
**LOGÍSTICA REVERSA NA MINERAÇÃO:
UMA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO APLICADA À DEVOLUÇÃO DE MATERIAL**

Fernanda Chaves Maranhão de Araújo¹
Paulo De Tarcio Castro Nogueira
Telma Maria Chaves Ferreira da Silva²
Eliene Cristina Barros Ribeiro²
Cléber Augusto Pereira²

Submetido: 26/05/2023 | Aprovado: 01/10/2024 | Publicado: 24/04/2025

Editor associado: Elton Oliveira de Moura

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/2526-2289a2025id7744>

Resumo: As empresas estão num cenário em constante mudança, buscando mais eficiência e uma melhoria contínua, almejando alcançar as melhores práticas para a continuidade no mercado. A atividade de mineração no Brasil não foge dessa realidade, visto que é uma das principais atividades nos contextos nacional e internacional, prestando um importante papel para o desenvolvimento socioeconômico do País. O objetivo geral deste é analisar o processo de logística reversa em uma grande mineradora no Brasil, com foco na devolução de materiais em 2022, considerando os aspectos econômicos e ambientais. Adotou-se uma proposta metodológica de investigação-ação em que o estudo examina as informações disponibilizadas pelo sistema empresarial e analisa o protocolo institucional do procedimento interno de devolução da organização. Como conclusão do estudo foi possível extrair a elevada relevância financeira e ambiental da logística reversa na organização. Para futuras investigações, recomenda-se analisar a eficiência da logística reversa em diferentes setores da organização.

Palavras-Chave: Ambiental; Logística-reversa; mineradora.

**REVERSE LOGISTICS IN MINING:
AN ACTION INVESTIGATION APPLIED TO THE RETURN OF MATERIAL**

Abstract: Companies are in a constantly changing scenario, seeking more efficiency and continuous improvement, aiming to achieve the best practices for continuity in the market. The mining activity in Brazil is no exception to this reality, since it is one of the main activities in the national and international contexts, playing an important role in the socioeconomic development of the country. In this sense, the general objective of this is to analyze the reverse logistics process in a large mining company in Brazil, focusing on the return of materials in 2022, considering economic and environmental aspects. Through a methodological proposal of an action-research, the article examines the information made available by the business system and analyzes the institutional protocol of the organization's internal return procedure. As a result of the research, it is possible to extract the high financial and environmental relevance of reverse logistics in the organization. Finally, for future research, it is recommended to analyze the efficiency of reverse logistics in different sectors of the organization.

Keywords: Reverse Logistics, environmental; mining company; action research

¹ Universidade Estadual do Maranhão

² Universidade Federal do Maranhão

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia de 2020, cerca de 2,5% do Produto Interno Bruto está relacionado à mineração. Essa atividade é responsável pelo fornecimento de matéria-prima para diversos setores econômicos, tais como a siderurgia, a metalúrgicas, a petroquímicas e outros setores. Observa-se que a mineração atrai investimentos, trazendo um retorno financeiro e contribuindo para a geração de empregos diretos e indireto. Para além disso, destaca-se que o minério de ferro é um dos principais produtos de exportação do Brasil, contribuindo diretamente para o aumento dos indicadores econômicos do país (Brasil, 2022).

Diante da importância da atividade mineradora no Brasil, foca-se neste estudo na logística das mineradoras no Brasil. Segundo Gartner (2011), a logística está relacionada ao fluxo de produtos, iniciando o processo do fluxo na necessidade de atender à solicitação de um produto e finalizando quando ocorre a entrega no destino final. Esse contexto remete à possibilidade de ocorrência de um fluxo reverso que vai desde o ponto de consumo até o início da produção, ou seja, o conceito de logística reversa.

Lacerda (2002) destaca que o conceito de logística reversa é amplo e não se encerra com a entrega ao cliente. Quando os produtos se tornam obsoletos, danificados, deixam de funcionar ou estão armazenados incorretamente, eles devem ser destinados de forma adequada para descarte, reparo ou reaproveitamento. Essa abordagem enfatiza a relevância de dois aspectos: o financeiro e o ambiental.

No aspecto financeiro, existem diversos custos que englobam o processo, desde compra da matéria-prima, armazenagem até a estocagem. Também está incluído o processo de custo do ciclo reverso, que abrange o fluxo de materiais de pós-consumo até a sua reintegração ao ciclo. No aspecto ambiental, considera-se a relevância de se averiguar o impacto que a atividade e o produto geram sobre o meio ambiente (Lacerda, 2002).

Chaves et al. (2019) realizaram um estudo com o objetivo de caracterizar o estado da arte na área de logística reversa, verificando as publicações de destaque nas bases de dados Science Direct e Web of Science por meio de análises bibliométrica e sistêmica. Os autores identificaram 462 artigos e concluíram que as publicações sobre o tema têm aumentado constantemente ao longo dos anos, sendo os Estados Unidos o país com o maior número em

publicações e parcerias. Diante do cenário descrito, surge a seguinte questão de partida: Como o processo de logística reversa gera impacto em uma mineradora? Assim, o objetivo geral deste artigo é analisar o processo de logística reversa em uma mineradora, com foco na devolução de materiais em 2022, considerando os aspectos econômicos e ambientais.

Diante disso, a justificativa para esse estudo é fundamentada na importância do tema sob aspecto ambiental e econômico no Brasil. A proposta do trabalho foi realizar uma análise da evolução do processo de devolução de materiais para o armazém e como este acaba impactando em uma grande organização mineradora, possibilitando a redução do desperdício, a redução de custos e um menor impacto ambiental no Brasil.

O presente estudo está estruturado em cinco partes. A primeira parte é representada por esta introdução, e a segunda traz a abordagem do referencial teórico do tema. Na terceira, apresentam-se os argumentos da metodologia do artigo, e na quarta parte a apresentação e a análise dos resultados. Por fim, na quinta parte, apresentam-se as considerações finais, limitações e recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA

Segundo Leite (2017), a logística pode ser entendida como uma das mais antigas e inerentes atividades humanas. Sua principal missão é disponibilizar bens e serviços gerados para uma sociedade. A definição de logística apresentada por Moura (2006) ressalta que o processo logístico não existe isoladamente, mas sim engloba toda cadeia de abastecimento, tanto dentro quanto fora da organização. Sendo assim, a logística tem um impacto em toda organização, cuidando de todo processo, desde sua armazenagem até a entrega da mercadoria.

Nesse cenário, a logística é uma função necessária para transportar e posicionar geograficamente o estoque, sendo responsável pelo funcionamento de toda a cadeia de suprimentos e possibilitando a produção e o consumo de bens (Bowersox, 2007).

O princípio da logística é garantir que os produtos estejam no lugar certo, no momento adequado, com o menor custo. As diversas formas de atuação da logística buscam uma melhoria contínua das operações, visando aumentar a eficiência na execução dos processos, o que

permite benefícios como o aumento da produtividade, a otimização dos procedimentos e a redução de custos.

Segundo Tavares (2009), a logística desempenha um papel fundamental por abranger e conectar toda organização através dos diversos departamentos da organização, tais como o setor de finanças, controle de produção e almoxarifado. A logística se destaca como um esforço sistemático e contínuo para agregar o máximo valor ao consumidor final e eliminar desperdícios, aumentando a eficiência do processo.

Diante do exposto sobre logística, o foco recai na logística reversa. Lacerda (2002) afirma que a logística reversa pode ser entendida como um processo complementar à logística tradicional, pois, enquanto a logística tem o papel de levar produtos de sua origem até os clientes intermediários ou finais, a logística reversa completa o ciclo, trazendo de volta os produtos já utilizados dos diferentes pontos de consumo ao destino correto. No processo da logística reversa, os produtos podem passar por uma etapa de reciclagem, percorrendo o chamado “ciclo de vida do produto”.

O conceito de logística reversa remete a todo ciclo de vida do produto, pois a vida útil do produto não termina quando ele é entregue ao cliente. Os produtos envelhecem, não funcionam ou avariam, e pode haver a necessidade de devolver esse material ao seu local de origem para que seja armazenado, sucateado, reparado ou reciclado adequadamente. A logística reversa é o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo reverso de mercadorias, ou seja, o retorno da mercadoria ao armazém, a condução ao descarte ou a destinação ao processo de reutilização. O objetivo do processo reverso é recuperar o valor ou realizar descarte correto. A logística reversa é uma área que inclui o fluxo e o gerenciamento de produtos e mercadorias, a pós-venda e a entrega aos clientes, incluindo devoluções para reparos ou ajustes (Gartner, 2011).

Segundo Orth;Ben (2020), o principal objetivo da logística reversa é atender aos princípios de sustentabilidade ambiental, destacando que a responsabilidade das organizações deve ser do início ao fim do processo da logística, ou seja, quem produz deve responsabilizar-se também pelo destino dos produtos gerados, e assim reduzir o impacto ambiental que causam

De acordo com Moura (2006), a importância do desenvolvimento da logística reversa se deve ao maior controle da legislação ambiental para as empresas, e o foco das normas

ambientais na responsabilidade das empresas controlarem todo o ciclo de vida de um produto e seus possíveis efeitos ambientais.

Couto;Lange (2017) realizaram uma análise de fatores que são desafios para os Sistemas de Logística Reversa que estão sendo implantados no Brasil, em relação aos aspectos: políticos e legais; operacionais; e sociais relacionados à mão de obra e à participação da população. O estudo realizou uma pesquisa documental a partir de relatórios técnicos de órgãos governamentais, estudos de viabilidade técnica e econômica e relatórios técnicos disponibilizados das empresas de pneus, óleo lubrificantes, etc. Os resultados indicam a existência de uma série de pontos críticos que necessitam ser discutidos e resolvidos para que os objetivos e as metas estabelecidas pelos acordos setoriais, que estão sendo firmados entre o Governo Federal e os setores produtivos, sejam factíveis de serem cumpridos.

Henkes; Aurélio (2015) descreveram a estrutura para logística reversa disponibilizada ao público consumidor em drogarias. Foram utilizadas quatro drogarias localizadas na região central da Capital de São Paulo, cada uma pertencente às grandes redes de varejo farmacêutico do Brasil. As drogarias foram investigadas nas esferas operacional, econômica, institucional e educacional. Verificou-se que a logística reversa de medicamentos é praticada por três das quatro grandes redes de varejo farmacêutico incluídas no estudo. Os autores observaram que essa prática é parcial, pois nem sempre atinge a totalidade das drogarias das redes, e notaram que existe uma carência de disponibilização de equipamentos para o descarte específico destes resíduos e de informações de educação ambiental para a população. Relativo à organização, observa-se que existe um desconhecimento das informações relativas à logística reversa e uma falta de divulgação sobre os cuidados com a destinação final dos medicamentos não utilizados e vencidos inclusive pelos funcionários das drogarias. Outro aspecto a destacar é a participação dos laboratórios farmacêuticos e órgãos públicos na prática de logística reversa de medicamentos é tímida.

Portanto, a vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Os materiais podem prejudicar o meio ambiente, tornar-se obsoletos ou danificados e devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente armazenados, descartados, reparados ou reaproveitados.

2.2 GESTÃO DO ALMOXARIFADO

Segundo Paoleschi (2009), o almoxarifado é o local destinado a guarda e conservação de materiais, em recinto coberto ou não, adequado à sua natureza, tendo a função de destinar espaço em que permanecerá cada item aguardando a necessidade de uso. A gestão de almoxarifado é o planejamento e a programação das necessidades, tal como o controle dos materiais para guardar e conservar os materiais que são adquiridos para utilização futura, a fim de atender às demandas de diversos usuários.

Neste sentido, Paoleschi (2009) afirma que o almoxarifado exerce a atividade de receber, estocar e preservar materiais de aplicação no processo produtivo, realizando a atividade de forma segura e organizada, garantindo um gerenciamento eficaz. O almoxarifado é responsável por assegurar que o material seja armazenado de maneira adequada, preservando a qualidade e a quantidade, impedindo que existe divergências. O armazém deve possuir instalações apropriadas pela conservação dos materiais e recurso de movimentação, para uma distribuição e atendimento rápido.

Dentre vários aspectos, destaca-se a importância das embalagens utilizadas para proteção dos produtos, evitando avaria durante o manuseio e o armazenamento, bem como para evitar roubos. Para proteger o produto de danos, a embalagem deverá ser adaptada ao produto, levando em consideração o grau de proteção exigido pelo produto. Destaca-se que o ambiente físico da armazenagem do produto afeta diretamente uma possibilidade de danos (Klipel, 2014).

Silva (2022) teve o objetivo de elaborar um diagnóstico situacional da gestão de estoques do almoxarifado central da UFPB com base em documentos institucionais selecionados. O estudo teve uma abordagem qualitativa e caráter descritivo e exploratório, que se utiliza das técnicas de pesquisa bibliográfica e documental com a técnica da análise de conteúdo de Bardin. A conclusão apresentou que a gestão de estoques dos materiais recebidos no almoxarifado central da UFPB avançou nos últimos anos. Porém, ressalta-se a necessidade de melhorias e modificações para o ambiente; incentivo para capacitações aos servidores sobre o trabalho realizado especificamente em almoxarifados; e disponibilidade de veículo e equipamentos, os quais influenciam na armazenagem e entrega dos itens aos setores requisitantes.

Oliveira;Lanzotti (2021) tiveram como objetivo de demonstrar o papel do almoxarifado

em uma indústria que produz redutores de velocidade. A proposta metodológica foi uma revisão bibliográfica e um estudo de caso na empresa WEG-CESTARI. A conclusão do estudo apresenta que a aplicação dos indicadores de eficiência resulta nas melhorias de estoque, desde o endereçamento adequado até a utilização de inventário cíclico para o seu controle, permitindo concluir que essas ações reduziram os valores dos índices de falhas na separação de peças para montagem.

Noal;Milani (2021) tiveram como objetivo geral prover subsídios para a melhoria da gestão do almoxarifado do Colégio de Ensino Médio e Fundamental de Santa Maria, melhorando a eficiência do processo de compras e reduzindo custos e consumo de materiais. A pesquisa utilizou dados de natureza quantitativa, associados a uma pesquisa documental. Os autores aplicaram os valores a serem utilizados na construção da Curva ABC e do Lote Econômico de Compras, e concluíram que é possível identificar a importância de usar métodos apropriados para a realização de compras e controle do consumo de materiais. O estudo objetiva destacar sobre a importância de critérios de avaliação para gerir o almoxarifado e ocorrer uma redução de custos e um aumento da eficiência no processo da gestão do almoxarifado. Assim, destaca-se a importância da gestão do almoxarifado focar no planejamento e programação da guarda e conservação de materiais para atender a demanda de usuários diversos, mas também focar na capacitação dos gestores sobre o processo de logística reversa no setor de almoxarifado. Considera-se necessária a inclusão do tema logística reversa dentro do planejamento do almoxarifado, considerando a importância no aspecto econômico e ambiental.

3 METODOLOGIA

. Este estudo foi desenvolvido através do método qualitativo descritivo com a metodologia da investigação-ação. Segundo Sousa;Baptista (2011), essa é uma metodologia que tem o duplo objetivo de ação e investigação no sentido de alcançar resultados na organização e no sentido de aumentar a compreensão por parte do investigador. A investigação-ação é uma metodologia dinâmica desenvolvida por uma espiral de planejamento, ação e procura dos fatos sobre os resultados das ações tomadas, representando um ciclo de análise e focando no problema. Desse modo, considerando a acessibilidade aos dados, este artigo

desenvolveu a metodologia da investigação-ação. Sousa;Baptista (2011) argumentam que a investigação-ação é orientada para a melhoria da prática nos diversos campos de ação, e pressupõe a melhoria das práticas mediante a mudança e a aprendizagem a partir das consequências dessas mudanças, permitindo a participação dos atores. A investigação-ação é desenvolvida no ciclo de ações apresentada na figura 1 abaixo.

Figura 1: Ciclo de investigação-ação



Fonte: Adaptado de Sousa e Baptista (2011).

Sousa; Baptista (2011) classificam a metodologia em três modalidades, a saber: técnica, prática e crítica, descrevendo as modalidades da seguinte forma:

- a) Investigação-ação técnica – Pode ser definida quando o investigador externo propõe a experimentação de resultados de investigações externas, e os objetivos e o desenvolvimento metodológico são predefinidos pelo investigador.
- b) Investigação-ação prática – Caracteriza-se por um protagonismo ativo e autônomo do investigador, sendo ele que conduz o processo de investigação.
- c) Investigação-ação crítica ou emancipadora – Pode ser definida mediante a transformação do próprio sistema, procurando facilitar a implementação de soluções que promovam melhorias.

Diante desse cenário, destaca-se que o estudo será desenvolvido no armazém de uma grande mineradora, a qual será chamada de Delta em razão da exigência do sigilo. Destaca-se que existe acessibilidade aos dados e o interesse sobre a reflexão da melhor prática na empresa. Assim, considera-se que este estudo se alinha com a proposta do item b do parágrafo anterior, o qual aponta a modalidade de investigação-ação prática.

De acordo com Sousa; Baptista (2011), a primeira fase do processo metodológico é o

diagnóstico do problema, e nesse contexto apresenta-se o seguinte problema: Como a organização tratou os materiais parados em áreas não especializadas em armazenagem? A fonte de dados deste estudo é informação disponibilizada do software empresarial e o documento de protocolo de controle interno da organização. Assim, considera-se este estudo como uma abordagem documental. A organização utiliza um sistema SAP no armazém X, no qual é possível verificar a gestão financeira, fiscal, tributária e o controle de estoque.

A segunda fase é a construção do plano de ação para abordar a questão, focando exclusivamente na demanda de materiais do setor portuário em razão da relevância econômica e ambiental do material desse setor. Para alcançar o objetivo deste estudo, foram executados os seguintes passos:

- análise do Procedimento Operacional (PRO) e do Sistema Gestão Integrado de nomenclatura SAP da organização;
- rastreamento no SAP da devolução de materiais do porto para o armazém X;
- verificação do custo de aquisição e custo atualizado pelo valor de mercado em moeda estrangeira;
- procura do protocolo de segurança para as devoluções.

Houve concordância da organização para utilização e publicação das informações, no entanto, sem permissão de citação do nome da entidade ou identificação do armazém. Os dados foram obtidos através da coleta das informações do sistema SAP, utilizado pela organização. O acesso ao sistema ocorreu através de *login* de usuário e senha, e nesse acesso houve a seleção da operação de rastreamento e custos do sistema SAP para coleta dos dados. Assim, identificou-se os dez maiores valores totais de devolução do porto para o armazém X.

No sistema foram encontrados 297 materiais que retornaram ao armazém X entre 01 de janeiro de 2022 a 30 de novembro 2022, com o preço unitário de aquisição variando entre R\$ 1,87 a R\$ 731.983,62. Como critério de inclusão do material foram considerados o valor, o peso e o tamanho. Assim, para viabilidade de execução da pesquisa, fez-se a seleção dos dez maiores valores, referente à relevância do valor total da devolução. Para além da relevância financeira, destaca-se que esses materiais têm elevado volume e peso. Os materiais selecionados foram cabo naval, correia transportadora tipo 1, correia transportadora tipo 2, conjunto de rodas, corrente, mancal, mola, sapata, trilho forjado e rolete.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta parte do trabalho, apresentam-se os resultados focando-se numa análise econômica de materiais que fizeram parte do sistema de controle da organização, da devolução de materiais para o armazém X durante o período de onze meses de 2022. No item 4.1, na qual se observa a relevância da logística reversa no cotidiano das atividades do armazém. E numa análise ambiental no item 4.2, na qual se considera o impacto ambiental dos produtos selecionados neste estudo.

4.1 ANÁLISE ECONÔMICA

São apresentadas duas tabelas relativas à questão financeira do processo de devolução de material para o armazém X. A tabela 1 apresenta esses materiais, e contempla a coluna de quantidade de materiais, o valor de aquisição total e unitário, o valor do material após o processo de devolução e o percentual de valorização. Esse último foi obtido através da divisão do valor unitário depois da devolução, dividido pelo valor unitário na aquisição, multiplicado por cem para obtenção do valor percentual.

Tabela 1: Materiais e valor.

Material	Quant.	Custo de aquisição unitário (a)	Custo total de aquisição	Valor unitário depois da devolução (b)	Valor total depois da devolução	% valorização do material (a-b)
Cabo Naval	1 PC	R\$ 98.250	R\$ 98.250	R\$ 110.820,12	R\$ 110.820,12	+11,34%
Correia Transportadora tipo 1	1.100 M	R\$ 1.396,44	R\$ 1.536.084	R\$ 1.636,41	R\$ 1.800.052,03	+14,66%
Correia Transportadora tipo 2	300 M	R\$ 2.093,07	R\$ 627.921,00	R\$ 2.439,94	R\$ 731.983,62	+14,22%
Conjunto de rodas	4 JG	R\$ 56.839,41	R\$ 227.357,64	R\$ 58.087,53	R\$ 232.350,12	+2,15%
Corrente	2 PC	R\$ 48.057,06	R\$ 96.114,12	R\$ 43.557,98	R\$ 87.115,97	-9,36%
Mancal	1 PC	R\$ 119.700,00	R\$ 119.700,00	R\$ 129.061,06	R\$ 129.061,06	+7,25%
Mola	1 PC	R\$ 98.700	R\$ 98.700	R\$ 122.900,27	R\$ 122.900,27	+19,69%
Sapata	74 PC	R\$ 6.198,98	R\$ 458.724,52	R\$ 6.791,64	R\$ 502.581,19	+8,73%
Trilho Forjado	1 JG	R\$ 310.513,05	R\$ 310.513,05	R\$ 319.495,33	R\$ 319.495,33	+2,81%
Rolete	32 PC	R\$ 3.851,84	R\$ 123.259,02	R\$ 4.554,87	R\$ 145.755,84	+15,43%

Fonte: Elaborada com base em dados do sistema SAP (2022)

Conforme a Tabela 1, verifica-se que 90% dos materiais tiveram um crescimento do valor unitário pós devolução. Nesse sentido, destaca-se a importância do processo de controle da devolução, pois a organização utiliza materiais com elevado valor de mercado. Ressalta-se que o material sem o correto armazenamento pode ocasionar danos ao produto, desgaste ou até mesmo uma perda total.

Por exemplo, supondo que o porto faça a solicitação de 1.100 metros da correia tipo 1, material citado na Tabela 1, e ocorra um cancelamento da atividade de manutenção, esse material deverá retornar ao armazém no prazo de vinte dias. Caso contrário, ele poderá ficar exposto ao sol, à chuva, à maresia e a possibilidade de acidentes que poderão comprometer a qualidade do material, inviabilizando seu uso em outras atividades e gerando a possibilidade de tornar sucata.

Focando neste exemplo, a solicitação de 1.100 metros de correia tipo 1 por um preço unitário de R\$ 1.396,40 representa um valor total R\$ 1.536.084,00. Nesse sentido, destaca-se que a rotina da atividade está sujeita a vários imprevistos que podem cancelar a operação com

o uso da citada correia, e observa-se a hipótese de danos patrimoniais e prejuízos financeiros. Assim, identifica-se a relevância do processo de logística reversa.

Para além disso, muitos dos materiais utilizados pela organização na sua operação, possuem valorização de valor unitário. Esse tipo de material tem um preço de mercado relacionado ao câmbio do dólar, assim geralmente, tem elevação de valor ao retornar para ao armazém.

Dos dez itens analisados, apenas um dos materiais representou 10% da lista, nomeadamente a corrente, e obteve uma desvalorização de -9,36% do seu valor de aquisição. Apesar da redução do seu valor, não existe uma redução da relevância do processo da logística reversa. Destacando-se que esse material poderá ser utilizado em outras operações de manutenção se houver um correto armazenamento. Também gera uma redução de custo de compras desnecessárias, já que esse setor não precisará fazer uma nova gestão de contrato de aquisição do material.

Na Tabela 2, apresenta-se mensalmente o montante financeiro do material devolvido identificado no sistema SAP. Houve a seleção de todos os materiais que foram devolvidos pelo porto em razão de cancelamento de operação ou sobra de material não utilizado na manutenção. Assim, na segunda coluna da tabela 2 é apresentado o montante total de material devolvido para o armazém X, e considera-se a relevância dos valores para a organização.

Tabela 2: Meses e montante

Meses	Montante em do material devolvido
Janeiro	R\$ 1.529.792,51
Fevereiro	R\$ 2.019.649,48
Março	R\$ 2.670.223,49
Abril	R\$ 1.653.352,66
Maiο	R\$ 912.357,77
Junho	R\$ 516.507,69
Julho	R\$ 2.697.117,91
Agosto	R\$ 3.480.003,91
Setembro	R\$ 3.961.060,05
Outubro	R\$ 3.793.535,62
Novembro	R\$ 7.259.531,48

Total	R\$ 30.493.132,57
-------	-------------------

Fonte: Elaborada com base em dados do sistema SAP (2022)

Observa-se que a área do porto em apenas onze meses teve um total de R\$ 30.493.132,57 milhões preservados pelo processo de devolução. O processo de logística reversa minimiza a possibilidade de perda financeira na entidade. Os dados da tabela 2 mostram a relevância econômica, e qual seria a razão para lacuna na utilização da logística reversa das organizações? Sonar et al. (2024) procuram identificar e hierarquizar as barreiras à logística reversa rumo a uma economia circular, utilizando na metodologia inicialmente treze barreiras identificadas na literatura, e posteriormente utilizaram uma abordagem híbrida do método Delphi e a teoria Fuzzy. A abordagem metodológica utilizou a opinião de especialistas e a lógica Fuzzy para tratar com a imprecisão e incerteza das respostas dos especialistas. O resultado da pesquisa mostrou que a falta de plano estratégico para as devoluções de materiais e a falta da evidência do tema reciclagem/reutilização surgiram como as barreiras mais significativas na logística reversa.

Diante da situação apresentada na tabela 01 e na tabela 02, considera-se destacar a importância da avaliação econômica da logística reversa para organização, ou seja, uma reflexão na teoria dos custos de transação quando a tomada de decisão no processo de logística e o comportamento dos atores estão inseridos em uma complexa rede de relações mútuas recorrentes, alinhando com o aspecto do plano estratégico organizacional e evidência do tema reciclagem da conclusão de Sonar et al (2024). Com a utilização da devolução de materiais, a logística reversa funciona como um instrumento para diminuir os custos, atuando com uma redução de compras, e ao mesmo tempo em que potencializa o valor dos ativos já existentes na mineradora Delta. A valorização dos materiais após a devolução, conforme demonstrado na Tabela 1, ilustra como a logística reversa pode converter possíveis perdas em benefícios econômicos, fortalecendo a eficiência operacional e a viabilidade financeira da empresa.

4.2 ANÁLISE AMBIENTAL

Esta seção trata da análise do impacto do processo de devolução para o meio ambiente na empresa. Na tabela 1, identifica-se a correia transportadora tipo 1 que é composta por carcaça têxtil ou por cabos de aço, com cobertura de borracha.

Assim, pode se apresentar como exemplo a identificação no sistema da devolução da correia transportadora tipo 1, de 1.100 metros, correspondente ao peso de 71,09 toneladas. E focando no aspecto ambiental, destaca-se que o incorreto armazenamento da correia transportadora poderá converter todo esse material em sucata ou lixo que poderá levar até 600 anos para sua total decomposição, sem contar que o descarte incorreto pode impactar danos ao meio ambiente.

A aplicação da logística reversa possibilita uma gestão mais responsável em relação ao meio ambiente, promovendo a conservação e a preservação da vida útil dos materiais. Ao adotar uma gestão eficiente dos recursos, a organização não apenas reduz o desperdício, mas também minimiza seu impacto ambiental. De acordo com o documento de procedimento Operacional (PRO) da organização mineradora Delta, o armazenamento correto de matérias deverá ser realizado numa área coberta, bem ventilada e em piso com base de concreto. Destaca-se que alguns materiais exigem armazenamento com condições especiais, a exemplo de motores com óleos lubrificantes que poderão contaminar o solo e as águas subterrâneas em caso de vazamentos. Segundo o PRO, o processo de devolução para o armazém tem as diretrizes e os procedimentos padrão. Sendo assim, há uma série de normas, são essas:

- a)** O material precisa estar preservado e com qualidade;
- b)** É obrigatória a segregação correta dos Resíduos Sólidos, com intuito de eliminar qualquer possibilidade de alteração da qualidade do solo, qualidade da água e redução do habitat;
- c)** Todos os produtos químicos devem ser armazenados em área coberta, bem ventilada e em piso com base de concreto ou outro material que impeça a contaminação do solo e águas subterrâneas em caso de vazamentos. Também é necessário a existência de sistema de contenção e/ou drenagem e captação de líquidos para o controle em caso ocorra alguns derrames ou vazamento de produto;
- d)** Realização de inspeções e a solicitação da limpeza periódica na caixa de contenção de resíduos;
- e)** O material químico ou lubrificante deve conter Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) disponibilizada em local de fácil acesso e próxima ao produto armazenado.
- f)** Comunicar à área de Meio Ambiente local as ocorrências ambientais e adotar medidas para

sanar ou impedir seu agravamento;

g) Cumprir o cronograma e/ou prazos de manutenção dos veículos, monitorando o resultado de fumaça preta (nos veículos a diesel, para que seja evitada a alteração da qualidade do ar e efeito estufa;

h) Toda e qualquer não conformidade e potencial de não conformidade, ser registrado conforme padrão da localidade.

i) No ato da devolução, o material não deve estar sujo ou apresentar vazamento. No caso de componentes mecânicos e hidráulicos, deve ser assegurado pelos usuários que todos os orifícios estejam vedados, posteriormente ao esgotamento de óleo e limpeza geral do componente. Caso haja vazamento de líquidos será feito um registro do ocorrido para que seja analisada e classificada pela gerência de meio ambiente da localidade.

Depois de elencar os critérios do processo de devolução, destaca-se que o material deve estar enquadrado e alinhado com os critérios da mineradora Delta, assim poderá ser devolvido ao depósito, garantindo uma boa conservação e evitando o impacto ambiental. Identifica-se na logística reversa o aspecto dos critérios do processo de devolução da organização e o aspecto do normativo da política nacional de resíduos sólidos.

Na abordagem do normativo, Demajorovic et al. (2012) fizeram um diagnóstico da perspectiva do consumidor sobre a comunicação de programas de logística reversa de empresas fabricantes de celulares no Brasil, utilizando na metodologia a técnica da análise de conteúdo, levantamentos e entrevistas. Os autores tiveram alguns resultados, tais como: primeiro resultado, as organizações investigadas não estão alinhadas com a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Segundo resultado, o normativo obriga as empresas fabricantes de celulares a estruturarem programas de logística reversa e a comunicar seus clientes sobre como proceder após o término do ciclo de vida útil dos produtos. No entanto, Demajorovic et al. (2012) identificaram que as organizações focadas no artigo não comunicam adequadamente os consumidores de forma a estimular a sua participação no fluxo reverso dos produtos pós-consumo.

No caso da correia transportadora tipo 1, a implementação da logística reversa no armazém X previne a decomposição lenta e prejudicial ao meio ambiente dos materiais, e os produtos são mantidos em uso pelo maior tempo possível, resultando em benefícios ambientais.

Remete-se a reflexão para a análise ambiental com o fundamento na sustentabilidade, destacando a sua importância para a organização mineradora Delta estudada neste artigo. Reflexão que não apenas atendam às demandas atuais, mas também garantam a preservação dos recursos para as futuras gerações. A logística reversa, ao promover a reutilização e reciclagem de materiais, reduz a necessidade de extração de novos recursos e acaba por reduzir a geração de resíduos.

Segundo Peixoto (2019), a logística tem à integração de preocupações ambientais nas práticas de gestão da cadeia de suprimentos, incluindo a logística reversa. A implementação de um setor de serviços e uma cadeia de suprimentos sustentável enfrenta inúmeros desafios, especialmente devido ao crescimento contínuo e à alta competitividade. Dessa forma, as práticas sustentáveis abrangem todo o processo aquisição de matéria-prima, operações de produção e todas as atividades logísticas, incluindo o fluxo reverso, como os processos de coleta e devolução de produtos reaproveitáveis. A produção limpa, que visa a redução e eliminação de desperdícios, promove a economia circular, que se concentra na redução, reutilização e reciclagem de recursos. Uma economia circular é definida como um sistema de produção-consumo social que maximiza o serviço produzido a partir do fluxo linear de natureza, sociedade e energia.

Propõe-se argumentos da economia circular, no que diz respeito ao armazém X, a restituição e a valorização subsequente dos insumos não apenas previnem o desperdício, mas também favorecem a sustentabilidade tanto ambiental quanto econômica. A Tabela 2 demonstra como a devolução regular de insumos pode gerar economias financeiras consideráveis, em conformidade com os conceitos da economia circular e evidenciando a viabilidade econômica de ações sustentáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste estudo foi analisar o processo de logística reversa em uma mineradora, com foco na devolução de materiais em 2022, considerando os aspectos econômicos e ambientais. Como conclusão deste estudo, e levando em conta que foi escolhida a metodologia de investigação-ação com os documentos de processo e nos dados do sistema SAP relativos ao material devolvido pelo setor, apresentam-se dois aspectos relevantes.

Primeiro aspecto, a relevância financeira da logística reversa na organização. Destaca-se que a área portuária conservou e promoveu o retorno para o armazém X de cerca de R\$ 30.493.132,57 em materiais. Esse valor é bastante significativo e representa apenas um setor de uma das localidades; portanto, considera-se que a relevância financeira da devolução de material em toda a organização é mais elevada.

Segundo aspecto, a relevância ambiental da logística reversa na organização. Ressalta-se que a atividade fim da organização utiliza materiais que geram um impacto ambiental negativo significativo, caso não sejam adequadamente conservados. Nesse sentido, um dos focos da gestão ambiental dentro da logística reversa é minimizar os efeitos negativos decorrentes das atividades da empresa. Sendo assim, um local de armazenamento seguro, impulsiona o reuso e reduz o volume de poluição ambiental.

Conclui-se também que a gestão da logística reversa para o armazém deverá orientar o planejamento estratégico da empresa, implementando formas eficazes de processos de devolução, oferecendo um melhor desempenho para redução de custos, de desperdício, de compras e de impacto ambiental.

Por fim, a análise empírica deste estudo não é isenta de limitações. Quanto a essas limitações do artigo, apontam-se algumas questões. A primeira delas é relativa à quantidade de materiais observados, cujo universo poderia abranger um número maior de materiais. A segunda, refere-se a uma ausência de uma análise mais detalhada do material e da descrição do impacto ambiental.

Tomando em consideração sugestões para futura investigações, apresenta-se a proposta de alargar a quantidade de materiais e armazéns analisados. Poder-se-ia também comparar a eficiência da logística reversa por setor.

REFERÊNCIAS

BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CHAVES, G.L. D.; BALISTA, W. C.; COMPER, I. C. Logística reversa: o estado da arte e perspectivas futuras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 4, p. 821–831, jul. 2019.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. **Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 5, p. 889–898, set. 2017.

DEMAJOROVIC, J. et al. Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares? **Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 2, p. 165–178, mar. 2012.

GÄRTNER, R. **Logística Reversa**. 2. ed.: Indaial: Uniasselvi, 2011. E-book. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=9735>. Acesso em: 22 nov. 2022.

HENKES, J. A.; AURÉLIO, C. J. Gestão De Resíduos Através Da Logística Reversa De Medicamentos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 487–518, 2015. DOI: 10.19177/rgsa.v4e12015487-518. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2939. Acesso em: 24 maio. 2023.

KLIPEL, Carlos Henrique. **A gestão de estoque no setor de almoxarifado do frigorífico Distriboi**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em administração) - Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2014.

LACERDA, L. **Logística reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Centro de Estudos em Logística–COPPEAD, 2002.

LEITE, P.R. Logística Reversa: Sustentabilidade e competitividade. São Paulo: Saraiva, 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). **Desempenho do setor mineral em 2020 supera expectativas**. [Brasília, DF]: Ministério de Minas e Energia, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2021/02/desempenho-do-setor-mineral-em-2020-supera-expectativas>. Acesso em: 18 nov. 2022.

MOURA, B.C. **Logística: Conceitos e Tendências**. Famalicão: Centro Atlantico, 2006.

NOAL, M. M.; MILANI, B. Práticas de Gestão do Almoxarifado do Colégio de Ensino Médio e Fundamental de Santa Maria–RS. **Administração de Empresas em Revista**, v. 3, n. 25, p. 87-104, 2021.

OLIVEIRA, T. L.R.; LANZOTTI, C. R. Eficiência do Almoxarifado na Gestão de Estoque. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 219-230, 2021.

ORTH, M.; BEN, F. **Análise do processo de devolução de produtos de uma empresa Metalúrgica da Serra Gaúcha**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências contábeis) - Universidade de Caxias do Sul.

PAOLESCHI, B. **Almoxarifado e gestão de estoques**. São Paulo: Érica, 2009.

PEIXOTO, B. L. C. et al. A logística reversa no Brasil: responsabilidade ambiental e a perspectiva econômica. **Anais do XI SIMPROD**, 2019.

SILVA, GENILSON L. **Gestão do Almoxarifado Central da Universidade Federal da Paraíba: diagnóstico situacional por meio de documentos institucionais**. Dissertação (Mestrado em administração) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

SONAR, H. et al. Navigating barriers to reverse logistics adoption in circular economy: An integrated approach for sustainable development. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, V. 12, Set. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2024.100165>. Disponível em : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772390924000271?via%3Dihub>. Acesso em: 18 out 2024.

SOUSA, M. J.; BAPTISTA, C. S. **Como Fazer Investigação, Dissertações, Teses e Relatórios**. Lisboa: Pactor, 2011.

TAVARES, C.V. P. **As origens da logística e sua evolução**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Logística) - UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES, Rio De Janeiro, 2009.