

Autorização concedida ao Repositório Institucional da Universidade de Brasília (RIUnB) pelo Prof. Dr. Fabrício Oliveira Leitão, em 26 de agosto de 2019, para disponibilizar o trabalho, gratuitamente, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da obra.

REFERÊNCIA

LEITÃO, Fabrício Oliveira; BRANDÃO, Vinícius Soares. Mensuração e análise dos custos da logística reversa de baterias automotiva. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 22., São Paulo, 2019. **Anais** [...]. São Paulo: FGV, 2019.

ANAIS

MENSURAÇÃO E ANÁLISE DOS CUSTOS DA LOGÍSTICA REVERSA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS

Fabrcio Oliveira Leitao - Universidade de Braslia (UnB)

Vinicius Soares Brandao - Universidade de Braslia (UnB)

RESUMO

Este estudo buscou mensurar os custos relacionados ao processo logístico reverso das sucatas de baterias automotivas. Os cálculos foram desenvolvidos com base em uma adaptação da metodologia para caracterização e estimativa de custos logísticos proposta pelo Centro de Excelência em Logística e *Supply Chain* da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Como principais resultados foi constatado que o custo da logística reversa de baterias automotivas é de R\$ 152,38 por tonelada de sucata, e que o direcionador de custo que teve maior relevância foi o custo de transporte, responsável por (57,3%) do custo logístico reverso total.

Palavras-chave: Custos logísticos. Logística reversa. Baterias automotivas. Direcionadores de custos.

1- INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a logística das organizações vem evoluindo de maneira vertiginosa, e ganhou outras dimensões em sua aplicação, notadamente a logística reversa (LR), que tem um apelo ambiental, social e econômico muito forte.

A Associação Brasileira de Movimentação e Logística (Abml, 2016) conceitua o termo Logística como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenagem eficientes e de baixo custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do cliente. A LR engloba todos os processos descritos acima, porém, de modo inverso (Abml, 2016).

O transporte se posiciona como um dos principais componentes dos custos logísticos no Brasil. Alguns estudos vão além, e afirmam que o custo de transporte é o mais significativo dos custos logísticos (Bowersox & Closs, 2001); (Kussano & Batalha, 2010). Sabe-se que os custos logísticos são formados por direcionadores de custos e que estes variam de acordo variáveis internas e externas, como a distância entre origem e destino da carga e a densidade do produto, dentre outras.

No Brasil, um produto frequentemente transportado por vias terrestres é a bateria automotiva, insumo essencial para veículos automotores. Trata-se de um acumulador que transforma energia química em energia elétrica e vice-versa, normalmente por meio de uma reação de oxirredução (Castro, Barros & Veiga, 2013).

A legislação brasileira estabelece critérios para a produção, distribuição e comercialização de baterias automotivas através do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Considerando a necessidade de minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias, foi publicada a Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008, os critérios e padrões para gerenciamento ambiental de baterias comercializadas no território nacional, dentre outras providências (Brasil, 2008).

ANAIS

A referida legislação torna obrigatório que os fabricantes de baterias automotivas se responsabilizem por efetuarem o fluxo reverso do produto após o uso, ou seja, são responsáveis pelo retorno das sucatas até sua origem. Isso, contudo, incorre em custos logísticos adicionais, que podem influenciar a competitividade das organizações, pois estes valores devem ser incluídos em seus custos de produção.

Segundo Guarnieri, Kovalesk, Stadler e Oliveira (2005), a LR de produtos pós-venda e pós-consumo (o que inclui as baterias) é mais difundida devido principalmente à oportunidade de empregos diretos e indiretos que é capaz de gerar, sendo o Brasil um dos maiores recicladores em âmbito mundial. Nos países desenvolvidos a reciclagem de baterias automotivas está próxima de 95%, enquanto que no Brasil a reciclagem fica em torno de 80%, sendo que nas grandes áreas urbanas pode chegar a 85%, e em áreas mais remotas, pouco é recuperado (Cempre, 2016).

Este trabalho buscou levantar informações e promover a discussão de temas que até então não tem sido discutido, ou está sendo de forma bastante incipiente, como o caso do levantamento de custos logísticos reversos em cadeias produtivas, destacando dentre estas principais lacunas de pesquisa: a completa ausência de trabalho de estudo de caso, realização de pesquisas empíricas aplicadas ao setor de baterias automotivas, e a mensuração de custos da logística reversa adotando metodologias inovadoras, como a proposta para este trabalho.

O objetivo deste artigo foi analisar a como se dá a LR de baterias automotivas para identificar quais direcionadores de custos estão associados a este processo, e compreender o grau de influência destes na composição do custo logístico reverso total.

Como contribuição, este estudo buscou ampliar a discussão científica acerca dos processos que envolvem a LR, notadamente ao abordar questões relacionadas aos custos associados à prática destes subsistemas logísticos, pouco explorado por pesquisadores da área. Além disso, os dados aqui apresentados são úteis para gestores que atuam na cadeia logística de baterias automotivas, visto que as informações podem favorecer tanto no planejamento das operações quanto em sua tomada de decisão.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Logística Reversa e Seus Canais de Distribuição

Leite (2003) já chamava atenção para o estudo da LR, em função do crescimento da frequência das operações reversas, uma vez que as empresas e a sociedade passaram a dar atenção especial para este tema, tendo em vista a vantagem competitiva que isso poderia gerar para as organizações que utilizarem desta ferramenta de forma aplicada em seus negócios.

Os canais de distribuição reversos de pós-consumo constituem-se pelo fluxo reverso de produtos ou materiais constituintes que surgem no descarte dos produtos depois de encerrada a vida útil e que retornam ao ciclo produtivo (Leite, 2003). Segundo este mesmo autor, esses canais podem ser de reciclagem, de reuso e de desmanche.

Os canais reversos de reciclagem são canais de revalorização, em que “os materiais constituintes dos produtos descartados são extraídos industrialmente, transformando-se em matérias-primas secundárias ou recicladas que serão reincorporadas à fabricação de novos produtos” (Leite, 2003, p. 7). As baterias automotivas se enquadram nessa classificação.

A preocupação com as mercadorias após o seu tempo de vida útil tem se tornado

ANAIS

uma prática comum entre os clientes. Nas últimas décadas, a atenção dada à LR cresceu bastante. Inicialmente, a atenção a ela era advinda de preocupações com meio ambiente e reciclagem, e com o passar do tempo, razões econômicas expressas pela competição e pelo marketing tornaram-se grandes responsáveis pelo desenvolvimento da LR (Guarnieri, 2005).

Nos últimos anos aumentou consideravelmente as atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens, conforme pode ser constatado em Guarnieri e Hatakeyama (2010) e Barbosa, Guarnieri e Junqueira (2017).

Fabricantes de bebidas gerenciam o retorno das garrafas, siderúrgicas que utilizam como insumo de produção a sucata gerada por clientes, indústrias de latas de alumínio que fazem uso de matéria-prima reciclada e, mais recentemente, indústrias de eletrônicos, varejo e automobilística que passaram a lidar com o fluxo de retorno de embalagens, de devolução de clientes ou reaproveitamento de materiais para produção, são exemplos de empresas que passaram a ter necessidade de gerenciar o fluxo do ponto de consumo até o ponto de origem (Lacerda, 2002); (Silva, Guarnieri & Junqueira, 2017), (Guarnieri & Braga, 2017); (Campos, de Paula, Pagani & Guarnieri, 2017); (Santos & Guarnieri, 2018).

Leite (2003) e Moreira e Guarnieri (2016) afirmam que o objetivo econômico de implantação da LR de pós-consumo se deve às economias relacionadas com o aproveitamento das matérias-primas secundárias ou provenientes de reciclagem, bem como da revalorização dos bens pela reutilização e reprocesso, agregando valor aos produtos ou serviços prestados pelas empresas.

Para Gonçalves e Marins (2006), a natureza do processo de LR depende do tipo de material e o motivo pelo qual ele entrou no sistema. Para os autores, os produtos, geralmente, retornam devido a uma necessidade de reparo, reciclagem, descarte ou simplesmente porque os clientes os devolveram por algum outro motivo.

De acordo com Bowersox e Closs (2001), a evolução da LR também provém das legislações pertinentes que proíbem o descarte indiscriminado de resíduos no meio ambiente e incentivam, sobretudo, a reciclagem de recipientes de bebidas e materiais de embalagem. Estudos mais recentes sobre princípios e instrumentos da política nacional de resíduos sólidos, que versam sobre o descarte correto de resíduos tem sido feito por vários autores como Domingues, Guarnieri e Streit (2016) e Silva, Guarnieri e Junqueira (2017), mostrando as nuances que versam sobre o assunto.

2.2 A Legislação Brasileira no Contexto da Logística Reversa

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) compila instrumentos primordiais para permitir o avanço necessário ao País no sentido de enfrentar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos advindos do manejo inadequado dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

A Lei nº 12.305/10 se relaciona à LR em vários aspectos. De forma mais específica, a legislação versa sobre a destinação final ambientalmente adequada, foco central da LR e do presente estudo.

No inciso XII, do Artigo 3º da Lei, conceitua-se LR como sendo 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 (Brasil, 2010).

ANAIS

Na Lei, fica estabelecido a obrigatoriedade da destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos que potencialmente podem causar (Brasil, 2010).

A bateria automotiva, como um produto corrosivo, dada sua composição principal, se enquadra nos produtos estabelecidos desta Lei. De tal modo, os fabricantes e/ou comerciantes deste produto também estão sobre a tutela dessa legislação.

Nesse sentido, a Seção II (Da Responsabilidade Compartilhada), em seu Artigo nº 30, institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, consumidores, e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante às atribuições e procedimentos previstos nesta Seção (Brasil, 2010).

O sistema através de “Acordo setorial” é um ato contratual entre uma cadeia produtiva (fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes) dos produtos e embalagens visando a implementação da LR, sendo a iniciativa da cadeia produtiva ou do Poder Público (Lima, 2007).

De forma mais específica, a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 401, de 4 de novembro de 2008, estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado (Brasil, 2008). A Resolução considera, dentre outros pontos não menos importantes, a necessidade de se disciplinar o gerenciamento ambiental de pilhas e baterias, em especial as que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final (Brasil, 2008).

Para os fins do disposto nesta Resolução, consideram-se baterias como acumuladores recarregáveis ou conjuntos de pilhas, interligados em série ou em paralelo. De acordo com o Artigo nº 4, os estabelecimentos que comercializam a bateria, dentre outros, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores, deverão receber dos usuários baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Assim, fica ainda mais claro o papel que os fabricantes e/ou comerciantes de baterias desempenham na cadeia reversa do produto. São eles, a princípio, que dão condições para que se inicie o processo, ao ponto que são responsáveis pela recepção do produto.

2.3 Custos logísticos

Para Faria e Costa (2007) os custos logísticos podem ser levantados a partir da somatória dos elementos de custos logísticos individuais: custo de armazenagem e movimentação de materiais, custo de transporte, custos de embalagens utilizadas, custo de manutenção de inventário, custos decorrentes dos lotes, custos tributários, custos decorrentes do nível de serviço e custos da administração do sistema logístico.

Lima (2007) salienta que antes de tratar os custos logísticos de forma isolada, é

ANAIS

importante levar em consideração os custos fixos e variáveis na análise de qualquer problema levantado. A classificação de custo fixo e variável deve ser feita sempre em relação a algum parâmetro de comparação, no caso do presente estudo, os custos que incidem diretamente na LR de baterias automotivas, que precisaram de uma modelagem diferenciada em sua análise, como poderá ser observado mais adiante na metodologia deste trabalho.

A maioria dos custos de armazenagem, mão de obra, depreciação de instalações e equipamentos de movimentação são fixos e indiretos (Faria & Costa, 2007). Para as autoras, essas duas características dificultam respectivamente o gerenciamento da operação e a alocação de custos. Para Lima (2007), os custos de armazenagem se referem ao acondicionamento dos bens (estocagem) e a sua movimentação, como por exemplo: aluguel do armazém, mão de obra e depreciação das empilhadeiras. E ainda lembra que tais custos se diferem dos custos de estoque, pois estes se referem aos bens, produzidos ou comercializados, propriamente dito, como custo financeiro de estoque e o custo de perdas (Lima, 2007).

No que concerne o custo de transporte, Bowersox e Closs (2001) definem como sendo o pagamento pela movimentação entre dois pontos, somado às despesas relacionadas com o gerenciamento e manutenção de estoque em trânsito. Para Ballou (1993) a determinação do custo de transporte entre o centro de produção e o mercado é bastante complexa e difícil. Segundo o autor, representa um sistema complexo que se inicia com a transferência dos insumos dos produtores, ou fornecedores, ou fabricantes, até a entrega dos produtos aos clientes ou consumidores finais.

Segundo Ballou (2006), no que se refere ao custo de estoque, o custo mais representativo dentro deste é o custo de oportunidade, que diz respeito ao custo do dinheiro investido no estoque. Lima (2007) identificou que o custo de oportunidade chega a representar até 80% do custo de estoque. Kussano (2009) corrobora com estes estudos, dizendo que os custos com estoques são aqueles gerados a partir da necessidade de estocagem de materiais. Nesta categoria, o mais expressivo é o custo de oportunidade, pois indica o custo resultante da não utilização da melhor alternativa de emprego de um recurso financeiro (Kussano, 2009).

Para Lacerda (2002) o conceito de embalagem pode ser classificado como: embalagem para o consumidor, com ênfase em marketing; e embalagem industrial, com ênfase na logística. Para fins deste estudo, considerar-se-á embalagem industrial. Segundo Lima (2007) a embalagem possui impacto significativo sobre o custo e a produtividade nos sistemas logísticos.

De acordo com Faria e Costa (2007), os tributos mais significativos e de maior impacto nas operações logísticas são o Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e o Imposto Sobre Serviços (ISS). Na visão de Kussano (2009), a importância de se estudar os custos tributários justifica-se pela influência destes em decisões estratégicas das organizações, sobretudo em sua logística, chamados de custos administrativos. Este custo também foi objeto de análise do presente estudo, principalmente no que tange à sua influência sobre o custo logístico reverso total de baterias automotivas.

3- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

ANAIS

O presente trabalho coletou dados primários para buscar respostas ao objetivo geral norteador do estudo. A abordagem da pesquisa foi classificada como qualitativa e a tratativa do problema foi conduzido com o intuito de criar uma perspectiva da observação da realidade, da forma mais precisa possível. Afinal, o grau de precisão é influenciado pelos meios que o pesquisador encontra para validar seu constructo, conforme relatado por Gibbert, Ruigrok e Wicki (2008).

Com relação aos procedimentos técnicos adotados, a pesquisa se classifica como estudo de caso. Para Yin (2001), o estudo de caso é uma estratégia escolhida ao se examinar acontecimentos contemporâneos, como é o caso do levantamento dos custos da logística reversa de baterias automotivas. O estudo de caso foi escolhido porque uma das principais características relatadas por Yin (2001) foram seguidas, notadamente o fato de os dados serem obtidos e analisados em um nível de profundidade tal que permitam tanto o levantamento dos custos logísticos reversos quanto a explicação detalhada dos aspectos singulares do caso estudado, como o mapeamento do processo logístico reverso utilizado por essa cadeia, permitindo posteriormente ser extrapolado para outros casos similares.

De acordo com Yin (2001), no estudo de caso podem ser utilizadas quatro fontes de informações: (1) documentos; (2) estatísticas; (3) entrevistas; e (4) observação direta. Neste estudo, todas essas foram utilizadas, como poderá ser aferido na discussão dos resultados.

A atividade principal da organização objeto do estudo de caso é a revenda de baterias para os vários tipos de veículos automotores (motocicletas, carros e caminhões). As baterias comercializadas neste empreendimento são oriundas de uma unidade fabril instalada na zona industrial de Apucarana, Paraná. Cerca de 80% das mercadorias vendidas são providas deste fornecedor, o que justifica sua escolha de forma intencional. Para a mensuração dos custos de transporte, foi selecionada a rota de distribuição que este fornecedor utiliza para a entrega das baterias até a cidade de Unai, MG. A origem é a cidade de Apucarana, PR e o destino, Unai, MG. Utilizando o trajeto proposto pelo Software *Google Maps*, a distância encontrada foi de 1.260 km.

Três tipos de coleta de dados foram utilizados no presente estudo de caso, entre eles: i) aplicação de um roteiro de entrevista semiestruturada; ii) observação direta não participante e; iii) análise documental. Esta soma de instrumentos para coleta de dados, segundo Yin (2006), convencionou-se chamar de triangulação de instrumentos de pesquisa. Este método dá uma maior confiabilidade aos dados obtidos em um estudo de caso.

A observação direta não participante se caracterizou pelo fato dos pesquisadores terem ido *in loco* à empresa estudada, onde puderam ter contato com os processos da LR da bateria automotiva. Durante a investigação documental foram consultados documentos internos, disponibilizados pelo proprietário da empresa, relatórios financeiros e de custos, assim como instruções normativas disponibilizadas pelos próprios entrevistados.

O foco da pesquisa foi o fluxo reverso do produto e os custos a eles associados. Os cálculos dos custos foram feitos com base em Reis e Constante (2011). Estes pesquisadores desenvolveram a metodologia do GVcelog – Centro de Excelência em Logística e Supply Chain, para o cálculo dos custos logísticos associados ao fluxo de mercadorias, junto a Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Para a etapa de mapeamento dos processos logísticos identificados, foi utilizada a técnica de fluxogramação, conforme proposto por Slack, Chambers e Johnston (2009).

ANAIS

Através desta técnica, foi realizada uma análise sobre o caminho reverso das sucatas de baterias recolhidas pela empresa em estudo. Através de entrevistas semiestruturadas com os gerentes e colaboradores responsáveis pelo recolhimento das baterias, foram coletados dados primários que deram suporte à construção do fluxograma.

Para o levantamento dos direcionadores que compõem o custo total da cadeia reversa, foi feita uma pesquisa documental com dados secundários, fornecidos pela empresa responsável por tal processo. Os custos encontrados na LR das sucatas de baterias foram inseridos, contabilizados e apresentados em tabelas.

Após a coleta, análise e evidenciação de todos os custos existentes no processo de LR, foi avaliado e quantificado o percentual que cada direcionador exerce na composição do custo logístico reverso total. Essa ação levou em consideração todos os custos, que por sua vez foram comparados com o propósito de verificação e significância que cada um exerce na composição do custo logístico associado à cadeia da LR de baterias automotivas.

Para o levantamento do cálculo do custo total da LR de baterias foi utilizado como recorte o fluxo que envolve uma carga de caminhão, que suporta 19 toneladas de baterias automotivas, com a rota de Unai, MG até Apucarana, PR. A partir deste recorte foram feitos todos os cálculos do custo total da LR de baterias automotivas.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

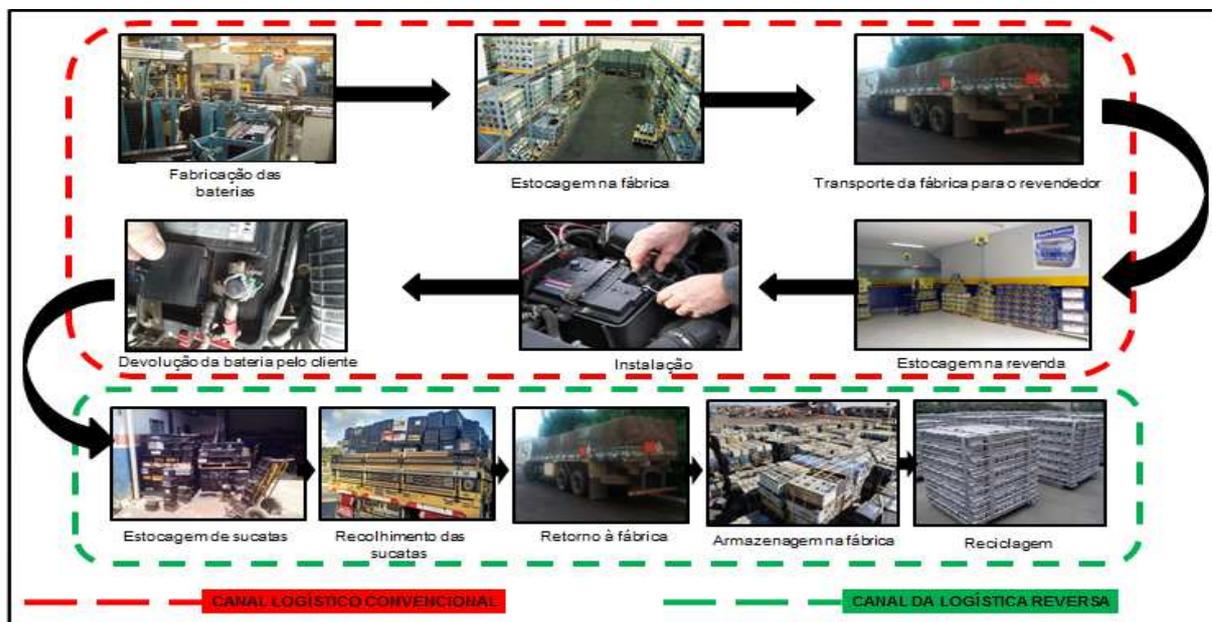
4.1 Canal Logístico Convencional e Reverso de Baterias Automotivas

Os dados coletados permitiram identificar as etapas logísticas pelas quais as baterias fluem, desde a fabricação, em Apucarana, PR, até seu destino, na cidade de Unai, MG, bem como as etapas da LR, utilizando a técnica da fluxogramação.

Nota-se, através da figura 1, que o canal logístico reverso das baterias possui etapas semelhantes ao canal logístico convencional, porém, o canal reverso é mais curto e, portanto, apresentam menos processos logísticos. No canal logístico convencional estão contidas seis diferentes operações, já o canal logístico reverso pode ser observado apenas cinco.

Figura 1: Fluxograma do canal logístico convencional e reverso das baterias automotivas.

ANAIS



Nota-se que o canal reverso das baterias é composto basicamente por dois tipos de atividades logísticas: transporte, e estocagem/armazenagem. Estas atividades, conforme ressalta Bowersox e Closs (2001), pertencem ao subsistema da LR, e serão melhores analisados para posterior levantamento de seus custos.

A descrição completa dos processos inerentes ao canal logístico convencional e reverso das baterias automotivas é descrita a seguir. Vale ressaltar que este processo é composto por seis etapas, que se iniciam na logística de suprimentos (fabricação das baterias) e se encerra na LR (armazenagem das sucatas nos depósitos da fábrica).

a) **Fabricação das baterias:** a fabricação das baterias ocorre na cidade de Apucarana, estado do Paraná. Os processos de fabricação acontecem em uma linha de produção semiautomatizada, ou seja, a intervenção humana nos processos é reduzida.

b) **Estocagem na fábrica:** as baterias são levadas até a sala de carga, onde permanecem conectadas ao carregador por cerca de 20 horas ou até atingirem o nível de carga adequado para serem comercializadas. Após passar pelo carregador, as baterias recebem rótulos e embalagem plástica. Posteriormente seguem transportadas por empilhadeiras até o galpão da própria empresa para serem armazenadas até a confirmação da venda. São separadas por tamanho, modelo e lote de fabricação.

c) **Transporte da fábrica para o revendedor:** as baterias seguem via modal rodoviário até a revenda/distribuidor. No caso da rota estudada neste trabalho, o percurso compreende 1.200 quilômetros, distância entre a cidade de origem, Apucarana, PR, até seu destino, Unaí, MG.

d) **Estocagem na revenda:** assim que as baterias chegam à revenda, logo são acomodadas para serem comercializadas.

e) **Recolhimento (início do ciclo reverso do produto):** após a venda e instalação das baterias novas, a revendedora recolhe as baterias velhas que estavam sendo usadas nos veículos e as acomodam em local adequado para que o caminhão da fábrica recolha na próxima vez que vier para trazer mais baterias novas.

f) **Armazenagem na fábrica:** de volta à fábrica, as sucatas de baterias são

ANAIS

descarregadas do caminhão para serem recicladas. O processo de reciclagem é dividido em trituração da sucata de bateria com separação do plástico; reciclagem propriamente dita deste plástico; e recuperação de grelhas de chumbo ligado. O chumbo segue o processo de: separação, fundição, refino e lingotamento até a fabricação de novas baterias. O plástico é recuperado e reutilizado na produção de caixas e tampa de novas baterias. A solução ácida é estocada e neutralizada (mistura de cal para iniciar processo de destilação), filtrado para recuperação dos óxidos e a solução retorna para reutilização. Todos os componentes das baterias são reutilizados e irão passar novamente por todos os processos supracitados.

4.2 Direcionadores do Custo Logístico Reverso

Foram identificados cinco direcionadores de custos dentro deste processo reverso: 1) Custo de movimentação de materiais; 2) Custo de transporte; 3) Custo manutenção; 4) Custo de estoque e; 5) Custo administrativo. Assim, o custo logístico total pôde ser mensurado a partir do somatório dos elementos dos custos logísticos individuais citados na Tabela 1.

Tabela 1: Direcionadores de custos da LR de baterias automotivas.

| Direcionador | Descrição |
|--|---|
| Custo de Movimentação de Materiais (CMM) | Mão de obra para carregamento das sucatas no caminhão (revendedora) |
| | Mão de obra para descarregamento das sucatas (fabricante) |
| | Custo de movimentação de materiais (revendedora) |
| Custo de Transporte (CT) | Combustível |
| | Pedágio |
| Custo de Manutenção (CM) | Troca de óleo |
| | Pneus |
| | Lona de Freio |
| | Carroceria |
| Custo de Estoque (CE) | Espaço físico |
| | Segurança |
| Custo Administrativo (CA) | Custo de pessoal direcionado |

Os dados da Tabela 1 permitem verificar que cada direcionador possui subdivisões. Por exemplo, para mensurar os custos de manutenção, foi preciso fracioná-lo em quatro partes: (1) troca de óleo; (2) lonas de freio; (3) pneus; e (4) manutenção da carroceria. A seguir serão apresentados os procedimentos de cálculo utilizados para mensurar cada custo de forma individual.

4.2.1 Custo de Movimentação de Materiais

No momento em que o caminhão chega à cidade de Unaí, MG, carregado de baterias novas, é feito contato com os “chapas” (pessoas responsáveis por carregar/descarregar o caminhão). Geralmente a empresa contrata dois colaboradores para essa atividade, os quais recebem R\$ 30,00 por tonelada de bateria carregada. A

ANAIS

Tabela 2 evidencia o custo de movimentação de materiais, que é composto pelo custo da mão de obra para carregar as sucatas no caminhão.

Tabela 2: Custo de movimentação de materiais.

| Descrição do custo | Descrição | Custo identificado |
|--------------------|----------------|--------------------|
| Mão de obra | 19 * R\$ 30,00 | R\$ 570,00 |
| Custo total | | R\$ 570,00 |

Na ocasião foram coletadas 19 toneladas de sucatas na revenda. Apesar de esta operação ocorrer dentro da revendedora de baterias, os custos são arcados pela fábrica de Apucarana, PR.

4.2.2 Custo de Transporte

Um dos custos que demandam um pouco mais de cuidado para fazer a análise contábil são os custos de transportes. Para mensurar este custo foi necessário dividi-lo em custos com combustível e custo com pedágios. O preço do diesel e do pedágio já está atualizado para a nova regra pós greve dos caminhoneiros.

O custo de transporte compreende toda movimentação de determinado produto desde a origem até ao destino, e se apresenta como um dos mais representativos na formação do preço final do produto (Kussano, 2009).

De acordo com dados da pesquisa, a distância percorrida de Unaí, MG até Apucarana, PR é de 1.260 Km. De acordo com informações levantadas junto aos entrevistados, foi possível identificar que o veículo utilizado no transporte das baterias percorre 3 quilômetros por litro de combustível (diesel).

O custo com pedágio foi calculado considerando que, durante este percurso, o veículo passa por quatro praças de pedágio. O veículo estudado na pesquisa foi o modelo Ford Cargo 2429-Bitruck, com quatro eixos.

No caminho de Minas Gerais para o Paraná, o primeiro posto de pedágio fica entre as cidades de Fronteira e Frutal e custa R\$ 4,80 por eixo. No estado de São Paulo, o caminhão passa por dois postos de pedágio, o primeiro no município de Onda Verde e o segundo em José Bonifácio. Ambos cobram R\$ 4,20 por eixo. No estado do Paraná, o último pedágio no caminho de volta está na cidade de Araçongas, o qual cobra R\$ 7,50 por eixo.

A tabela 3 detalha o custo de transporte, levando em consideração o preço do diesel, que na data da pesquisa, junho de 2018, era de R\$ 3,756 por litro. Este valor foi extraído de uma média dos valores de venda praticados em 6 postos de combustível no município de Unaí, MG, segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis em Junho de 2018 (ANP, 2018).

Tabela 3: Custo de transporte.

| Descrição do custo | Descrição | Custo identificado |
|--------------------|---|---------------------|
| Combustível | (1.260 km/3) * R\$ 3,756 | R\$ 1.577,52 |
| Pedágio | (R\$ 4,8 * 4) + (R\$ 4,2 * 8) + (R\$ 7,5 * 4) | R\$ 82,80 |
| Custo total | | R\$ 1.660,32 |

ANAIS

Nota-se que o custo com combustível é extremamente relevante, visto que compreende, aproximadamente, 95% do custo de transporte. Por outro lado, cabe destacar o elevado custo incorrido sobre as praças de pedágio, sobretudo, no estado do Paraná.

4.2.3 Custo de Manutenção

O custo de manutenção consiste em um dos custos que apresenta grande parcela na contabilização do custo logístico reverso total. Para encontrar o valor do custo de manutenção foi necessário dividi-lo em custo com troca de óleo, custo com pneus, custo com lona de freios e custo com manutenção da carroceria.

De acordo com os dados da pesquisa, a cada dois meses, ou 40.000 km rodados, o óleo e o filtro são trocados, e para isso são gastos R\$ 450,00. Para tanto, o custo com óleo e filtro por km rodado é de R\$ 0,011225, multiplicando por 1.260 km, o valor encontrado foi de R\$ 14,175, que está apresentado na tabela 4. Essa mesma lógica foi seguida nos outros cálculos.

Constatou-se também que o caminhão possui 12 pneus. Os oito pneus traseiros são trocados a cada 80.000 km e os quatro dianteiros são substituídos a cada 120.000 km. O valor de mercado de cada pneu novo é de R\$ 1.500,00, em média.

A troca preventiva das lonas de freio, a manutenção, e o engraxamento dos cubos são feitos a cada 50.000 km. A mão de obra para fazer a troca das lonas e o engraxamento dos cubos custa R\$ 240,00. As lonas, por sua vez, custam R\$ 350,00. A graxa e pequenos retentores custam R\$ 150,00. Sendo assim, o custo total para a troca preventiva para lonas e freios para cada 50.000 km é de R\$ 740,00.

Devido a quantidade de ácido que escorre das sucatas de baterias durante o trajeto, a cada dois anos é necessário fazer reparos ou substituir todo o madeiramento da carroceria. Este ácido, em contato com a madeira, causa um processo de apodrecimento prematuro, diminuindo sua vida útil. A manutenção e substituição do assoalho da carroceria do caminhão custam para a empresa R\$ 3.200,00.

Como o caminhão faz duas entregas e duas coletas por semana em várias revendas de baterias pelo Brasil, foi considerado nos cálculos que essas outras entregas e coletas têm contribuição para a deterioração do madeiramento da carroceria. Em dois anos o caminhão recolhe sucatas 24 vezes na empresa foco deste estudo. A Tabela 4 mostra os cálculos desenvolvidos para se obter o custo de manutenção.

Tabela 4: Custo de manutenção.

| Descrição do custo | Descrição | Custo identificado |
|------------------------------------|--|--------------------|
| Aquisição de pneus traseiros | $(R\$ 1.500,00/80.000 \text{ Km}) * 1.260 \text{ km} * 8 \text{ pneus}$ | R\$ 189,00 |
| Aquisição de pneus dianteiros | $(R\$ 1.500,00/120.000 \text{ Km}) * 1.260 \text{ km} * 4 \text{ pneus}$ | R\$ 63,00 |
| Troca de óleo e filtro | $(R\$ 450,00 / 40.000 \text{ km}) * 1.260 \text{ km}$ | R\$ 14,17 |
| Lonas de Freio | $(R\$ 740,00 /50.000 \text{ km}) * 1.260 \text{ km}$ | R\$ 18,64 |
| Manutenção periódica da carroceria | $(24 * 4) / R\$ 3.200,00$ | R\$ 33,33 |
| Custo total | | R\$ 318,15 |

ANAIS

Observa-se que o custo total de manutenção é de R\$ 318,15 para o recorte estudado, e que o custo oriundo da aquisição de pneus novos é o mais relevante dentro do cálculo do custo de manutenção.

4.2.4 Custo Administrativo

O custo administrativo foi direcionado somente ao motorista do caminhão, pois ele é o único envolvido na negociação do retorno das sucatas. O motorista do caminhão recebe um salário mensal de R\$ 2.600,00 acrescido de comissão no valor de R\$ 30,00 por tonelada transportada.

Na rota utilizada como recorte, o caminhão transportava 19 toneladas de sucatas, e foi constatado através das entrevistas que o motorista realiza, e média, oito viagens por mês. A Tabela 5 apresenta a descrição deste direcionador de custo.

Tabela 5: Custo administrativo

| Descrição do custo | Descrição | Custo identificado |
|----------------------------|--|--------------------|
| Salário motorista caminhão | $(R\$ 2.600/8) + (19 \text{ ton} * R\$ 30,00)$ | R\$ 895,00 |
| Custo total | | R\$ 895,00 |

É notório que o custo administrativo é muito relevante no somatório do custo logístico total. Percebe-se que este custo varia de acordo com a quantidade de sucatas recolhidas e que o pagamento de salário fixo e comissão eleva consideravelmente o custo total.

4.2.5 Custo de Movimentação de Materiais na Fábrica

Assim que chega à fábrica, o caminhão é pesado e encaminhado para o local onde são descarregadas as sucatas de baterias. A fábrica possui quatro funcionários efetivos para descarregar o caminhão de 19 toneladas. Cada funcionário cumpre 220 horas de trabalho por mês e recebe um salário mensal no valor de R\$ 1.200,00, já considerados os encargos sociais. Através das entrevistas foi possível identificar que o tempo gasto para descarregar o caminhão e acomodar as sucatas no devido local é de 1 hora. A Tabela 6 mostra o cálculo efetuado para obter o custo total deste direcionador.

Tabela 6: Custo de movimentação na fábrica.

| Descrição do custo | Descrição | Custo identificado |
|---------------------------------|--|--------------------|
| Mão de obra (fábrica) | $(R\$ 1.200,00/220 \text{ horas}) * 4$ funcionários | R\$ 21,81 |
| Custo total identificado | | R\$ 21,81 |

O custo de movimentação de materiais na fábrica é o quociente do salário mensal pelas horas trabalhadas em um mês. O valor encontrado é então multiplicado por 4 para se obter o custo dos 4 funcionários responsáveis por descarregar as sucatas do caminhão com 19 toneladas.

4.3 Representatividade dos Direcionadores no Custo Logístico Total

Após o levantamento de cada direcionador de custo foi possível mensurar a representatividade que cada um exerce na composição do custo logístico reverso total. A Tabela 7 apresenta estes dados.

ANAIS

Tabela 7: Custo logístico reverso total.

| Direcionador | Valor identificado | % |
|--|---------------------|------------|
| Custo de transporte | R\$ 1.660,32 | 57,3 |
| Custo de manutenção | R\$ 318,15 | 11 |
| Custo administrativo | R\$ 895,00 | 30 |
| Custo de movimentação de materiais (fábrica) | R\$ 21,81 | 1,7 |
| Total | R\$ 2.895,28 | 100 |

Com o somatório de todos os custos logísticos levantados nesta pesquisa, chegou-se ao total de R\$ 2.895,28, o qual compõe o custo logístico reverso total das baterias automotivas. Este valor, se dividido pela quantidade de toneladas de sucatas recolhidas, corresponde a uma importância de R\$ 152,38 por tonelada. Vale ressaltar que, ao utilizar esta rota de percurso, todos os direcionadores de custos podem variar conforme a quantidade de sucatas recolhidas, exceto o transporte.

Observa-se que o direcionador de custo com maior relevância foi o custo de transporte (57,3%), devido ao alto valor gasto com combustível. Essa informação corrobora com outros estudos, comprovando que o custo com transporte representa o maior custo logístico, neste caso, o maior custo da logística reversa de baterias automotivas. Outro direcionador de custo muito relevante na formação do custo logístico total é o custo administrativo (30%). No que se refere aos outros direcionadores de custos, o resultado encontrado foi de 11% para custo com manutenção do caminhão e 1,7% para custo de movimentação de materiais na fábrica.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs fazer uma análise e mensuração dos custos associados à LR das baterias automotivas a fim de identificar quais os direcionadores de custos que exercem influência na formação do custo logístico reverso total.

Para atingir ao objetivo proposto foi necessário mapear toda a cadeia logística das baterias automotivas. A partir disso, foi possível constatar que o canal logístico reverso das baterias possui etapas semelhantes ao canal logístico convencional, porém, além de ser mais curto, o canal reverso das baterias é composto somente por dois tipos de atividades logísticas: transporte e estocagem/armazenagem.

Constatou-se que a estrutura dos custos logísticos reversos das baterias automotivas que incidem sobre a fábrica compreende quatro direcionadores de custos, sendo: (1) custo de transporte; (2) custo de manutenção; (3) custo administrativo; e (4) custo de movimentação de materiais na fábrica.

Verificou-se que o custo de transporte é o mais representativo de todos, sendo responsável por 57,3% de todo o custo logístico reverso. Notou-se também que este é o único custo que não varia em função da quantidade de sucata de bateria transportada, ou seja, independente do volume de carga que o caminhão estiver transportando, o valor será o mesmo. Foi constatado através das entrevistas que em determinadas cargas o caminhão pode levar mais de 19 toneladas, podendo chegar a até 23 toneladas, e em alguns momentos, por não conseguir a consolidação total da carga, o caminhão pode ir mais leve, com cargas com até 8 toneladas. Porém, independente da relação peso/volume

ANAIS

(densidade), o custo com o transporte será o mesmo, diferentemente dos outros custos, que variam conforme a densidade da carga.

O custo administrativo se apresentou bastante relevante, este direcionador de custo representou 30% dos custos logísticos reversos. Notou-se que este custo varia de acordo com a quantidade de sucata de bateria recolhida, em razão do salário do motorista ser fracionado pela comissão recebida, rateada em função da quantidade de toneladas de sucatas recolhidas.

No que se refere ao custo de manutenção, identificou-se que este representa 11% do total e que é fortemente influenciado pelo custo despendido na aquisição de pneus novos.

O custo de movimentação de materiais correspondeu a 1,7% do total. Mesmo apresentando um percentual relativamente baixo, este direcionador merece atenção visto que pode aumentar em função de uma mudança não planejada na compra destes produtos por parte dos clientes.

O fato de o trabalho ter sido realizado considerando um breve recorte de tempo, considerando apenas um fluxo analisado no processo de comercialização de baterias automotivas, e que este mercado é bastante dinâmico, pode ser considerado como uma limitação deste estudo.

Este estudo traz como principal contribuição a discussão que permeia a importância do levantamento dos custos logísticos em cadeias produtivas, notadamente, os custos com a LR, que é tão carente de estudos sobre custos. Outra contribuição do trabalho foi trazer valores precisos sobre os custos que incidem sobre uma cadeia importante, a de baterias automotivas, que tem um volume considerável em nosso país, sendo que o descarte correto desta sucata, e, notadamente o valor que custa para se fazer esse descarte, é fundamental para se tomar decisões que levam em consideração os custos de produção das empresas envolvidas.

Este estudo poderá servir para futuros estudos relacionados ao tema para comparar e avaliar ações de custos logísticos em outras organizações.

Considerando o exposto, sugere-se que outros estudos sejam realizados com o intuito de aprofundar a discussão no tocante aos custos logísticos reversos na cadeia de baterias em outras localizações, e assim ampliar a discussão sobre o tema, além de poder ser fonte de comparações em diferentes regiões e rotas.

Sendo assim, ao realizar este trabalho, através de uma pesquisa empírica, e analisar os resultados encontrados, pode-se concluir que este não somente preenche a lacuna de pesquisa sobre realização de estudos empíricos aplicadas ao setor de baterias automotivas, e mensuração de custos da LR, como também apresenta e testa a aderência do modelo utilizado, neste caso, a metodologia do GVcelog da FGV.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional do Petróleo - ANP. (2018). **Síntese dos preços praticados**. Recuperado em 09 junho, 2018, de https://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Municipio_Posto.asp

Associação Brasileira de Movimentação e Logística - ABML. (2016). **Custos logísticos nas empresas brasileiras**. 2016. Recuperado em 19 setembro, 2016, de http://www.abml.org.br/hist_viv.htm

ANAIS

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. (3a. ed.). Rio de Janeiro: Atlas, 1993.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/logística empresarial**. (5a. ed.). Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARBOSA, N. D., GUARNIERI, P., JUNQUEIRA, A. M. R. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos: um olhar sobre a evolução da legislação até a lei 12.305/2010. **Agropampa: Revista de Gestão do Agronegócio**, v. 2, n. 1, 2017.

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento**. (3a. ed.). São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. Resolução/CONAMA nº 401 de 4 de novembro de 2008. **Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências**. Diário Oficial da União Nº 2015, 2008; 17 jun.

BRASIL. Lei nº 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**. Diário Oficial da União 3.8.2010.

CAMPOS, E. A. R., De PAULA, I. C., PAGANI, R. N., GUARNIERI, P. Reverse logistics for the end-of-life of and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review. **Supply Chain Management – An Internacional Journal**, v. 22, p. 1-45, 2017.

CASTRO, B. H. R., BARROS, D. C., VEIGA, S. G. da. **Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global**. BNDES Setorial, n. 37, mar. 2013, p. 443-496, 2013.

Compromisso Empresarial para Reciclagem – **CEMPRE**. Recuperado em 02 novembro, 2016, de <http://www.cempre.org.br>

DOMINGUES, G. S., GUARNIERI, P., STREIT, J. A. C. Princípios e Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: demanda da educação ambiental para a Logística Reversa. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, v. 0, p. 191-216, 2016.

FARIA, A. C., COSTA, M. F. G. **Gestão dos custos logísticos**. (1a. ed.). São Paulo: Atlas, 2007.

GIBBERT, M., RUIGROK, W., WICKI, B. What passes as a rigorous case study?. **Strategic management journal**, v. 29, n. 13, p. 1465-1474, 2008.

GONÇALVES, M. E., MARINS, F. A. S. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 397-410, 2006.

ANAIS

- GUARNIERI, P. WMS-Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Revista Produção**, São Paulo, v. 16, n. 1, 2005.
- GUARNIERI, P., KOVALESK, J.L., STADLER, C.C., OLIVEIRA, I.I. A caracterização da logística reversa no ambiente empresarial em suas áreas de atuação: pós-venda e pós-consumo agregando valor econômico e legal. **Tecnologia & Humanismo**, v. 19, p. 120-131, 2005.
- GUARNIERI, P., HATAKEYAMA, K. Formalização da logística de suprimentos: caso das montadoras e fornecedores da indústria automotiva brasileira. **Revista Produção**, v. 20, n. 2, p. 186-199, 2010.
- GUARNIERI, P., BRAGA, C. A. G. Políticas de logística reversa de embalagens de pós-consumo: estudo de caso em uma franquia de restaurantes do DF. **Revista em Agronegócios em Projeção**, v. 8, p. 1-23, 2017.
- KUSSANO, M. R. **Proposta de modelo de estrutura do custo logístico do escoamento da soja brasileira para o mercado externo: o caso do Mato Grosso**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 2009.
- KUSSANO, M. R., BATALHA, M. O. Custos logísticos do escoamento da soja em grão brasileira para o mercado externo. **Revista Inovação Gestão Produção**, v. 1, n. 1, p. 27-38, 2010.
- LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. (1a. ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- LIMA, R. F. C. **Práticas da gestão do transporte rodoviário de cargas as empresas**. (1a. ed.). Parte I. Coppead: UFRJ, 2007.
- MOREIRA, I. F., GUARNIERI, P. Preferência dos consumidores por empresas que implementam práticas de logística reversa como meio de fidelização: estudo na indústria de cosméticos brasileira. **Revista Gestão Industrial**, v. 12, p. 171-192, 2016.
- REIS, M.A.S., CONSTANTE, J. M. **Metodologia para o Cálculo dos Custos Logísticos Associados ao Fluxo de Mercadorias**. FGV EASP GVPesquisa. Relatório 1/2011, 2011. Disponível em: < <http://gvpesquisa.fgv.br/publicacoes/gvp/um-modelo-para-avaliar-eficiencia-da-logistica-no-brasil>.> Acesso em 10 de abr. de 2018.
- SANTOS, R. H. M., GUARNIERI, P. Avaliação da estrutura de logística reversa das principais operadoras de celulares brasileiras sob a ótica dos consumidores e avaliação dos websites. **Revista Gestão Industrial (Online)**, v. 13, p. 1-25, 2018.

ANAIS

SILVA, N. D. B., GUARNIERI, P, JUNQUEIRA, A. M. R. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos: um olhar sobre a evolução da legislação até a Lei 12.305/2010. **Agropampa - Revista do Agronegócio da Unipampa**, v. 2, p. 22-22, 2017.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. (3a. ed.). São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. (1a. ed.). Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, R. K. Mixed methods research: Are the methods genuinely integrated or merely parallel. **Research in the Schools**, v. 13, n. 1, p. 41-47, 2006.