

# A gestão de resíduos de uma oficina de manutenção de veículos pesados: Um estudo da logística reversa para as sobras de aço

## *Waste management of a heavy vehicle maintenance: A study on reverse logistics for steel leftovers*

Pedro Henrique de Oliveira Buono<sup>1</sup> - Univ. Est. Paulista - Fac. de Ciência e Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

Karina Tonelli Silveira Dias<sup>2</sup> - Univ. Estadual Paulista - Fac. de Ciência e Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

Sergio Silva Braga Junior<sup>3</sup> - Univ. Estadual Paulista - Fac. de Ciência e Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

### RESUMO

Somado ao desempenho ambiental, a gestão da cadeia de suprimentos é cada vez mais importante no contexto empresarial. Desta forma, as empresas passaram a dar maior importância à gestão dos subprodutos e a destinação adequada dos resíduos gerados. Neste sentido, o objetivo do estudo foi analisar a gestão dos resíduos de aço gerados por uma oficina de manutenção de veículos pesados. Para tanto, foi realizado um estudo de caso em uma oficina de manutenção de veículos pesados do interior do Estado de São Paulo que presta serviços para as principais usinas do setor sucroalcooleiro da região. Os dados foram coletados durante um período de 18 meses e foram tratados através do método de *Material Input Per Service unit* (MIPS), o qual permite mensurar os ganhos ambientais proveniente do aproveitamento de um determinado material dentro da cadeia de suprimentos. Como resultado da venda do aço que seria descartado e que, por meio da logística reversa, volta a ser incluído no ciclo produtivo, constatou-se que 2000 toneladas de água e 20 toneladas de ar deixam de ser poluídos e utilizados na produção deste novo material e mais de 245 toneladas de material abiótico deixaram de ser geradas.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Setor Automotivo. Desempenho Ambiental. Resíduos Sólidos. Gestão de Resíduos.

### ABSTRACT

*In addition to environmental performance, supply chain management is increasingly important in business context. Thus, companies started to give more importance to the management of by-products and the proper disposal of waste generated. In this sense, the objective of the study was to analyze the waste management in a maintenance workshop for heavy vehicles. Therefore, was conducted a case study in a maintenance workshop for heavy vehicles in the state of São Paulo that provides services for the main plants of this sector in the region. Data were collected over a period of 18 months and they were treated by the method of Input Per Service Material unit (MIPS), which allows measuring the environmental gains from the use of a certain material within the supply chain. As a result of the steel sale would be discarded and that, by the reverse logistics back to be included in the production cycle, it was found that 2000 tonnes of water and 20 tons of air are no longer polluted and used in the production of new material and more 245 tons of abiotic materials are no longer generated.*

**Keywords:** Sustainability. Automotive industry. Environmental Performance. Solid Waste. Waste Management.

1. p.buono@hotmail.com; 2. kaasdias@live.com; 3. R. Domingos da Costa Lopes, 780, Jd. Itaipu, 17602-496 - Tupã, SP. Universidade Estadual Paulista – UNESP/ FCE/Tupã. sergio.bragajunior@gmail.com

BUONO, P. H. O.; DIAS, K. T. S.; JUNIOR, S. S. B. A gestão de resíduos de uma oficina de manutenção de veículos pesados: um estudo da logística reversa para as sobras de aço. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauri, Ano 12, nº 3, jul-set/2017, p. 179-196.

DOI: 10.15675/gepros.v12i3.1702

## 1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de acidentes ambientais como a explosão de um reator nuclear em Chernobyl, na então União Soviética, em 1986; o vazamento de petróleo, em 1990, do navio petroleiro Exxon Valdez, entre outros episódios, obrigou as empresas a arcarem altos gastos em indenizações, recuperação do ambiente, controle dos danos, além da imagem negativa gerada pelos danos ambientais. Em resposta, empresas com potencial poluidor passaram a desenvolver e implantar gestão ambiental, com o objetivo de contribuir a redução de riscos de incidentes e acidentes ambientais sem reduzir sua competitividade (BARATA, 2007).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015), após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em agosto de 2010, a sociedade como um todo passou a compartilhar a responsabilidade pela gestão ambiental adequada dos resíduos sólidos. Se manejados adequadamente, estes adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos. A implantação de um plano de gestão resultará positivamente no âmbito social, ambiental e econômico, pois além de diminuir o consumo de recursos naturais, proporciona abertura de novos mercados, gera trabalho, emprego e renda, e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos.

As atividades desenvolvidas por empresas de manutenção, especificamente aquelas relacionadas ao setor automotivo, geram diferentes tipos de resíduos sólidos e efluentes. Dessa maneira, para o descarte correto desses resíduos é necessário que haja um tratamento adequado, visando reduzir ou até mesmo eliminar os possíveis danos causados ao meio ambiente e a saúde pública. Entre os serviços como: troca de óleo lubrificante, fluidos de arrefecimento e hidráulicos, troca de peças, retífica de motores, injeção eletrônica, suspensão, freios, regulagem de motor, alinhamento e balanceamento, entre outras atividades que geram grandes quantidades de resíduos sólidos, encontram-se, entre os principais, os serviços relacionados à: peças usadas, pneus, latarias, flanela, estopas sujas, papelão e embalagens de peças de óleos lubrificantes (NUNES; BARBOSA, 2012).

Parafraseando Lacourt (2012), tratando-se da destinação final de resíduos sólidos, é aconselhável o emprego de uma logística de manejo dos resíduos, pois é necessário que o mesmo seja depositado em locais que garantam a preservação do meio ambiente, ou ainda, dependendo do material, é preciso receber um tratamento específico, como reciclagem, incineração ou compostagem, por exemplo. Esse tratamento tem por objetivo a sua reutilização ou sua inutilização, de forma a não prejudicar o meio ambiente e a saúde da população.

Diante do conteúdo abordado, o presente estudo tem como problema de pesquisa a seguinte questão: Como é feita a logística reversa das sobras de peças de aço geradas pela manutenção de veículos pesados? Nesse sentido, buscou-se analisar a logística reversa das sobras de aço geradas em uma oficina de manutenção de veículos pesados, a qual presta serviços de manutenção e de comercialização de peças para as principais indústrias do setor sucroalcooleiro no interior do Estado de São Paulo/Brasil.

Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica a fim de trazer a conhecimento as singularidades do setor automotivo, dos resíduos sólidos e da logística reversa. Em seguida foi realizado um estudo de caso junto a uma oficina de manutenção de veículos pesados, a qual presta serviços para as principais usinas do setor sucroalcooleiro no interior do Estado de São Paulo/Brasil. Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa documental, na qual se extraiu os dados de volume dos resíduos tratados pela logística reversa ao longo de 18 meses, com início em outubro de 2013 e término em março de 2015. Após a coleta dos dados, os mesmos foram tratados pelo método de MIPS, desenvolvido pelo Instituto Wuppertal, e analisados com base na construção do conhecimento, dada pela revisão teórica.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção serão trazidos a conhecimento, de forma objetiva, os temas abordados durante a pesquisa, sendo eles: setor automotivo; resíduos sólidos; e logística reversa. Ademais, a conceituação apresentada nesta seção se faz imprescindível para uma maior compreensão e fundamentação da análise dos resultados.

## 2.1. Setor automotivo

Segundo Casotti e Goldenstein (2008), a indústria automobilística tem grande relevância na economia mundial e movimenta cerca de US\$ 25 trilhões por ano. Por esse motivo, atribui-se a ela 10% do PIB dos países desenvolvidos. O Brasil apresenta um ótimo mercado doméstico, efetivo e potencial, competente parque produtor, tanto de veículos quanto de sistemas de autopeças, sólida base de engenharia automotiva e rede de concessionários estruturada com abrangência nacional.

No ranking dos maiores produtores de veículos do mundo, no ano de 2008, o Brasil ocupava a sétima colocação. O país conta com 27 diferentes montadoras abastecidas por mais de 500 empresas de autopeças. São 49 plantas industriais entre fabricantes de auto veículos, máquinas agrícolas automotrizes, motores e componentes, distribuídas por oito estados e mais de 30 municípios. Trata-se de um complexo industrial com capacidade instalada para produzir 3,5 milhões de veículos por ano (CASOTTI; GOLDENSTEIN, 2008).

Em virtude da potencialidade de mercado do setor automotivo, manifestou-se a preocupação com a gestão dos resíduos e problemas ambientais. Assim, o setor tem buscado adotar práticas sustentáveis, com níveis de exigências cada vez mais rigorosos, tanto em suas operações internas quanto em sua cadeia de abastecimento, de modo que os impactos gerados por seus processos de produção e de distribuição sejam reduzidos (DROHOMERETSKI et al., 2015).

Conforme afirma o Sebrae (2015), um veículo pequeno, durante seu primeiro ano de vida, gera em média 12 litros de óleo usado, cinco quilos de resíduos como estopa, embalagens, filtro de óleo, combustível e ar e insumos utilizados nas revisões. A maioria desses resíduos gerados nas concessionárias não possui destinação final adequada. Em geral, as empresas se preocupam com a questão ambiental, porém não sabem que destino dar a estes materiais. A destinação inadequada dos resíduos resulta em diversos problemas como: esgotamento de aterros sanitários, obstrução de elementos do sistema de drenagem urbana e contaminação de águas subterrâneas, entre outros.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece, através da resolução 275, que todos os resíduos provenientes das atividades de oficina mecânica, escritório, e refeitório deverão seguir um código de cores para os diferentes tipos de resíduos. Esta identificação dos coletores e transportadores por

meio das cores é uma forma de facilitar a visualização da segregação dos resíduos na fonte, podendo, assim, reduzir ao máximo a disposição inadequada dos materiais que podem ser reciclados em aterros sanitários.

Para a destinação final de alguns resíduos que exigem maiores cuidados de manuseio devido à sua composição como, por exemplo, o óleo lubrificante de oficinas mecânicas, o CONAMA, em sua resolução 362/2005, declara que o transporte externo deve ser realizado por empresas licenciadas para este fim. Ademais, exige-se que as empresas que executam este tipo de transporte devem estar cadastradas no Órgão Regulador da Indústria de Petróleo, e licenciadas pelo órgão ambiental competente.

Conforme articulam Drohomeretski et al., a aplicação de práticas sustentáveis no setor automobilístico cristaliza-se em diversos benefícios estratégicos, tais como: melhoria na relação com o cliente, competitividade, confiabilidade e conformidade com as normas legais. Contudo, algumas barreiras impedem, de certo modo, a implementação de sistemas de gestão ambiental no setor. O baixo nível de escolaridade dos colaboradores e os custos necessários para a implementação são as principais delas.

## 2.2. Resíduos sólidos

Segundo as normas da ISO 14000 (2004), a gestão ambiental pode ser entendida como um conjunto de medidas e procedimentos bem definidos. Este, se aplicado corretamente, permite reduzir e controlar os impactos sobre o meio ambiente.

A Norma brasileira NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação, revisada em 2004, define os resíduos sólidos como:

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

A NBR 10004 divide os resíduos em duas classes: resíduos Classe I - Perigosos e resíduos Classe II - Não perigosos. Os resíduos Classe I - Perigosos, possuem propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas que podem causar riscos à saúde pública e/ou ao meio ambiente. Os resíduos Classe II - Não Perigosos, são subdivididos em não inertes e inertes. Os não inertes apresentam propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os inertes são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

De acordo com a nova Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, as disposições preliminares aplicáveis aos resíduos sólidos, descrita no Capítulo I do título III, definem no Art.9 a ordem de prioridade do gerenciamento de resíduos sólidos que são: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

O estabelecimento de um plano de gerenciamento (PGR), é essencial, visto que este se faz uma ferramenta útil no sentido de auxiliar a empresa a alcançar um melhoramento na parte ambiental, o que facilita seu enquadramento nos requisitos legais. O PGR deve assegurar que todos os resíduos serão gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a destinação final. O manuseio e o acondicionamento corretos dos resíduos possibilitarão a maximização das oportunidades com a reutilização e a reciclagem (LOPES; KEMERICH, 2007). Não obstante, desenvolver e implantar um plano de gerenciamento de resíduos é fundamental para qualquer empresa que deseja maximizar as oportunidades e reduzir custos e riscos associados à gestão de resíduos sólidos (MAROUN, 2006).

Conforme explica Saviczki (2012), para ocorrer um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é necessário a correta segregação, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte externo, tratamento ou destino final dos resíduos gerados por cada empreendimento.

Levando em consideração as questões ambientais que estão envolvidas dentro do setor automotivo, especificamente tratando-se do setor de manutenção de veículos pesados, o qual gera diferentes tipos de resíduos sólidos e efluentes, a logística reversa pode ser um caminho para minimizar a geração dos resíduos através da recolocação de parte dos mesmos na cadeia produtiva, seja por reciclagem ou por reutilização.

## 2.3. Logística reversa

As empresas são as principais usuárias de recursos naturais e também as principais responsáveis pelo desenvolvimento econômico mundial (BRAGA JUNIOR; RIZZO, 2010). Com as mudanças ocorridas ao longo do tempo, principalmente a partir da revolução industrial, as organizações começaram a produzir itens de consumo em larga escala, aumentando consideravelmente a quantidade e a diversidade de resíduos gerados nas áreas urbanas (MOTTA, 2011). Assim, houve a necessidade de se criar uma alternativa para que esses resíduos fossem transformados, e com o incentivo legal da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de agosto de 2010, começaram a surgir as práticas de logística reversa no comércio.

Empresas nacionais e internacionais passam a adotar técnicas de logística reversa e a avaliar métodos de organização de inventário, de modo que a demanda seja suprida através de materiais manufaturados que atendam às necessidades dos consumidores com eficácia e que contribuam para o meio ambiente (REYES; MEADE, 2006).

Segundo Braga Junior, Merlo e Nagano (2009), a logística reversa pode surgir como uma nova possibilidade de ganho, uma vez que esta auxilia no desempenho da organização, gerando possibilidade de aproveitamento do que seria descartado, o que contribui para a redução dos impactos ambientais e sociais dos resíduos gerados.

Ao decorrer dos anos, o conceito de logística reversa teve algumas modificações. Contudo, uma das principais definições é dada por Rogers e Tibben-Lembke (1999), na qual trata que a logística reversa engloba todos os procedimentos logísticos de uma empresa, porém no sentido contrário, partindo do final da cadeia (consumidor final) para o início (fabricante).

A logística reversa vem sendo reconhecida como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes ao retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE; BRITO, 2010).

Pode-se empregar a logística reversa em diversas situações, sendo as mais comuns sobre os produtos de pós-venda e de pós-consumo. Segundo Sousa et al. (2014), a situação de pós-venda compreende a área responsável pelo planejamento, controle e destinação dos bens com pouco ou nenhum uso, que retornam à cadeia de distribuição por motivos diversos, diferente da situação de pós-consumo, pois esta corresponde à área da logística reversa responsável por tratar dos bens que se encontram no final de sua vida útil, dos bens usados e que possuem expectativas de reutilização e, dos resíduos sólidos vindos da indústria. Barbieri (2011) trata da logística reversa de pós-consumo como logística reversa sustentável, sendo este um instrumento de gestão ambiental.

Por exigir complexidade em seu planejamento, a logística reversa deve ser tratada como uma atividade independente, voltando às atenções para a sua gestão individual (DIAS; BRAGA JUNIOR, 2015). Assim, esta prática deve ser tratada como outro negócio, com metas, objetivos, recursos de TI, individuais, além de pessoal específico e responsável pela execução e desenvolvimento. Mesmo assim, muitas empresas ainda não implantam devido a dificuldades ou até mesmo por desinteresse.

Para que a implementação dessa prática seja eficiente e gere os retornos esperados, Barbieri (2011) afirma que em primeiro lugar, é preciso desenvolver fortes estratégias de logística reversa, em segundo lugar, delinear claramente os objetivos financeiros, corporativos, de marketing e outros.

Os principais fatores que levam as organizações a atuarem na logística reversa são: 1) legislações ambientais; 2) benefícios econômicos obtidos e; 3) a crescente conscientização ambiental dos consumidores. Além destas, Rogers e Tibben-Lembke (1999) ainda apontam outros motivos, os quais são: 1) razões competitivas; 2) limpeza do canal de distribuição; 3) proteção de margem de lucro e; 4) recaptura de valor e recuperação de ativos.

Em âmbito internacional a logística reversa é tratada como um fator que se tornou popular ao longo dos anos devido à sensibilidade ambiental, que está em constante crescimento e, também, aos fatores econômicos ligados a ela. Ademais, as questões legais ligadas a logística reversa mostram-se fortes, principalmente, em alguns países da Europa, como Alemanha e Holanda. As leis presentes nesses países exige que o fabricante desenvolva uma política de reutilização do produto no final do seu ciclo de vida. Nos EUA, a logística reversa tem sua força maior ligada às questões econômicas. O potencial valor que pode ser recuperado a partir da reutilização e reciclagem dos produtos é significativo (DIAS; BRAGA JUNIOR, 2015).



Nacional e internacionalmente, a logística reversa está presente nos conceitos e práticas empresariais, embora ainda seja uma prática a pouco tempo exigida legalmente, que está sempre se atualizando conforme as condições impostas pelo macro e micro ambiente em que estão inseridas.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar o objetivo de analisar a logística reversa das sobras de aço geradas em uma oficina de manutenção de veículos pesados, foi realizada uma pesquisa exploratória e um estudo de caso junto a uma oficina de manutenção de veículos pesados, a qual presta serviços para as principais usinas do setor sucroalcooleiro no interior do Estado de São Paulo/Brasil.

A pesquisa exploratória tem por objetivo proporcionar maiores informações a respeito do assunto que será investigado, enfatizando descoberta de ideias e discernimentos (MARCONI; LAKATOS, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013).

O estudo de caso compreende em uma técnica de pesquisa que tem por objetivo estudar afundo um ou poucos objetos de modo que permita seu amplo e detalhado conhecimento (YIN, 2001).

Quanto à natureza da pesquisa, esta se dá tanto de modo qualitativo quanto de modo quantitativo. A natureza qualitativa se deu por meio da pesquisa bibliográfica, e a quantitativa por meio da pesquisa documental.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica a cerca dos temas: setor automotivo, resíduos sólidos e logística reversa. A qualificação dos conceitos, por meio da pesquisa bibliográfica, consolida a fundamentação teórico-metodológica do trabalho, realizando uma investigação sobre os preceitos teóricos desenvolvidos ao longo do artigo (COOPER; SCHINDLER, 2003). Esta pesquisa baseou-se em livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, monografias, dissertações e teses.

A pesquisa documental realizada na empresa, objeto de estudo da presente pesquisa, compreendeu em uma coleta de dados referente ao volume e tipo de resíduos que deixam de ser descartados diretamente no meio ambiente. Estes dados foram quantificados durante um período de 18 meses, com início em outubro de 2013 e término em março de 2015. Visto que o setor automotivo

apresenta uma grande visibilidade pelos tipos e volumes de resíduos que geram, por questão de acesso e disponibilidade da empresa em participar da pesquisa, foi possível mensurar a quantidade e os principais resíduos gerados no processo. No entanto, a análise e mensuração dos dados limitou-se aos resíduos provenientes das principais atividades da empresa, sendo estas a instalação do 2º e 3º eixo dos veículos e a manutenção da suspensão dos caminhões, o que gera, como resíduos, as sobras de aço analisadas.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram tratados através do método de análise das vantagens ambientais desenvolvido pelo Instituto Wuppertal. Para analisar os ganhos ambientais gerados pela gestão de resíduos, o Instituto Wuppertal desenvolveu um método de análise das vantagens ambientais, o qual pode avaliar as mudanças ambientais associadas à extração de recursos de seus ecossistemas naturais baseado no ciclo de vida dos produtos. (RITTHOFF; ROHN; LIEDTKE, 2002).

Este método utiliza o cálculo de *Material Input Per Service unit* (MIPS), que em suma significa entrada de material por unidade de serviço. Este tem a função de estimar o impacto ambiental causada pela produção ou serviços de um produto e indicar a quantidade de recursos usada para serviços mesmos. Este cálculo pode ser realizado no nível organizacional, regional, nacional e global (RITTHOFF; ROHN; LIEDTKE, 2002).

Indiretamente o cálculo MIPS articula que toda a entrada de material se torna uma saída, seja ela em resíduos ou emissões. Se cada entrada torna-se uma saída, conclui-se que através da medição da entrada, pode-se chegar a uma estimativa do potencial impacto ambiental. Ao medir as entradas, não se pode chegar a uma avaliação de impacto (qualitativa), mas a um indicador valioso (quantitativo) do potencial de impacto ambiental de um produto ou serviço no meio ambiente (RITTHOFF; ROHN; LIEDTKE, 2002).

Tabela 1 – Dados para conversão do aço.

	Material abiótico	Material biótico	Água	Ar
Aço (kg/kg)	9,32		81,86	0,77

Fonte: Adaptado de Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy (2014).

No caso da presente pesquisa, foi utilizado o cálculo de MIPS para mensurar os ganhos ambientais de uma gestão de sobras de peças de aço gerados na manutenção de veículos pesados. Com base na Tabela de conversão (Tabela 1), os dados quantitativos referentes ao volume de aço enviado para a reciclagem foram mensurados quanto aos compartimentos analisados pelo método. Os compartimentos de material abiótico e biótico indicam o quanto de resíduos deixou-se de gerar no meio ambiente, enquanto os compartimentos de água e ar representam o quanto foi deixado de poluir, considerando as emissões realizadas no processo de fabricação do produto, no caso, do aço.

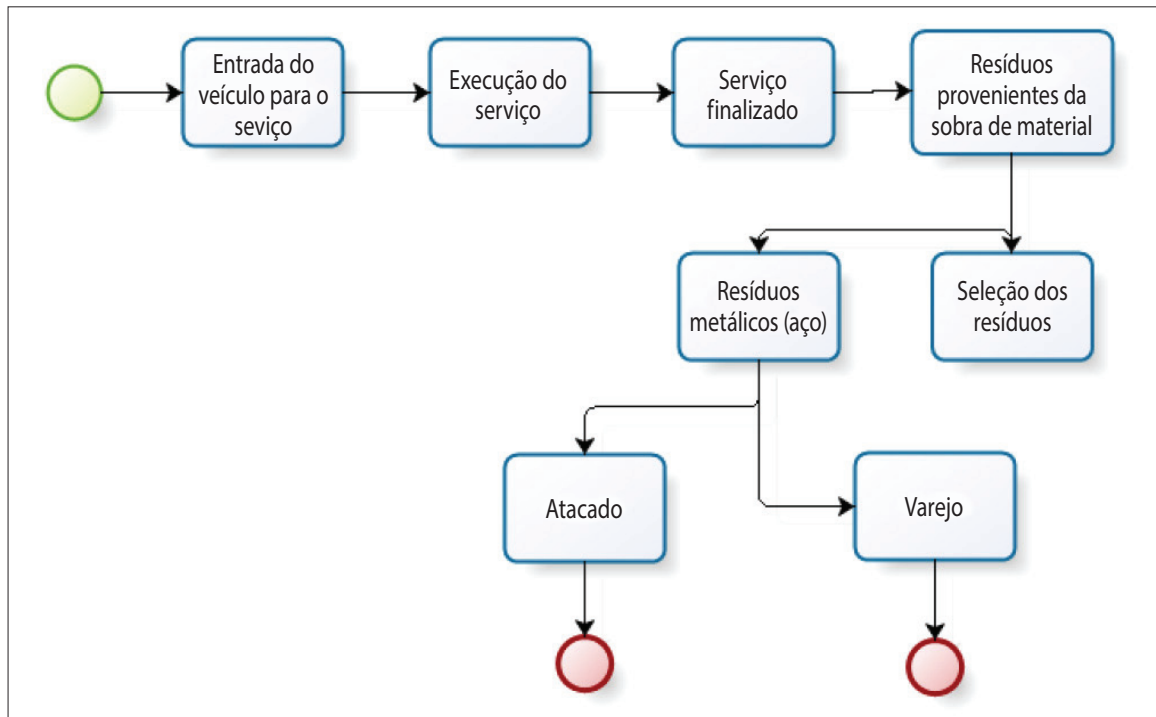
## 4. RESULTADOS

A empresa objeto de estudo está presente no mercado há aproximadamente 60 anos atuando no setor automotivo, especificamente na manutenção de veículos pesados. Esta possui uma diversificação de produtos e serviços que consistem em serviços de mecânica em geral e em comércio de peças para os referidos veículos.

A organização recebe destaque dentre seus principais serviços em virtude de sua abrangência regional e nacional, atendendo quase todas as usinas sucroalcooleiras da Alta Paulista. Ademais, nota-se a importância da empresa ao mercado nacional principalmente nos serviços de instalação de eixos, alongamento de chassis e entre eixos, uma vez que a mesma recebe clientes de todo o Brasil para a elaboração deste serviço.

Considerando que a empresa possui grande diversificação de produtos e serviços, observa-se que as atividades operacionais executadas geram diversos resíduos durante seu processo. Neste contexto, um dos principais serviços da empresa é o processo de instalação do 2º e 3º eixos e a manutenção na suspensão dos caminhões, conforme apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo do processo de manutenção/instalação de eixo.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 1 apresenta os processos realizados para a execução do serviço e os resíduos gerados, que são provenientes das sobras de material das atividades executadas pela empresa em estudo, bem como o processo de seleção desses resíduos para o direcionamento do descarte final mais adequado. Os resíduos metálicos, no caso as sobras de peças de aço, são destinados à venda no atacado e no varejo. A venda no atacado é feita para as empresas que trabalham no setor de comercialização de ferro velho. Já a venda no varejo é realizada à empresas de serralheria, as quais buscam o material no local, não acarretando custos à oficina quanto ao transporte destes.

O volume de sobras de aço gerado durante o período analisado são apresentados na tabela 2. Nesta tabela os dados são consolidados em dois períodos, uma vez que a empresa aguarda acumular um montante significativo de sobras de peças de aço, visando barganhar no momento da venda. No primeiro período, esse volume corresponde a um montante de 12.800 kg, e no segundo período apresenta uma quantidade de 13.500 kg.

Tabela 2 – Volume consolidado de sobras de aço arrecadado (kg).

Período	Aço (kg)
out/13 - jul/14	12.800
ago/14 - mar/15	13.500

Fonte: dados da pesquisa.

A partir dos dados contidos na Tabela 2, foi realizado o cálculo do método de MIPS através da Tabela de conversão (Tabela 1). Desse modo, foi possível mensurar os ganhos ambientais obtidos com a gestão das sobras de peças de aço, aplicadas à prática da logística reversa.

Tabela 3 – Cálculo do MIPS para o volume total de aço gerado pela empresa.

	Material abiótico	Material biótico	Água	Ar
Aço (kg/kg)	245.116,00		2.152.918,00	20.251,00
Total	245.116,00	0,00	2.152.918,00	20.251,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, a Tabela 3 apresenta as vantagens ambientais obtidas segundo cada compartimento analisado. Evidencia-se que, no período de 18 meses, a empresa deixou de gerar ao meio ambiente 245 toneladas de material abiótico, e deixou de poluir mais de 2000 toneladas de água para a produção desse novo material, e mais de 20 toneladas de ar. Nesse sentido, a cada kg de aço aplicado à gestão da logística reversa, 9,32 kg de material abiótico deixa de ser gerado ao meio ambiente e 81,86 kg de água e 0,77 kg de ar deixam de ser poluídos, evidenciando-se assim, a importância de uma gestão de resíduos eficiente.

Quanto às vantagens econômicas obtidas através da venda dos materiais, tanto ao comércio atacadista quanto ao varejista, em média, a cada 1 kg de aço são pagos R\$ 0,36 para as vendas no atacado e R\$ 0,83 para as vendas no varejo.

Tabela 4 – Resultado Financeiro - venda do aço.

Período	Tipo venda*	Volume	Valor	Total
out/13 - jul/14	Atacado	9.000,00	0,38	3.420,00
	Varejo	3.800,00	0,80	3.040,00
ago/14 - mar/15	Atacado	9.500,00	0,35	3.325,00
	Varejo	4.000,00	0,85	3.400,00

Fonte: Dados da pesquisa.

De modo geral, segundo apresentado na Tabela 4, os ganhos econômicos obtidos no período da análise podem não representar um valor muito significativo, pois, em um período de 18 meses, foi obtido um montante de R\$ 13.185,00, o que representaria menos de R\$ 1.000,00 ao mês, se fosse possível assim dividi-lo. Não obstante, esse ganho representa a oportunidade da empresa em deixar de perder economicamente e aplicar a logística reversa em sua gestão de resíduos, no caso especificamente o aço. Desse modo, é possível gerar valor sob o material que seria descartado, uma vez que se este fosse descartado incorretamente, além de não gerar nenhum tipo de renda, também contribuiria na potencialização dos passivos ambientais, poluindo solo, água e ar. Com esse resultado, a empresa vem investindo em atividades para o desenvolvimento da gestão e das pessoas que atuam nela.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da ocorrência de acidentes ambientais e, conseqüentemente, dos impactos causados por estes, as empresas passam a responsabilizar-se, em decorrência sua ativa participação no desencadeamento de passivos ambientais. As organizações são, de modo geral, grandes responsáveis pela utilização dos recursos naturais e pela geração de resíduos diversos. Desse modo, esses episódios

e danos desencadeiam reações ao desenvolvimento e implantação de ferramentas e práticas de gestão ambiental e até mesmo a criação de leis como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), objetivando a redução ou até mesmo a mitigação dos impactos ambientais.

Evidencia-se que aplicada uma boa gestão à logística reversa, esta pode apresentar vantagens tanto ambientais quanto econômicas. As vantagens ambientais se dão no âmbito de evitar a disposição incorreta dos resíduos, lotando aterros e prejudicando o meio ambiente. Assim, torna-se possível reduzir o impacto ambiental, evitando a produção de novos produtos e consequentemente evitando a geração de materiais abióticos, a poluição da água e do ar.

Os ganhos financeiros são obtidos com a venda dos materiais que seriam descartados, gerando uma receita livre e extraordinária em caixa, o que certamente pode ser auxílio no desenvolvimento do negócio e até mesmo das pessoas envolvidas neste.

Desse modo, na presente pesquisa foi possível demonstrar que a gestão das sobras de peças de aço, realizada pela empresa estudada, apresentou ganhos ambientais e econômicos significativos. Além de cooperar com o ambiente, deixando de poluir e impactar negativamente, a empresa consegue obter ganhos financeiros que podem ser investidos de modos diversos.

Vale ressaltar que com a estratégia adotada pela empresa para realizar a gestão de sobras de peças de aço é possível quantificar os resultados e as vantagens ambientais, além de ganhar em poder de barganha no momento da venda desses materiais.

Uma limitação apresentada pelo presente estudo está no fato do Instituto Wuppertal explicar que os dados de conversão de materiais bióticos, abióticos, água e ar são muito próximos ao real e que não há como mostrar precisão. No entanto, este é um meio adequado para quantificar as vantagens ambientais, o que certamente é de grande valia para a contextualização científica.

Por fim, demonstra-se que a contribuição do presente estudo está no conhecimento de como podem ser tratados os resíduos sólidos gerados no setor automotivo de veículos pesados utilizando o conceito da logística reversa. Constata-se que esta ferramenta de gestão pode ser uma alternativa de ganhos econômicos diretos e ganhos ambientais para a sociedade na busca pela sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR ISO 14001**. Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR ISO 10004**. Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- BARATA, M. M. L. O setor empresarial e a sustentabilidade no Brasil. **Pensamento contemporâneo em administração**, v. 1, n. 1, p. 70-86, 2007.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. Saraiva. São Paulo: 2011.
- BRAGA JUNIOR, S. S.; MERLO, E. M.; NAGANO, M. S. Um estudo comparativo das práticas de Logística Reversa no varejo de médio porte. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 3, n. 1, p. 64-81, 2009.
- BRAGA JUNIOR, S. S.; RIZZO, M. R. Sustentabilidade através do aproveitamento de resíduos: Um estudo dos processos implantados por um supermercado de médio porte. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 4, n. 2, p. 108-125, 2010.
- BRASIL. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Planalto, Brasília, DF.
- CASOTTI, B. P.; GOLDENSTEIN, M. **Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil**, n. 28, p. 147-188, 2008.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. **Resolução nº 275**, de 25 de abril de 2001. 2001.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE; CONAMA. **Resolução nº 362**, de 23 de junho de 2005. 2005.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- DROHOMERETSKI, E.; GOUVEA DA COSTA, S E. ; PINHEIRO DE LIMA, E. ; NEVES, T. R. O. . The Application of Sustainable Practices and Performance Measures in the Automotive Industry: A Systematic Literature Review. **Engineering Management Journal**, v. 27, p. 32-44, 2015.



DIAS, K. T. S.; JUNIOR, S. S. B. The importance of environmental education in the implementation of reverse logistics retail. **Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 14. Special Issue, p. 624-631, 2015.

DIAS, K. T.; BRAGA JUNIOR, S. S. The use of reverse logistics for waste management in a Brazilian grocery retailer. **Waste Management & Research**, p. 1-8, 2015. doi: 10.1177/0734242x15615696

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

LACOURT, J. Z. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da mecânica de máquinas pesadas Lacchini**. Passo Fundo, p. 106, 2012.

LEITE, P. R.; BRITO, E. P. Z. Logística reversa de produtos não consumidos: práticas de empresas no Brasil. **GESTÃO. Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 3, n. 3, 2010.

LOPES, G. V.; KEMERICH P. D. C. Resíduos de Oficina mecânica. Proposta de Gerenciamento. *Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas*, v. 8, n. 1, p. 81-94, 2007.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

MAROUN, C. A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: guia de procedimentos passo a passo**. Rio de Janeiro: ISBM, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resíduos Sólidos**. Brasília, 2015.

MOTTA, W. H. Logística Reversa e a Reciclagem de Embalagens no Brasil. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO*, 7, 2011. **Anais...** São Paulo, SP: 2011.

NUNES, G. B.; BARBOSA, A. F. F. Gestão dos resíduos sólidos provenientes dos derivados de petróleo em oficinas mecânicas da cidade de Natal/RN. *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, 2012. **Anais...** Natal, RN: 2012

PALINO, P. F. **Diagnóstico dos resíduos gerados nas oficinas mecânicas de veículos automotivos do município de São Carlos – SP**. 74f. 2009. Monografia. (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, São Carlos, São Paulo, 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Universidade FEEVALE, Novo Hamburgo: Feevale, 2009. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 03/05/2015.

REYES, P. M.; MEADE, L. M. Improving Reverse Supply Chain Operational Performance: A Transshipment Application Study for Not-for-Profit Organizations. **The Journal of Supply Chain Management**, v. 42, n. 1, p. 38-48, 2006.

RITTHOFF, M.; ROHN, H.; LIEDTKE, C. **Calculating MIPS: Resource productivity of products and services**. Wuppertal Spezial, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, 2002.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Pittsburgh, PA: 1999.

SAVICZI F. Técnicas de gestão de resíduos em empresas de reparação veicular. *In: SIMPÓSIO SINDIREPA, 1, 2012. Anais...* Porto Alegre, Rio Grande do Sul: 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENOS EMPRESAS. **Setor automotivo: como ser mais sustentável**, 2015. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/setor-automotivo-como-ser-mais-sustentavel,1df437b644134410VgnVCM2000003c74010aRCRD>>. Acesso em: 03/05/2015.

SOUSA, J. O.; NUNES, R. V.; DE ASSIS, C. W. C.; DE ALMEIDA ADRIANO, N.; DE CÁSSIA FONSECA, R. Análise da evolução das ações de logística reversa de pós-venda e pós-consumo realizada pelo setor brasileiro de energia elétrica nos anos de 2009 a 2011. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 9, n. 4, p. 51-76, 2014.

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. **Material Intensity of Materials, Fuels, Transport Services, Food [in German]**. Disponível em: <[http://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/MIT\\_2011.pdf](http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MIT_2011.pdf)> Acesso em: 20/08/ 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.