aço desde à concepção do produto até a produção em si.

No entanto, o aço é um produto de grande importância na dinâmica da atividade humana e apresenta um papel determinante na economia, sobretudo por figurar como um elemento essencial para o encadeamento de diversas cadeias produtivas, por se tratar de um material com intensa aplicação nas atividades industriais, pois trata-se de uma liga de ferro com carbono e outros metais em proporções variadas, conforme o tipo e a finalidade de sua utilização. A indústria produtora de aço é a siderúrgica, que Segundo Campolino (1994), engloba os processos de obtenção de produtos à base de ferro, dentre eles as ligas de aço, pois ele é a principal fonte de material básico das indústrias, especificamente as ligadas a bens de consumo duráveis como a automobilística, construção civil, bens de capital dentre outras. A sucata metálica, por sua vez, torna-se viável por ser totalmente reciclada, sem perda de qualidade. Por outro lado, a extração incessante do minério de ferro causa perdas no teor de ferro e nas indústrias siderúrgicas que fazem uso de energia elétrica precisam de cerca de 1.130kg de sucatas para produzir 1.000kg de aço bruto.

Nesse contexto e buscando o cumprimento da legislação ambiental, em especial à aplicável na geração de resíduos (PNRS/2010), entende-se que a Logística Reversa pode ser vista como um novo paradigma no setor industrial no sentido de minimizar o impacto ambiental, não só dos resíduos na esfera da produção e do pós-consumo, mas de todos os impactos ao longo do ciclo de vida dos produtos. Para Valle e Souza (2004), o conceito de ciclo de vida do produto abordado nesse estudo

refere-se à expressão “*berço ao túmulo*”, ou seja, as fases desde a extração da matéria prima até a destinação final do produto. O descarte indiscriminado em locais impróprios pode colocar em risco a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente, essa situação exige das organizações, do governo e da sociedade uma nova análise do problema relativo a esses excessos, procurando minimizar esses impactos por meio da redução de resíduos, da reciclagem e do reuso desses bens. A legislação ambiental também caminha no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos, desde a fabricação até seu descarte.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS/2010), trouxe avanços expressivos nas práticas ambientais no Brasil ao inaugurar conceitos como o de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o de acordos setoriais, que envolvem toda a sociedade no objetivo de dar destinação ambientalmente adequada aos resíduos sólidos. O crescente aumento da consciência ecológica dos consumidores, que esperam que as empresas reduzam os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente, gerando ações por parte de algumas organizações que visam comunicar ao público uma imagem institucional “ecologicamente correta”.

Para Valle e Souza (2004), a Logística Reversa é o processo de recuperação dos resíduos de pós-venda ou de pós-consumo, pela coleta, pré-tratamento, beneficiamento e distribuição, de forma a ou retorná-los à cadeia produtiva, ou a dar-lhes destinação final adequada. Deve enfatizar a minimização dos rejeitos e dos impactos negativos e a maximização dos impactos positivos, sejam ambientais, sociais ou econômicos. Esse processo incorpora as atividades operacionais, de gestão e de apoio que, de forma integrada e envolvendo diversos atores, planejem e viabilizem a implementação das soluções mais adequadas para os resíduos. Diante desse cenário e a suas interligações, o objetivo geral desse estudo é apresentar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da Logística Reversa em uma indústria automobilística como alternativa à destinação dos resíduos de sucatas não-ferrosas (aparas de aço) geradas no processo industrial.

Metodologia

A técnica de pesquisa utilizada foi o estudo de campo, sendo mais apropriado ao trabalho qualitativo, buscando um fenômeno

contemporâneo dentro de seu contexto. Esse estudo de caso objetivou fornecer informações importantes para a identificação das oportunidades e ameaças pertinentes à análise sistemática dos fluxos logísticos reversos do processo produtivo de uma indústria automobilística no tratamento de seus resíduos sólidos metálicos não ferrosos – aparas de aço. A pesquisa de caráter qualitativo, a análise de documentos e dados existentes (dados secundários), seja para descrever os antecedentes da problemática, seja para ilustrar o problema da pesquisa foram instrumentos de coleta de dados advindos do setor produtivo da indústria automobilística estudada. Alguns indicadores foram observados nesse estudo tais como: volume de matéria prima transformada, volume de resíduos industriais gerados da transformação desta matéria-prima (chapa de aço), indicadores de refugos oriundos do processo industrial dentre outros. Após a coleta dos dados, estes foram ordenados e classificados para que as devidas conclusões fossem elaboradas, a partir da identificação de relações entre os dados encontrados, visando analisar a sistemática dos fluxos logísticos reversos, a fim de estabelecer as relações destas com os objetivos formulados nesse estudo nos quais foram investigadas a geração de resíduos de sucatas metálicas de aço, o seu reuso na forma de retalho classificado e a reciclagem na produção de novos produtos ou na produção de aço em usinas siderúrgicas.

Resultados e Discussões

As atividades produtivas da empresa estudada se dividem em estampagem de peças (PRENSAS), soldagem de subconjuntos e construção de carrocerias (FUNILARIA), no qual a empresa estando atenta ao desenvolvimento de novas tecnologias, garantindo qualidade de serviços e segurança de seus colaboradores na busca incessante da competitividade no mercado mantendo sua profunda preocupação com o meio ambiente sem deixar com isto, de perseguir os objetivos de rentabilidade do negócio. Este conceito se expande por sua cadeia logística que é a responsável pela gestão de todo o fluxo de materiais da organização, desde a programação e aquisição de produtos e componentes, até a entrega do produto final ao cliente passando pela gestão interna de acondicionamento, armazenagem, controles e movimentação desses materiais, inclusive pelos resíduos gerados nos processos produtivos buscando alternativas para o problema do resíduo não-ferroso, que utilizam a chapa de aço como matéria-prima principal.

A Figura 1, mostra o fluxo das atividades logísticas desde o recebimento da matéria-prima até a expedição de produtos acabados, pontuando as principais atividades geradoras de resíduos industriais.

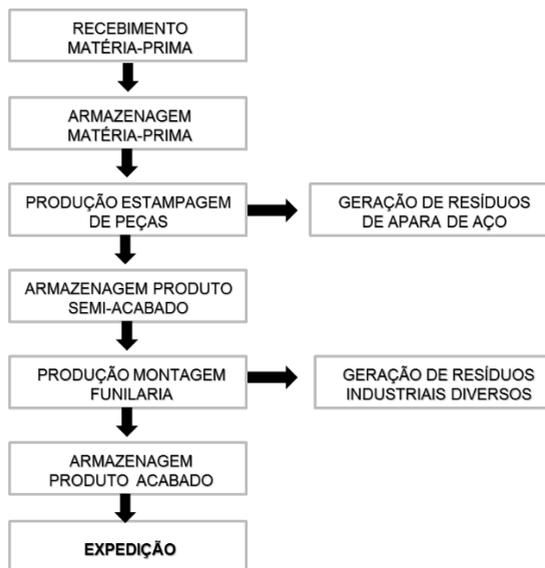


Figura 1 – Fluxo das Atividades e a Geração dos Resíduos Sólidos – Autor da Pesquisa, 2016.

Para o presente estudo, foram estimados um volume de produção de 2.000 veículos/mês, ou seja, 24.000 veículos/ano. Para essa produção anual, estima-se que o processo de estampagem consuma aproximadamente 71.033 toneladas de chapas de aço processado que são convertidos em peças estampadas. Desse total de chapas de aço processadas, 37.648 toneladas são sucatas metálicas não-ferrosas (aço) geradas no processo, ou seja, 53% da quantidade total de aço processado poderia ser considerada como perda se não fosse a adoção das práticas da Logística Reversa.

Nesse processo de estampagem, verificou-se que parte das sucatas de aparas de aço geradas, retornam ao processo produtivo de aço bruto em usinas siderúrgicas por meio da refusão e adição de demais componentes. Essas aparas são comercializadas na forma que são descartadas no processo produtivo, ou seja, soltas (sem beneficiamento) e também

prensadas em forma de cubos de chapas de aço. A outra parte das sucatas geradas, também conhecida como retalho classificado, é gerada na estampagem de peças específicas e são segregadas para utilização interna na estampagem de peças de menor tamanho ou são comercializadas para empresas de outros segmentos, porém com a atividade de estampagem agregada em seus produtos. Estima-se que 60% retornem às indústrias siderúrgicas e 40% retornem à atividade de estampagem, seja interna ou externa.

A interferência do canal reverso ocorre durante a estampagem de semi-acabados, com o recolhimento de sucatas de aparas de aço que serão descartadas no processo de corte quando as chapas de aço entrarem no processo produtivo. O recolhimento de sucatas ocorre diariamente, caindo numa esteira rolante percorrendo pelo sub-solo da linha de prensas, durante o processo produtivo, destinando a sucata a dois tipos de tratamento que estão propostos neste estudo. O primeiro é a prensagem e comercialização de sucatas e o segundo é a reutilização das sucatas em processo de estampagem interna ou externa transformando-as em subprodutos, ou seja, peças de menor tamanho. A estampagem de peças ocorre em operações sequenciais no qual a chapa de aço entra em processo passando pelas operações de corte, repuxo e furo resultando na peça estampada (produto final – semi acabado).

Durante a estampagem, nas operações de corte das linhas de prensas, as sucatas metálicas não ferrosas – aparas de aço - são geradas. Essas sucatas caem em aberturas na parte inferior das máquinas localizadas no piso e são coletadas por meio de esteiras que percorrem ao longo das linhas de estampagem. Após a coleta realizada, as sucatas são armazenadas conforme finalidade ou demanda dividindo-se entre: estampagem interna e externa (na forma de retalho classificado) ou comercialização para refusão em indústria siderúrgica (na forma de sucata solta e/ou prensada).

As sucatas destinadas à refusão em indústrias siderúrgicas ocorre prensagem que é uma alternativa proposta para se agregar valor à “sucata *in-natura*”. A alternativa proposta nesse estudo, conforme a Figura 2, adaptado de Lacerda (2004), representa uma intervenção no processo de estampagem de peças que recolhe as sucatas que vem da esteira rolante, passando por uma máquina – enfardadeira ou empacotadeira - que faz a prensagem das sucatas transformando-as em cubos de aço prensado, e por fim, promovendo a otimização de volumes transportados e redução com

os custos de transporte/mês.

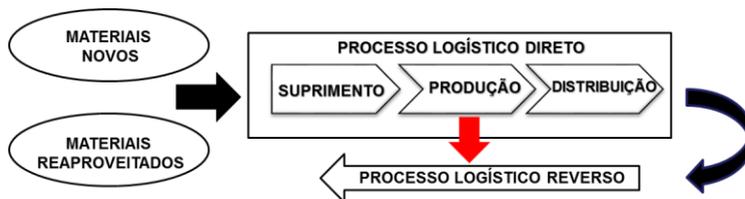


Figura 2 – Processos Logísticos Direto e Reverso (Proposta)
Fonte: Adaptado de Lacerda (2004)

Com o processo de prensagem a capacidade de remoção por caminhão é plenamente aproveitada, ou seja, um caminhão com capacidade para 12 toneladas que transportava apenas 5 toneladas por causa do volume da sucata “*in-natura*” passa a ser utilizado para transportar em torno de 10 toneladas. Ocorrendo um aumento de 41,67% para 83,33% na capacidade de transporte. As sucatas de aparas de aço geradas durante o processo de estampagem de algumas peças (semi-acabados), passam por um processo denominado de classificação, ou seja, serão separadas e armazenadas em caçambas metálicas para que, posteriormente, possam ser reaproveitadas no dentro do próprio processo de estampagem de peças menores, que eram compradas de outros fornecedores ou para comercialização entre empresas de outros segmentos com a mesma finalidade. As vantagens obtidas com o reuso são: redução de custos por carroceria produzida, porque as peças que eram compradas para serem aplicadas aos subconjuntos de componentes passam a ser produzidas pela própria empresa. Utilizando-se de recursos e mão-de-obra já existentes com devidas adaptações, se necessário; há uma significativa redução da demanda por aquisição de matéria-prima porque ela será resultante do próprio processo produtivo, ou seja, haverá o reuso da sucata de aparas de aço (geração do sub-produto);

A partir dos dados coletados foi possível apurar que, para uma produção estimada em 24.000 veículos/ano, a quantidade de aço necessária corresponde à aproximadamente 72.000 toneladas de aço processado em peças estampadas gerando aproximadamente 38.000 toneladas de sucatas não-ferrosas (aço), ou seja, praticamente 53% da quantidade total do aço processado. Desse volume de 38.000 toneladas de sucata de aço gerado 47% é retalho classificado, ou seja, 17.860 toneladas, sendo 60%(10.716

toneladas) destinado à produção interna de peças de menor tamanho e 40% (7.144 toneladas) destinado à produção externa de outros produtos em outros segmentos e o restante 53% é sucata solta e prensada, ou seja, 20.140 toneladas, sendo 70% (14.098 toneladas) comercializada em forma de sucata prensada e 30% (6.042 toneladas) em forma de sucata solta. O processo de prensagem de sucatas proporciona um ganho na comercialização, pois esse tipo de beneficiamento proporciona um aumento de aproximadamente 30% no preço de venda praticado no mercado, visto que os cubos de sucata de aço prensados podem ser processados (fundidos) em fornos de refusão de aço e serão incorporados à cadeia de produção de usinas siderúrgicas.

Conforme abordado por Valle e Souza (2014), a logística reversa utiliza-se da flexibilidade operacional de redistribuição e retorno de bens gerando a redução dos custos operacionais das atividades industriais, podendo ser transformada em ganhos financeiros e ambientais. Partindo, primeiramente, para objetivos de redução de custos, em busca de descobertas de oportunidades de reaproveitamento de materiais recicláveis que poderiam colaborar na produção de produtos novos com menores custos através da utilização de materiais reaproveitáveis, passando pela escassez de oferta de alguns tipos de matéria-prima como é o caso do Minério de Ferro. Sendo assim, a logística reversa é uma importante ferramenta de ganhos ambientais, sociais e econômicos. Além dos ganhos financeiros pode-se identificar os ganhos ambientais ao que tange o tratamento e destinação final dos resíduos de sucata metálica não ferrosa gerada no processo de estampagem de peças de chapa de aço com o aproveitamento de 100% dessas sucatas geradas, seja na comercialização de sucatas prensadas com indústrias siderúrgicas.

Conclusão

Conclui-se, com o presente estudo, que a Logística Reversa em seus aspectos técnico, econômico e ambiental é um importante instrumento alternativo de destinação adequada no tratamento de resíduos de sucatas metálicas não ferrosa - aparas de aço. Utilizando os canais de fluxo reverso com uma intervenção no processo produtivo é possível promover o reuso de matéria prima na forma de retalho classificado, ou seja, gerando uma redução dos custos do produto final e na aquisição de matérias primas. Na reciclagem de sucatas de aparas de aço é possível fornecer matéria prima de boa qualidade às indústrias siderúrgicas e,

consequentemente, redução dos impactos ambientais no segmento da indústria automobilística promovendo uma mudança na cultural nessa atividade, que além de estar agregando valor ao seu produto, está contribuindo para a conscientização da importância de um crescimento sustentável e proteção ambiental.

Com o presente estudo, foi possível concluir que por meio de uma otimização racional dos resíduos (sucatas) gerados no processo de produção de estampagem, além de reduzir os custos na aquisição de matérias-primas foi possível agregar valor à sucata metálica de aparas de aço gerada no processo de produção.

Analisando o cenário da produção de aço no Brasil observou-se ainda como o uso da Logística Reversa pode contribuir com a minimização dos impactos ambientais relacionados à exploração e extrativismo do minério de ferro, pois no universo de 100% de matérias primas consumidas na produção de aço, 20% são de Minério de Ferro bruto e aproximadamente 8% de sucatas de aço e ferro, ou seja, a Logística Reversa é um bom negócio que pode promover a sustentabilidade também nesse processo produtivo.

Referências Bibliográficas

CAMPOLINO, G. (1994). Estudo da viabilidade da desfosforação e dessulfuração simultâneas do gusa. Dissertação de Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

VALLE, Rogério; Souza, Ricardo Gabbay de. Logística Reversa: processo a processo. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2014

Tecnologia de estampagem. Engº Msc. Ivair Benazzi Jr. Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. São Paulo: 2008.