

MENSURAÇÃO E ANÁLISE DOS CUSTOS DA LOGÍSTICA REVERSA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF BATTERY REVERSE LOGISTICS COSTS AUTOMOTIVES

MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE COSTES DE LOGÍSTICA INVERSA DE BATERÍAS AUTOMOTRIZ

Fabício Oliveira Leitão, Dr.
Universidade de Brasília/Brazil
fabriciofol@hotmail.com

Fernando Oliveira Leitão Júnior
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/Brazil
fernandojunior@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do estudo foi mensurar os custos da logística reversa (LR) de sucatas de baterias automotivas no intuito de gerar informações para o melhor planejamento das decisões dos agentes envolvidos nesta cadeia. A fundamentação teórica utilizada para dar suporte à discussão foi a LR e os custos logísticos (CL). Para isto, foi realizada uma pesquisa básica, descritiva e quali-quantitativa, cujo procedimento técnico utilizado foi o estudo de caso e a análise documental. Os cálculos foram desenvolvidos com base em uma adaptação da metodologia para caracterização e estimativa de CL proposta pela FGV. Como principais resultados foi constatado que o custo da LR de baterias automotivas é de R\$ 156,71 por tonelada de sucata, e que o direcionador de custo que teve maior relevância foi o de transporte, responsável por 58,5% do custo logístico reverso total.

Palavras-chave: Custos logísticos; Logística reversa; Baterias automotivas.

ABSTRACT

The objective of the study was to measure the costs of reverse logistics (RL) of scrap automotive batteries in order to generate information for better planning decisions of the agents involved in this chain. The theoretical basis used to support the discussion was the RL and the logistic costs (LC). For this, a basic, descriptive and qualitative and quantitative research was carried out, whose technical procedure used was the case study and document analysis. The calculations were developed based on an adaptation of the methodology for characterization and estimation of LC proposed by the FGV. The main results showed that the cost of RL of automotive batteries is R \$ 156.71 per ton of scrap, and that the most relevant cost driver was transportation, which accounted for 58.5% of the total. total reverse logistics cost.

Keywords: Logistic costs; Reverse logistic; Automotive batteries.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue medir los costos de la logística inversa (LI) de las baterías automotrices de desecho para generar información para mejores decisiones de planificación de los agentes involucrados en esta cadena. La base teórica utilizada para apoyar la discusión fue el LI y los costos logísticos (CL). Para esto, se realizó una investigación básica, descriptiva y cualitativa y cuantitativa, cuyo procedimiento técnico utilizado fue el estudio de caso y el análisis de documentos. Los cálculos se desarrollaron con base en una adaptación de la metodología para caracterización y estimación de CL propuesta por FGV. Los principales resultados mostraron que el costo de la LI para las baterías automotrices es de R \$ 156,71 por tonelada de chatarra, y que el factor de costo más relevante fue el transporte, que representó 58,5% del total. Costo total de logística inversa.

Palabras clave: Costos logísticos; Logística inversa; Baterías automotrices.



1 INTRODUÇÃO

Ballou (2006) e Bowersox e outros (2013) relatam que a logística é um processo de planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenagem, que visam 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 e melhorar o nível de serviço oferecido para o cliente.

Nos últimos anos a logística 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 grande (LEITÃO; SALIM, 2020; LEITÃO et al., 2021).

Estudos sobre baterias automotivas tem ganhado notoriedade no mundo acadêmico, notadamente pelo potencial de agredir o meio ambiente, caso não seja dado a destinação correta para sua sucata após o término da vida útil. Além disso, o número de baterias produzidas e consumidas no Brasil tem aumentado vertiginosamente (PEREIRA; BÁNKUTI, 2016), o que agrava ainda mais o problema, e dá importância para estudos realizados com esse objeto.

O transporte tem sido apontado como um dos principais fatores dos custos logísticos (CL) no Brasil. Alguns estudos afirmam que esse é o mais significativo dos CL (BALLOU, 2006; BOWERSOX et al., (2013); KUSSANO; BATALHA, 2012; LEITÃO; GRANEMANN; SILVA, 2016; SILVA; LEITÃO; SILVA, 2018; LEITÃO; SILVA; DEL GROSSI, 2019; LEITÃO; SALIM, 2020; LEITÃO et al., 2021). Sabe-se que os CL são formados por direcionadores de custos e que esses são influenciados por variáveis internas e externas, como a distância entre origem e destino da carga, a característica e a densidade do produto, dentre outras (LEITÃO e ALMEIDA, 2019; LEITÃO; SALIM, 2020; LEITÃO et al., 2020; LEITÃO et al., 2021)

A bateria automotiva um acumulador que transforma energia química em energia elétrica e vice-versa, normalmente por meio de uma reação de oxirredução (CASTRO; BARROS; VEIGA, 2013). Nosso país possui amplo parque industrial, sendo que os estados de São Paulo e do Paraná concentram a maior parte dessa atividade (CASTRO; BARROS; VEIGA, 2013).

Paralelamente às questões relacionadas à produção e sua destinação correta, via LR, a legislação brasileira estabelece critérios para a produção, distribuição e comercialização de baterias automotivas através do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que, 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, estabelecendo os critérios e padrões para gerenciamento ambiental de baterias comercializadas no território nacional, dentre outras providências (BRASIL, 2008).

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 CL adicionais, que podem influenciar a competitividade das organizações, pois seus custos devem ser incluídos no planejamento de seus custos de produção (BRASIL, 2010).

Diante do exposto, este trabalho buscou levantar informações e promover a discussão de temas que até então tem disso pouco discutidos (LEITÃO; ALMEIDA, 2019), como o caso do levantamento de CL reversos em cadeias produtivas (LEITÃO et al., 2021), destacando dentre as principais lacunas de pesquisa a ausência de trabalhos utilizando o procedimento técnico do estudo de caso (LEITÃO et al., 2020), realização de pesquisas empíricas aplicadas ao setor de baterias automotivas, e a mensuração de custos da LR adotando metodologias

inovadoras (LEITÃO; SALIM, 2020).

Destarte, o objetivo do artigo foi analisar quais os custos da LR de baterias automotivas e seus direcionadores de custos estão associados a este processo, assim como seus respectivos valores, para compreender seu grau de influência 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 CL associados à prática desses subsistemas logísticos, pouco explorado por pesquisadores da área, assim como lacuna apontada por Leitão e outros (2020) e Leitão e outros (2021). Além disso, as informações serão úteis para gestores que atuam na cadeia logística de baterias automotivas, visto que podem ajudar na elaboração do planejamento das operações para a tomada de decisão, assim como recomendado por Leitão e Almeida (2019) e Leitão e Salim (2020).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Logística reversa no contexto da legislação brasileira

Leite (2017) 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 utilizassem desta ferramenta de forma aplicada em seus negócios.

Os canais de distribuição reversos de pós-consumo (reciclagem, reuso e de desmanche) 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, 2017). 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, 2017, p. 7). As baterias automotivas se enquadram nessa classificação.

A preocupação com as mercadorias após o seu tempo de vida útil tem se tornado uma prática comum entre os consumidores e nas últimas décadas a atenção dada à LR cresceu bastante (CERQUEIRA; GUARNIERI; FARIA, 2022). 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 (CERQUEIRA; GUARNIERI; FARIA, 2022). Nos últimos anos ficou ainda mais evidente, com o aumento considerável das atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens (SILVA; GUARNIERI; JUNQUEIRA, 2017).

Segundo Cerqueira, Guarnieiri (2022), 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, 2019).

Fabricantes de bebidas gerenciam o retorno das garrafas, siderúrgicas utilizam como insumo de produção a sucata gerada por clientes, indústrias de latas de alumínio fazem uso de matéria-prima reciclada e,

mais recentemente, indústrias de eletrônicos, varejo e automobilística passaram a lidar com o fluxo de retorno de embalagens, de devolução de clientes ou reaproveitamento de materiais para produção. Esses são exemplos de setores que passaram a ter necessidade de gerenciar o fluxo do ponto de consumo até o ponto de origem (SILVA; GUARNIERI; JUNQUEIRA, 2017; GUARNIERI; BRAGA, 2017; CAMPOS, et al., 2017; SANTOS; GUARNIERI, 2018).

Leite (2017) afirma 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. A sucata da bateria é um caso emblemático, uma vez que as empresas pagam até R\$ 39,00 por cada bateria usada (IVANENKO, 2018), mostrando ser compensatório cuidar de sua LR

De acordo com Bowersox e outros (2013), a evolução da LR também provém das legislações pertinentes que proíbem o descarte indiscriminado de resíduos no meio ambiente. 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.

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 versa sobre a LR em vários aspectos. De forma mais específica, a legislação fala 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).

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 dessa Lei. De tal modo, os fabricantes e/ou comerciantes desse produto devem cumprir as regras estabelecidas. 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). Um dos problemas da Lei é que não fica claro qual responsabilidade específica de cada agente ao longo da cadeia produtiva, dificultado assim uma potencial punição que poderia emergir devido sua transgressão.

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 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 nessa 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.

Maurício e Jabbour (2017) estudaram as barreiras e motivações para a adoção de práticas de *Green Supply Chain Management* no setor de baterias automotivas e mostraram que as principais práticas adotadas pelas empresas estudadas são a gestão ambiental interna e a LR e conseqüentemente as mais afetadas pelos fatores externos as Regulamentações Governamentais e Legislações, ao qual relatam que essas cumprem com as legislações e regulamentações vigentes e pertinentes ao setor. Parece não estar claro, nem ser tão fácil, o cumprimento da legislação, porém, conforme apontado por Maurício e Jabbour (2017), é possível fazer.

Ladeira, Vera e Trigueiros (2014) mostraram que a LR colabora para uma gestão sustentável da organização, possibilitando a reutilização dos resíduos sólidos, como acontece com as sucatas das baterias automotivas, e diminuindo os impactos gerados pelos mesmos no meio ambiente. Mello e Sehnen (2016) apontaram que as práticas realizadas por uma empresa de tratamento de resíduos sólidos industriais conseguem atender à legislação, porém, precisa melhorar no que diz respeito às práticas de sistemas de reciclagem e LR.

2.2 Custos logísticos (CL)

Os CL impactam consideravelmente os ganhos das empresas, sobretudo com que tange aos custos com o transporte e estoque dos produtos que (DE OLIVEIRA et al., 2022) e compõem parte importante nos valores das mercadorias que serão entregues (PÉRA et al., 2019).

Para Faria e Costa (2007) os CL 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.

Leitão e Almeida (2019) salienta que antes de tratar os CL de forma isolada, é 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 Leitão e Almeida (2019), 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 (LEITÃO; ALMEIDA, 2019).

No que concerne o custo de transporte, Bowersox e outros (2013) 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 (2006) 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. Leitão e Almeida (2019) identificou que o custo de oportunidade chega a representar até 80% do custo de estoque. Kussano e Batalha (2012) corroboram 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; BATALHA, 2012).

Segundo Leitão e Almeida (2019) 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 e Batalha (2012), 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 CL reverso total de baterias automotivas.

Alguns autores mostram que os principais CL são os de transporte (BALLOU, 2006; BOWERSOX et al., 2013; KUSSANO; BATALHA, 2012; LEITÃO; GRANEMANN; SILVA, 2016; SILVA; LEITÃO; SILVA, 2018; LEITÃO; SILVA; DEL GROSSI, 2019). Porém, outros estudos têm apontado outros CL como relevantes, como o estudo de Leitão e Almeida (2019), que apontou o custo administrativo como o mais importante para a LR de embalagens de defensivos com 47% da representatividade total, sendo que nesse estudo o custo com transporte ficou em terceiro lugar (14%), atrás dos custos com embalagens (26%).

Os estudos supracitados mostram que os CL estão diretamente relacionados às características do produto, como seu grau de perecibilidade e de densidade, e de outras variáveis como impostos locais, mão de obra, distância, armazenagem, transbordo, dentre outras, o que justifica ainda mais a importância deste estudo para melhor entender a cadeia e os custos da LR de baterias automotivas, que contribuirá para a discussão do tema.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente estudo foi realizada uma pesquisa básica, descritiva e quali-quantitativa, cujo procedimento técnico utilizado foi o estudo de caso e a análise documental. Foram coletados dados primários para buscar respostas ao objetivo geral norteador do estudo. A tratativa do problema foi conduzida 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 (YIN, 2014).

Para Yin (2014), o estudo de caso é uma estratégia escolhida ao se examinar acontecimentos contemporâneos, como é o caso do levantamento dos custos da LR de baterias automotivas. O estudo de caso foi escolhido porque através dele foi possível analisar informações em nível de profundidade tal que permitisse o levantamento dos CL reversos, permitindo posteriormente ser extrapolado para outros casos similares. Adicionalmente, o uso de uma amostra não-probabilística para a condução do estudo, os resultados não podem ser estatisticamente generalizados, porém, podem ter generalização analítica, isto é, as proposições teóricas geradas são aplicáveis a outros cenários (YIN, 2014).

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 nesse 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 esse fornecedor utiliza para a entrega das baterias até a cidade de Unaí, MG. A origem é a cidade de Apucarana, PR e o destino, Unaí, 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. Essa soma de instrumentos para coleta de dados, segundo Yin (2014), convencionou-se chamar de triangulação de instrumentos de pesquisa. Este método dá uma maior confiabilidade e robustez aos dados obtidos em um estudo de caso.

A observação direta não participante se caracterizou pelo fato de os 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.

Para a etapa de mapeamento dos processos logísticos foi realizada uma análise sobre o caminho reverso das sucatas de baterias recolhidas pela empresa e, posteriormente, desenhado o fluxograma do processo. Através de entrevistas semiestruturadas com dois gerentes e oito colaboradores responsáveis pelo recolhimento das baterias, foram coletados dados primários que deram suporte à construção do fluxograma.

Os cálculos dos CL foram feitos com base na metodologia proposta por Reis e Constante (2011). Estes pesquisadores desenvolveram a metodologia do GVcelog – Centro de Excelência em Logística e *Supply Chain*, para o cálculo dos CL associados ao fluxo de mercadorias, junto a Fundação Getúlio Vargas (FGV). Vale ressaltar que foram feitas algumas adaptações para a aplicabilidade do caso em tela.

Para o levantamento dos direcionadores que compõem o custo total da cadeia reversa, foi feita uma

pesquisa documental com dados secundários. Os custos encontrados na LR das sucatas de baterias foram inseridos, contabilizados e apresentados em tabelas, que serão apresentados no próximo capítulo.

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

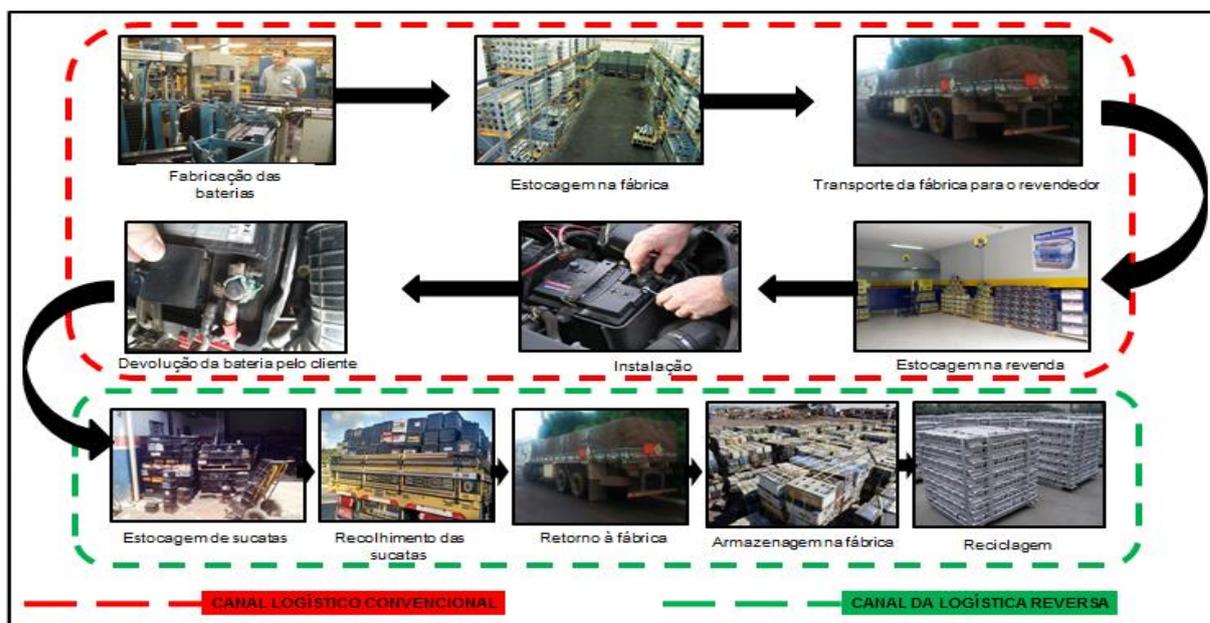
Para o levantamento do cálculo do custo total da LR de baterias, foi utilizado como recorte o fluxo que envolve uma carga de caminhão que suporta 19 toneladas de baterias automotivas, com a rota de Unaí, MG até Apucarana, PR (1.260 km). A partir deste recorte foram feitos todos os cálculos do custo total da LR utilizando a metodologia supracitada, que serão apresentados a seguir.

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 Unaí, MG, bem como as etapas da LR. Nota-se, através da figura 1, que são adicionados cinco etapas pelas quais a bateria tem que passar até chegar seu destino final para perfazer seu canal reverso, e que certamente tem um custo. Sendo assim, o foco do levantamento do CL será das etapas exclusivas da LR, apresentadas na figura 1.

Figura 1 - Canal logístico convencional e reverso das baterias automotivas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Nota-se que o canal reverso das baterias é composto basicamente por dois tipos de atividades logísticas: transporte, e estocagem/armazenagem. Essas atividades, conforme ressalta Bowersox e outros (2013), 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 esse 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.

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 corresponde a 1.260 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 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 de baterias automotivas

Foram identificados cinco direcionadores de custos dentro do 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 CL total pôde ser mensurado a partir do somatório dos elementos dos CL individuais, apresentados 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

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Para mensurar os CMM, foi preciso fracioná-lo em três subprocessos, o CT em dois, o CM em quatro, o CE em dois, e o CA apenas o custo de pessoal direcionado. A seguir serão apresentados os procedimentos de cálculo utilizados para mensurar cada custo, de forma segregada.

4.2.1 Custo de movimentação de materiais

A empresa contrata dois colaboradores para carregar o caminhão com sucatas de baterias, que recebem R\$ 30,00 por tonelada de bateria carregada. A Tabela 2 mostra 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 x R\$ 30,00	R\$ 570,00
Custo total		R\$ 570,00

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

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 esse 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; BATALHA, 2012). De acordo com dados da pesquisa, a distância percorrida de Unaí, MG até Apucarana, PR foi de 1.260 Km. De acordo com informações levantadas junto aos entrevistados, foi possível identificar que o veículo utilizado no transporte das baterias tem consumo de 3 quilômetros por litro de combustível (diesel).

O custo com pedágio foi calculado considerando que, durante o percurso, o veículo passa por quatro praças de pedágio. O veículo analisado 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 Arapongas, 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, outubro de 2019, era de R\$ 3,952 por litro. Esse valor foi extraído de uma média dos valores de venda praticados em 10 postos de combustível no município de Unaí, MG, levantados no portal da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2019).

Tabela 3 - Custo de transporte

Descrição do custo	Descrição	Custo identificado
Combustível	(1.260 km/3) x R\$ 3,952	R\$ 1.659,84
Pedágio	(R\$ 4,8 x 4 eixos) + (R\$ 4,2 x 4 eixos) + (R\$ 4,2 x 4 eixos) + (R\$ 7,5 x 4 eixos)	R\$ 82,80
Custo total		R\$ 1.742,64

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

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 com pedágio, sobretudo, no estado do Paraná.

4.2.3 Custo de manutenção

O custo de manutenção apresenta grande parcela na contabilização do CL 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 extraídos de documentos, foi possível identificar que a cada dois meses, ou 40.000 km rodados, são trocados o óleo e o filtro do caminhão, onde 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.

Nas entrevistas foi identificado que devido a quantidade de ácido expelido pelas sucatas de baterias na carroceria do caminhão durante o trajeto, é necessário fazer reparos que a cada dois anos ou substituir todo o madeiramento da carroceria. Este ácido, em contato com a madeira, causa apodrecimento prematuro, diminuindo sua vida útil. A manutenção ou substituição do assoalho da carroceria do caminhão custam, em média, 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	$(R\$ 1.500,00/80.000 \text{ Km}) \times 1.260 \text{ km} \times 8 \text{ pneus}$	R\$ 189,00
Aquisição de pneus dianteiros	$(R\$ 1.500,00/120.000 \text{ Km}) \times 1.260 \text{ km} \times 4 \text{ pneus}$	R\$ 63,00
Troca de óleo e filtro	$(R\$ 450,00 / 40.000 \text{ km}) \times 1.260 \text{ km}$	R\$ 14,17
Lonas de Freio	$(R\$ 740,00 / 50.000 \text{ km}) \times 1.260 \text{ km}$	R\$ 18,64
Manutenção periódica da carroceria	$R\$ 3.200,00 / 96$	R\$ 33,33
Custo total		R\$ 318,15

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Observa-se que o custo total de manutenção é de R\$ 318,15, e que o custo oriundo da aquisição de pneus novos é o mais relevante no cálculo do custo de manutenção.

4.2.4 Custo administrativo

O custo administrativo foi levantado levando em consideração apenas no custo com o motorista do caminhão, pois 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, o caminhão transportava 19 toneladas de sucatas, e foi constatado através das entrevistas que o motorista realiza, em 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	$(R\$ 2.600/8) + (19 \text{ ton} \times R\$ 30,00)$	R\$ 895,00
Custo total	R\$ 895,00	

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

É notório que o custo administrativo é relevante no somatório do CL total. Percebe-se que esse 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)	$(R\$ 1.200,00/220 \text{ horas}) \times 4 \text{ funcionários}$	R\$ 21,81
Custo total identificado	R\$ 21,81	

Fonte: dados da pesquisa (2019).

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 CL reverso total. A Tabela 7 apresentam os resultados.

Tabela 7 - Custo logístico reverso total

Direcionador	Valor identificado	%
Custo de transporte	R\$ 1.742,64	58,5
Custo de manutenção	R\$ 318,15	10,7
Custo administrativo	R\$ 895,00	30
Custo de movimentação de materiais (fábrica)	R\$ 21,81	0,8
Total	R\$ 2.977,6	100

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com o somatório de todos os CL chegou-se ao total de R\$ 2.977,6 por carga de 19 toneladas, o qual compõe o CL reverso total das baterias automotivas. Esse valor, se dividido pela quantidade de toneladas de sucatas recolhidas, corresponde a uma importância de R\$ 156,61 por tonelada. Vale ressaltar que os direcionadores de custos podem variar conforme a quantidade de sucatas recolhidas, exceto o custo transporte, que é fixo, independente da quantidade de toneladas carregadas.

Observa-se que o direcionador de custo com maior relevância foi o custo de transporte (58,5%), devido principalmente pelo alto valor gasto com combustível. Essa informação corrobora com outros estudos, comprovando que o custo com transporte representa o maior CL, nesse caso, o maior custo da LR de baterias automotivas. Outro direcionador de custo relevante na formação do CL foi o administrativo (30%). No que se refere aos outros direcionadores de custos, o resultado encontrado foi de 10,7% para custo com manutenção do caminhão e 0,8% para custo de movimentação de materiais na fábrica.

Os resultados corroboram com o que já foi apresentado por Ballou (2006), Kussano e Batalha (2012), Bowersox e outros (2013), Leitão, Granemann e Silva (2016), Silva, Leitão e Silva (2018), e Leitão, Silva e Del Grossi (2019). Porém, assim como apontado por Leitão e Almeida (2019), o custo administrativo também se mostrou bastante relevante no resultado final deste estudo, mostrando que realmente esse custo merece destaque.

Adicionalmente, assim como proposto por Yin (2014), os resultados do estudo de caso nos permitiram fazer a seguinte proposição teórica, que poderá ser testada em estudos quantitativos futuros: o custo da LR influencia significativamente os custos logísticos das cadeias produtivas, notadamente os custos de transporte.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se propôs a fazer uma análise e mensuração dos custos associados à LR das baterias automotivas a fim de identificar quais os direcionadores de custos exercem influência na formação do CL reverso total. Para atingir o objetivo proposto foi necessário mapear 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, mas é composto somente por dois tipos de atividades logísticas: transporte e estocagem/armazenagem.

Os resultados deste estudo nos permitiram fazer uma generalização analítica, assim como proposto por Yin (2014), em que a LR influencia os custos logísticos das cadeias produtivas, notadamente os custos de transporte.

Constatou-se que a estrutura dos CL 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, sendo responsável por 58,5% de todo o CL reverso. Notou-se também que esse 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 (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 relevante, e representou 30% dos CL. Notou-se que esse 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 esse representa 10,7% do total, e que é fortemente influenciado pelo custo despendido na aquisição de pneus novos. O custo de movimentação de materiais correspondeu a 0,8% do total.

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.

A principal contribuição foi a disponibilização de informações para melhor fundamentar a discussão que permeia a importância do levantamento dos CL em cadeias produtivas, notadamente os custos com a LR, que é tão carente de estudos. Outra contribuição do trabalho foi mostrar que o custo da LR de baterias automotivas é de R\$ 156,71 por tonelada de sucata (R\$ 2.977,6/19), e que o direcionador de custo que teve maior representatividade foi o de transporte, responsável por 58,5% do CL reverso total. Se considerarmos que cada bateria pesa, em média, 13kg, temos um custo médio de R\$ 2,03 por bateria (R\$ 2.977,6/19ton/1.000x13), que deveria ser considerado no planejamento para a composição dos custos de produção/distribuição.

Vale ressaltar que há volume considerável em nosso país de baterias automotivas, sendo que o descarte correto da sucata e 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.

Outra informação relevante que o trabalho nos permite trazer é que a LR das baterias permite ganhos consideráveis para a cadeia produtiva, reduzindo, assim, o uso de matéria-prima virgem, fazendo com que esse custo seja revertido no processo produtivo, mostrando que a LR não pode ser vista apenas como despesa, mas também como ganhos para a cadeia. Adicionalmente, a LR das baterias é fundamental porque o descarte incorreto pode levar a contaminação do solo e outras formas de poluição, trazendo também ganhos ambientais.

Este estudo serve como suporte para futuros estudos que tenham como foco o levantamento de custos em cadeias produtivas, e poderá servir para fazer comparações com outros resultados de pesquisas. Sendo assim, sugere-se que outros estudos sejam realizados com o intuito de aprofundar a discussão sobre os CL reversos na cadeia de baterias em outros locais do Brasil e até em outros países ou em outras cadeias produtivas, para permitir fazer as comparações pertinentes e, assim, ampliar a discussão sobre o tema. Sugere-se também que sejam realizados trabalhos quantitativos utilizando engenharia econômica para que possa ser feita uma generalização estatística sobre a influência da LR nos CL.

Artigo submetido para avaliação em 17/10/2019 e aceito para publicação em 25/05/2023

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. SÍNTESE DOS PREÇOS PRATICADOS (ANP). Disponível em: http://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Por_Municipio_Posto.asp. Acesso em: 16 out. 2019.

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

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. J. COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.

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**, Publicada no DOU nº 215, de 5 de novembro de 2008, Seção 1, página 108-109

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 International 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. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1511/3/A%20mar37_11_Baterias%20automotivas-panorama%20da%20ind%20no.pdf. Acesso em: 20 ago. 2019.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE); - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Portal O Carreteiro**,. Disponível em: <https://www.postodasbaterias.com.br/logistica-reversa/logistica-reversa/reciclagem-de-baterias.html>. Acesso em: 20 set. 2019.

CERQUEIRA STREIT, J, A, ; GUARNIERI, P.; FARIAS, J. S, . Inovação no contexto da logística reversa e da economia circular: descobertas recentes e pesquisas futuras através do methodi ordinatio. **Desafio Online**, v. 10, p. 152-179, 2022.

DE OLIVEIRA, A. L. R.; MARSOLA, K. B.; MILANEZ, A. P.; FATORETTO, S. L. R. Performance evaluation of agricultural commodity logistics from a sustainability perspective. **Case Studies on Transport Policy**, vol 10, nº 1, pg 674-685, 2022.

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**, p. 191-216, 2016.

FARIA, A. C., COSTA, M. F. G. **Gestão dos custos logísticos**. São Paulo: Atlas, 2007.

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.

IVANENKO, F. Bateria usada, uma sucata valiosa e perigosa. Disponível em: <https://www.maosaoauto.com.br/2015/06/bateria-usada-uma-sucata-valiosa-e-perigosa> . Acesso em: 17 out. 2019.

KUSSANO, M. R., BATALHA, M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 619-632, 2012

LADEIRA, R.; VERA, L. A. R.; TRIGUEIROS, R. E. Gestão dos resíduos sólidos e logística reversa: um estudo de caso em uma organização do setor de construção civil. **Gestão & Planejamento**, Salvador, v. 15, n. 2, p. 283-304, mai./ago. 2014.

LEITÃO, F. O.; Granemann, S. R.; SILVA, W. H. Custos da segregação na cadeia logística da soja para a oferta de um produto livre de transgênicos. **Custos e Agronegocio On Line**, v. 12, p. 220-244, 2016.

LEITÃO, F. O.; ALMEIDA, U. C. O custo da logística reversa das embalagens de defensivos agrícolas: um estudo multicasos com os elos responsáveis pelo retorno dos recipientes vazios. **Custos e Agronegocio On Line**, v. 15, p. 170-205, 2019.

LEITÃO, F. O.; SILVA, W. H.; GROSSI, M. E. Mercados Institucionais: comercialização e aferição de produtos orgânicos. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 27, p. 590-616, 2019.

LEITÃO, F. O.; SALIM, O. O. O papel da logística reversa na mitigação do desperdício em cadeias de suprimentos agroalimentares. **Informe Gepec**, v. 24, p. 154-173, 2020.

LEITÃO, F. O.; SILVA, W. H.; SILVA, R. A.; BRISOLA, M. V. Levantamento dos custos logísticos da distribuição física da polpa de frutas em uma cooperativa de agricultores familiares. **Custos e Agronegocio On Line**, v. 16, p. 397-420, 2020.

LEITÃO, F. O.; LACERDA, M. S.; THOME, K. M.; RODRIGUES, E. C. C. O custo da logística reversa dos resíduos do coco verde. **Custos e Agronegocio On Line**, v. 17, p. 156-187, 2021.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. 3a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2017.

MAURÍCIO, A. L.; JABBOUR, A. B. L. S. Fatores críticos de sucesso à adoção de GSCM: estudo de casos no setor de baterias automotivas. **Gestão & Produção**, v. 24, p. 78-94, 2017.

MELLO, T. H. C.; SEHNEM, S. Gestão de resíduos sólidos: um estudo de caso na Cetric (Central de tratamento de resíduos sólidos industriais) de Chapecó-SC. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v. 17, n. 3, 432-462, set./dez. 2016. DOI: 10.21714/2178-8030gep.v17i3.3537

PÉRA, T. G.; BARTHOLOMEU, D. B.; SU, C. T.; CAIXETA FILHO, J. V. Evaluation of green transport corridors of Brazilian soybean exports to China. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, vol 16, n° 3, pg 398-412, 2019.

PEREIRA, J. A.; BÁNKUTI, S. M. S. Estrutura de Mercado e Estratégia: Um Estudo na Indústria Brasileira de Baterias Automotivas. **Revista Ibero-Americana de Estratégia - RIAE** v. 15, n. 1. Jan./mar. 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: <https://gvpesquisa.fgv.br/publicacoes/gvp/um-modelo-para-avaliar-eficiencia-da-logistica-no-brasil>. Acesso em: 10 abr. 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.

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.

SILVA, W. H.; LEITÃO, F. O.; SILVA, M. A. Custos logísticos associados ao comércio institucional de alimentos na agricultura familiar: o caso do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Custos e Agronegócio On Line**, v. 14, p. 332-356, 2018.

YIN, R. K. **Case study research: desing and methods**. 5. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.