

III-209 - PRÁTICAS DE LOGÍSTICA REVERSA DE SUCATAS METÁLICAS NÃO-FERROSAS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: ESTUDO DE CAMPO

Renata Cristina de Assiz ⁽¹⁾

Administradora pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Mestre em Engenharia Ambiental pela UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Professora no curso de MBA Qualidade Integrada ao Meio Ambiente PUC/MG.

Joel Dias da Silva ⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Design e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da FURB – Universidade Regional de Blumenau. Especialista de Ensino IV da Faculdade de Tecnologia SENAI Blumenau. Diretor de Projetos no Instituto Gigantes da Ecologia.

Endereço⁽¹⁾: Rua Felisberta Francisca de Carvalho, 105/304 - Bairro Glória – Contagem – MG – CEP: 32.340-050 – Brasil - Tel: (31) 3391-8219 - e-mail: r_assiz@hotmail.com

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-CHAVE: Indústria Automobilística, Aparas Metálicas, Logística Reversa, Reciclagem.

INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos 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 sólidos 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 subproduto.

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.

Entretanto, 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 focar minimização dos rejeitos e dos impactos negativos e a maximização dos impactos positivos, sejam ambientais, sociais ou econômicos.

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. Assim, a logística reversa envolve questões como reciclagem, remanufatura, retornos, reuso e necessidades de descarte para estar disponível para requisições de serviço adequadas. 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 Logística Reversa como ferramenta alternativa à destinação de resíduos sólidos industriais de sucatas metálicas não-ferrosas (aparas de aço) geradas num processo industrial de uma indústria automobilística. Ancorando-se na investigação de onde e como se dá a geração dos resíduos metálicos não ferrosos - aparas de aço; na compreensão do fluxo e da gestão interna/externa da destinação desses resíduos sólidos e, finalmente, na identificação de possíveis oportunidades de redução dos custos de produção e os impactos ambientais da atividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados nesse estudo, buscam 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.

- **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 por ser mais apropriado ao trabalho qualitativo, buscando um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. Segundo Gil (2008), quanto aos procedimentos técnicos o Estudo de Campo busca-se 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.

- **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.

- **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:

- O retalho classificado proveniente da estampagem de algumas peças que é segregado, avaliado e armazenado para posterior utilização em produção interna ou comercializado para outros fins;
- A sucata solta que é coletada durante a estampagem de todas as peças que passa por um processo de beneficiamento chamado prensagem e em seguida, comercializado com siderúrgicas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 em chapa de aço. 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 plano de produção conhecido Programa Operativo (PO), no qual elas informam anualmente à sua cadeia de fornecedores quais serão suas previsões de programação de materiais para atender o plano de produção.

Normalmente, essas estimativas são baseadas em suas projeções de vendas e que, por vezes, podem sofrer alterações conforme mercado consumidor. No entanto, com essas alterações nos volumes de produção, os fornecedores 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.

O Fluxograma de Atividades, apresentado na Figura 1, 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.

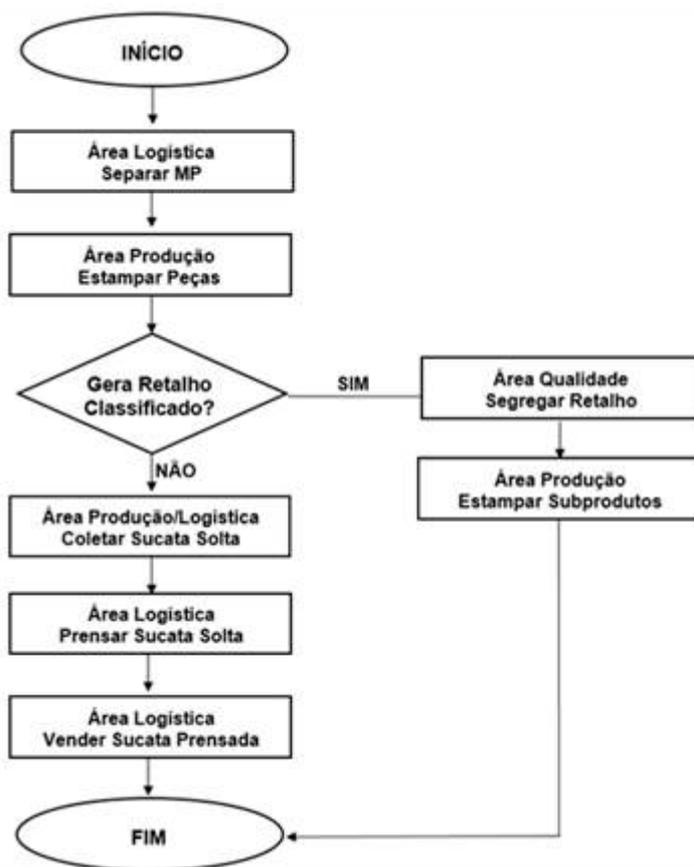


Figura 1 – Fluxograma de Atividades – Estampagem de Peças

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. As operações da estampagem são basicamente Corte e Deformação.

A Figura 2 apresenta as operações de Corte – Corte e Puncionamento - e o Produto Acabado gerado, no processo de estampagem que gera a sucata solta.



Figura 2 – Fluxo de Atividades – Industrial (Logística)

A Figura 3 apresenta as chapas de aço entrando em processo (matéria-prima para estampagem) e a primeira operação de Deformação - Repuxo.



Figura 3 - Estampagem de peças: Deformação

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 4 apresenta as máquinas que compõem uma típica linha de estampagem.



Figura 4 - Linha de Estampagem – Prensas

A Figura 5 representa o esquema de uma linha de estampagem típica.

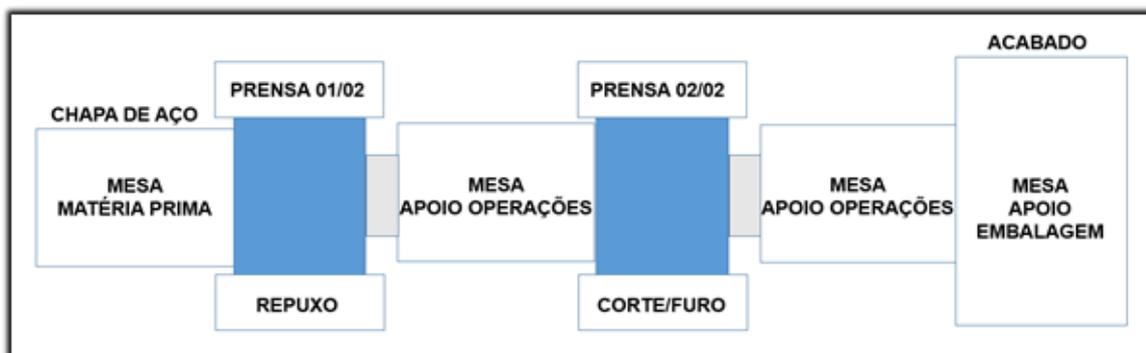


Figura 5 – Esquema Linha de Estampagem

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. Conforme dados coletados são gerados dois tipos de sucatas metálicas no processo produtivo analisado. 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 6, 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 6 - Coleta de Sucatas Metálicas

No processo produtivo de estampagem estudado ocorrem diversas atividades logísticas e 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: coleta e Armazenagem de sucata metálica – Sucata Solta - para prensagem e comercialização com indústrias siderúrgicas para produção de aço e 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 7, 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.

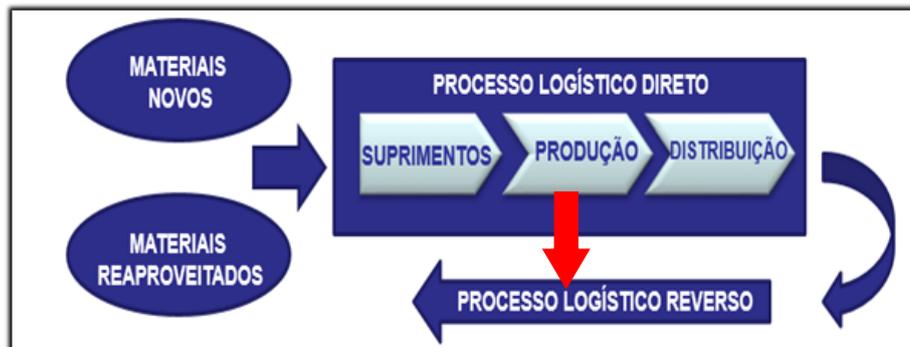


Figura 7 – Logística Reversa – Intervenção Identificada

As sucatas são armazenadas e segregadas 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). O pré-tratamento realizado nesse estudo é a redução de volume por meio da compactação (prensagem) utilizada por oferecer vantagens no armazenamento e transporte desses resíduos de sucata metálica solta para sucata metálica prensada.

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” (solta) passa a ser utilizado para transportar em torno de 10 toneladas. Ocorrendo um aumento de 41,67% para 83,33% na capacidade de transporte, reduzindo-se assim os custos com armazenagem, transporte e destinação final. A Figura 8 apresenta a máquina compactadora de sucatas e as sucatas de aço já prensadas para maximizar a utilização do transporte.



Figura 8 – Prensagem de Sucatas

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 um processo dentro do próprio sistema produtivo onde o resíduo se incorpora 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.

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. O que pode ocasionar essa elevada geração de resíduos metálicos poderia ser explicado por se tratar de um parque industrial com linhas produtivas mais antigas e processos totalmente manuais. 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 1, apresenta o Resumo da Geração de Sucatas Metálicas no processo de estampagem.

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 1.

QUADRO 1– Preços de Venda – Sucatas

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

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.

CONCLUSÕES

Com as análises dos dados coletados, 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 identificar-se 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, 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).

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 1004 – Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
2. _____. NBR ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
3. BENNAZI, Ivair Jr. Tecnologia de estampagem. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, 2008.
4. 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.
5. 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.
 6. 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.
 7. 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.
 8. 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.
 9. 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
 10. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
 11. 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.
 12. LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003. p.102.
 13. _____. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2009.
 14. PEREIRA, André Luiz; et al. Logística Reversa e Sustentabilidade. São Paulo: Cenage Learning, 2012.
 15. ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. Going backwards: reverse logistics trends and practices. Pittsburg, PA: Reverse Logistics Executive Council, 1999. P.2
 16. 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.
 17. VALLE, Rogério; SOUZA, Ricardo Gabbay de. Logística reversa: processo a processo. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2014. p 1-27.