

UM ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA PÓS CONSUMO NA CADEIA PRODUTIVA DO ALUMÍNIO UTILIZADO NA INDÚSTRIA DE EXTRUSÃO

Thiago Lemes Da Silva – thiago.silva428@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) - “Jorge Caram Sabbag” – Bebedouro – SP – Brasil
Orientador
Rhadler Herculani – rhadler.herculani@fatecbb.edu.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) - “Jorge Caram Sabbag” – Bebedouro – SP – Brasil

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo descrever e analisar o processo da logística reversa pós consumo do alumínio em uma empresa de extrusão do interior de São Paulo que industrializa e comercializa este tipo de material. A teoria evidenciou que a logística reversa deve gerenciar o fluxo reverso do produto ou subproduto dos consumidores finais até o varejista ou fabricante responsável, assim, as organizações participantes da cadeia produtiva que industrializam. O estudo adotou uma abordagem qualitativa, utilizando o método de estudo de caso, para investigar a logística reversa pós-consumo do alumínio em uma empresa de extrusão no interior de São Paulo. A metodologia foi aplicada visando uma análise detalhada do tema. Após revisão bibliográfica, planejou-se o estudo de caso e elaborou-se um roteiro de entrevista. As entrevistas foram conduzidas com três colaboradores-chave da empresa, com vasta experiência no setor. Os resultados revelaram que a empresa realiza a logística reversa do alumínio, obtendo benefícios econômicos e ambientais, como a redução de custos na compra de matéria-prima. No entanto, enfrenta desafios relacionados à falta de recursos humanos para aprimorar o processo. Os entrevistados destacaram a importância estratégica da logística reversa para a empresa, alinhada com seus valores e visão de investimento em sustentabilidade. Conclui-se que a empresa precisa investir em estruturação e capacitação da mão-de-obra para otimizar seu processo de logística reversa e garantir sua continuidade. O estudo evidencia a relevância da sustentabilidade e da adaptação às mudanças do mercado para o sucesso das empresas no setor de extrusão de alumínio.

PALAVRAS-CHAVE: Atividades informais; Desenvolvimento sustentável; Reciclagem.

ABSTRACT

This article aims to describe and analyze the post-consumption aluminum reverse logistics process in an extrusion company in the interior of São Paulo that industrializes and sells this type of material. The theory showed that reverse logistics must manage the reverse flow of the product or by-product from end consumers to the responsible retailer or manufacturer, thus, the organizations participating in the production chain that industrialize. The study adopted a qualitative approach, using the case study method, to investigate the post-consumer reverse logistics of aluminum in an extrusion company in the interior of São Paulo. The methodology was applied aiming for a detailed analysis of the topic. After a bibliographical review, the case study was planned and an interview guide was prepared. The interviews were conducted with three key employees of the company, with extensive experience in the sector. The results revealed that the company performs aluminum reverse logistics, obtaining economic and environmental benefits, such as cost reduction in the purchase of raw materials. However, it faces challenges related to the lack of human resources to improve the process. Interviewees highlighted the strategic importance of reverse logistics for the company, aligned with its values and vision of investment in sustainability. It is concluded that the company needs to invest in structuring and training its workforce to optimize its reverse logistics process and ensure its continuity. The study highlights the relevance of sustainability and adaptation to market changes for the success of companies in the aluminum extrusion sector.

Keywords: *Informal activities; Sustainable development; Recycling.*

1. INTRODUÇÃO

Questões ligadas a Logística Reversa (LR), reciclagem e desenvolvimento sustentável vem ganhando notoriedade em todo o mundo. Nota-se que este aspecto é mais proeminente nos países em desenvolvimento, onde existem muitas atividades informais de reciclagem e poucas legislações ambientais que regulam a gestão de resíduos (Guarnieri *et al.*, 2020).

Paralelamente, Brito *et al.* (2022) evidenciam que o crescimento contínuo na geração de resíduos sólidos em uma sociedade com alto consumo afeta negativamente a qualidade de vida da população, além de causar danos ao meio ambiente. A tendência ao esgotamento de matérias-primas com técnicas e processos ineficientes para gerir resíduos são princípios que obrigam as empresas a enfrentarem o desafio de repensar os seus modelos de negócio.

Neste contexto, segundo Logožar, Radonjič e Bastič (2006) a redução da utilização de recursos primários, a gestão de resíduos, a política de produtos sustentáveis e a logística reversa pós consumo tornaram-se os pontos focais de uma sociedade industrial moderna direcionada a esforços de política ambiental, sendo, partes essenciais de quaisquer atividades de gestão ambiental das empresas, especialmente de indústrias metalúrgicas.

Além de todo processo de uma cadeia produtiva, é de extrema importância pensar na logística reversa pós consumo, o intuito é identificar todas as nuances do tipo do produto, reaproveitando-o ao máximo, trazendo novamente ao ciclo produtivo de diversas maneiras, como reciclagem, reprocessamento e desmanche (Rocha, 2018). Portanto, segundo Sureka, Bandara e Wickramarachchi (2018) aumentar a eficiência nos processos de logística reversa pós consumo, como a recuperação dos produtos devolvidos ou a recuperação do descarte de produtos em fim de vida, é uma forma pela qual as empresas tentam manter estrategicamente sua participação no mercado.

Neste contexto, Logožar, Radonjič e Bastič (2006) corroboram indicando que a prevenção, a reciclagem e o desmanche de resíduos devem se tornar processos cada vez mais importantes e presentes nas atividades da indústria do alumínio, sendo apoiado pelo fato de o alumínio ser um dos materiais mais recicláveis, ou seja, as propriedades do alumínio não são afetadas, permitindo dessa forma que alto valor do metal seja mantido após inúmeros reprocessamentos. Desse modo, é oportuno frisar que no Brasil, segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL, 2023a) a reciclagem do alumínio, desde meados de 2010, opera com altíssimos índices de eficácia, acima da média mundial, reciclando praticamente toda sucata disponível.

Entretanto, evidencia-se dificuldades na logística reversa pós consumo do alumínio como, por exemplo, na separação dos tipos de alumínio coletados e dispostos na empresa, na retirada de parafusos, arrebites, porcas e outros materiais de aço. Para que o alumínio seja reutilizado não pode conter outros minérios principalmente aço e ferro, por isso, a organização deve possuir um processo bem estruturado para que seja garantido sem erros estas características.

Assim sendo, o presente artigo tem como objetivo descrever e analisar, através de uma pesquisa com abordagem qualitativa e operacionalizado pelo método de estudo de caso, o processo da logística reversa pós consumo do alumínio em uma empresa de extrusão do interior de São Paulo que industrializa e comercializa este tipo de material, indicando suas nuances, benefícios e suas dificuldades no processo de disposição, coleta, separação e envio. Antes, contudo, de realizar este estudo (cuja metodologia é descrita na seção 3 e os resultados na seção 4), a seção 2, que se inicia a seguir, denota uma fundamentação teórica que contempla um estudo sobre a logística reversa pós consumo e a indústria do alumínio.

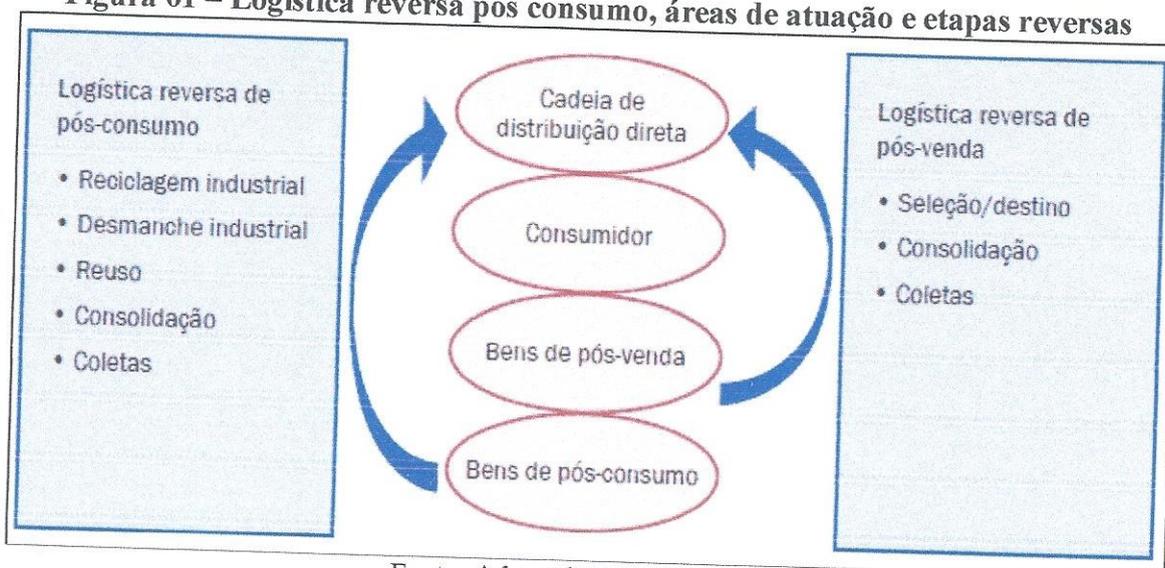
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Logística reversa pós consumo

Considerações ambientais, como, por exemplo, a LR, não deve ser abordada como uma tendência, mas sim, como um modo de vida para as indústrias. Por isso, as empresas, devem mudar e adequar seus procedimentos e suas atitudes, criando e fundamentando várias ações de seus processos (COELHO; CASTRO; GOBBO JUNIOR, 2011).

Desse modo, Wang, Wang e Chan (2021) denotam que a LR deve gerenciar o fluxo reverso do produto ou subproduto dos consumidores finais até o varejista ou fabricante responsável, assim, as organizações participantes da cadeia produtiva que industrializam devem, conforme figura 01, entre outros pontos pertinentes ao seu processo, coletar, separar, desmanchar, reutilizar, recondicionar e/ou reciclar seus produtos ou subprodutos para reduzir ou extinguir os resíduos, mitigando os impactos negativos ao meio ambiente e também acrescentando valor as suas atividades econômicas para alcançar o desenvolvimento financeiro e sustentável a longo prazo. Conforme Leite (2003) a reciclagem, além de integrar valor econômico, ecológico e logístico aos materiais que podem voltar como novas matérias-primas.

Figura 01 – Logística reversa pós consumo, áreas de atuação e etapas reversas



Fonte: Adaptado de Leite (2003)

Neste contexto, a LR pós consumo visa recuperar parte do valor original dos bens usados, produzindo, além de uma consciência ambiental, ganhos econômicos e sociais (Carter; Easton, 2011, Pazhani, *et al.*, 2021). Assim sendo, para Alkathani, *et al.* (2021) e Mallick, *et al.* (2023) um planejamento estruturado e sistemático para estabelecer a LR pós consumo, para vários tipos de produtos, requer várias atividades, considerações e etapas como a escolha de tipos de separação, desmontagem, classificação, compactação, carga, descarga, pesagem, entrada de dados, inspeção e opções de recuperação de recursos.

Além disso, Guarnieri (2011) indica que os objetivos da LR pós consumo são: legais (legislação vigente no país), sociais, econômicos, agregar valor ao processo produtivo e diminuir perdas pela recuperação do valor agregado. A empresa deve preservar sua imagem com o cumprimento de objetivos ecológicos diversos.

2.2 Característica da indústria do alumínio e do processo de extrusão

Segundo Abal (2023b) o alumínio é um material leve, resistente a corrosão, versátil, utilizado na engenharia, arquitetura e indústria em geral. Suas principais aplicações estão direcionadas ao setor automobilístico, mercado de embalagens por ser uma barreira, a luz solar ou um protetor para equipamentos elétricos por não ser magnético e não produzir faíscas e na construção cível. Além disso, o alumínio é um material reciclável, o que o torna sustentável e ao mesmo tempo vantajoso para diversas aplicações. A indústria do alumínio tem se desenvolvido e evoluído ao longo dos anos, buscando cada vez mais eficiência nos processos de produção e ampliando suas aplicações em diferentes setores, impulsionada por avanços tecnológicos, mudanças regulatórias e demandas crescentes por soluções sustentáveis, atualmente várias tendências e inovações tem moldado o setor, refletindo-se em sua versatilidade e relevância no mercado global (ABAL, 2023b).

Outra questão relevante para a industrialização do alumínio, segundo Logožar, Radonjič e Bastič (2006), é sua eficiência econômica quanto a reciclagem, no entanto, nota-se que esse processo depende crucialmente dos custos decorrentes das diferentes fases. Entre estes, os custos de transporte representam uma parte muito importante do equilíbrio global. Neste contexto, além dos grandes esforços das organizações para otimização do transporte do alumínio, Leite (2003) indica que as empresas estão direcionando seus esforços na captação do alumínio pós-consumo, onde se encontram o elo com os chamados sucateiros, os quais atuam em rede, cuja principal fonte de material é a da coleta informal.

Logožar, Radonjič e Bastič (2006) destacam quatro fatores que devem estar presentes em empresa que industrializam o alumínio para garantir uma reciclagem ideal, sendo:

- Logística: é necessário um sistema logístico eficaz e flexível para recolher e transportar sucata metálica desde a origem até a unidade de reciclagem.
- Instalações: são necessárias instalações de desmontagem com tecnologia de ponta para desmontar os produtos em fim de vida em frações que possam ser tratadas pela indústria de reciclagem existente de uma forma amiga do ambiente.
- Novas tecnologias: estar atento aos novos desenvolvimentos na indústria da reciclagem e as novas tecnologias para lidar com processos complexos de materiais.
- Comercial: a comercialização de materiais reciclados deve ser melhorada para desenvolver mercados maiores para os materiais existentes e para abrir novos mercados para novos e antigos materiais.

Assim, segundo Cardoso *et al.* (2011) o alumínio permite que seja utilizado de forma extensiva para a produção em diversos processos como, por exemplo, a extrusão.

“No processo de extrusão, o alumínio, em forma de tarugo, é aquecido e prensado sob uma matriz para moldá-lo segundo as necessidades”(CARDOSO *et al.*, 2011,p. 45).

Os alumínios extrusados são destinados, principalmente, à construção civil, bem de consumos, indústria elétrica e transportes (ABAL, 2023c; CARDOSO *et al.*, 2011).

Segundo Abal (2023c) a variedade de produtos, como perfis sólidos, tubulares e semi-tubulares, derivados da extrusão do alumínio é praticamente ilimitada.

O processo diminui os custos, pois elimina operações posteriores de usinagem e proporciona a obtenção de seções mais resistentes pela apropriada eliminação de juntas frágeis e uma melhor distribuição de metal.

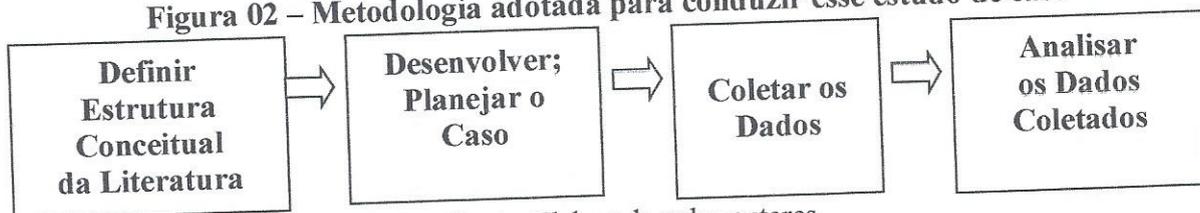
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Metodologia

Seguindo as diretrizes propostas por uma estrutura da pesquisa foi delineada para fornecer uma análise abrangente e detalhada do tema em estudo.

A Figura 02 apresenta uma visão geral dessa estrutura, que serviu como guia para a condução da pesquisa e a organização dos dados coletados. Essa abordagem metodológica permitirá uma análise cuidadosa dos aspectos relevantes relacionados à logística reversa, reciclagem e desenvolvimento sustentável na indústria do alumínio, proporcionando insights significativos para a compreensão do tema e a identificação de práticas eficazes e desafios a serem superados.

Figura 02 – Metodologia adotada para conduzir esse estudo de caso



Fonte: Elaborado pelos autores

Inicialmente, a primeira etapa consiste na realização de um levantamento minucioso da literatura existente em livros, artigos e fontes relevantes. Este processo visa estabelecer os limites da pesquisa e construir uma base teórica sólida. Em seguida, na segunda etapa é realizado o planejamento do estudo de caso incluindo a identificação da organização que será investigada e a seleção dos entrevistados. Após este planejamento podemos detalhar o processo dentro da empresa no próximo item, o estudo de caso.

Após isso, será elaborado um roteiro de entrevista estruturado, através do Google Forms, para identificar os pontos da pesquisa.

Na terceira etapa, as coletas de dados foram realizadas as entrevistas, sendo os entrevistados: **Gerente de Produção**, com 10 anos na empresa, respectivamente, o **Gestor Administrativo e fiscal**, com 15 anos de experiência na área e o **Encarregado de manutenção**, 15 anos na empresa, ou seja, desde a sua fundação ambos com vasto conhecimento em montagem industrial e gestão. É importante destacar que os colaboradores demonstraram vasta experiência na operação dentro da empresa, e as entrevistas foram conduzidas conforme um roteiro predefinido. Na etapa final de análise dos dados, procurou-se destacar as opiniões dos entrevistados e comparar suas respostas com as teorias da área, buscando identificar coincidências ou disparidades.

3.2 Estudo de Caso

A empresa alvo deste estudo pertence ao setor da produção de perfis de Alumínio, localizada no interior de São Paulo, atuando no ramo de perfis de alumínio para a indústria moveleira, perfis para caixilharia na parte de esquadrias e Box, tanto linha convencional como para linha bx para vidros temperados, capotas marítimas, com mais de 15 anos de experiência no mercado e aproximadamente 25 funcionários.

Segundo a figura 03, o processo de extrusão é fundamental para garantir a representatividade e relevância do caso selecionado, bem como para orientar a coleta e análise dos dados de forma eficaz.

O Processo de extrusão do alumínio pode resultar em várias sobras tanto em barras de perfis como na serra de corte, se o processo não ocorrer seguindo o planejamento pode ocorrer erros que no final do processo acaba em perda de matéria prima, sendo que essa perda vai para a reciclagem. A empresa analisada tem o processo de separação dos tipos de alumínio e retirada de parafusos, arrebites e também compra de clientes sobras de alumínio essas sobras são acondicionadas em bags pesadas e quando o caminhão da empresa vai até a Indústria de tarugos de alumínio o caminhão leva esse alumínio para ser reciclado com isso ocorre o processo de LR, a Fábrica de matéria prima vende o tarugo de alumínio mas com o alumínio para reciclagem tem um desconto de até 15% na compra do tarugo de alumínio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os entrevistados evidenciam os benefícios da Logística Reversa (LR) em sua organização, e afirmam que ela se encontra em constantes mudanças, bem como relata Guarnieri (2011), que os objetivos da LR pós consumo visa o aproveitamento do alumínio após o processo de reciclagem.

Segundo relata o Gerente de produção com 15 anos na empresa, afirma que a empresa tem LR no seu processo, mas que a empresa não tem um número de funcionários suficiente para melhorar o processo, e que ela faz a separação do alumínio, acondicionamento em bags e que o próprio caminhão da empresa leva para a fábrica de matéria prima gerando uma economia com desconto de 15% no peso na compra da matéria prima, e com esse retorno no processo de LR, a empresa o usa para melhorar os processos.

O Encarregado de manutenção ressalta que tanto os mercados quanto os processos produtivos estão em constante evolução, exigindo ações rápidas e precisas em seu processo devido a constantes mudanças no preço de matéria prima, Bem também como Gestor administrativo e fiscal relata com 15 anos na empresa lida direto com compra de matéria prima ao ser perguntado sobre como a LR se alinha com os processos e visão da empresa disse, visamos investimento em continuidade do processo, hoje já é uma realidade estarmos investindo no segmento de pintura e anodização, continuidade do nosso processo que só foi possível devido a essa economia durante vários anos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso realizado em uma empresa de extrusão de alumínio no interior do estado de São Paulo permitiu identificar que a empresa trabalha com a LR no seu processo, mas que não tem funcionários suficientes para aprimorar o processo, e que o intuito e prioridade no processo é a extrusão do alumínio.

Nota-se que a LR tem sido de grande lucratividade para a empresa que usa esses recursos para dar continuidade em seu processo com investimento em pintura e anodização do perfil, que é uma realidade hoje na empresa. Portanto, o estudo de caso identificou que a empresa precisa fazer estruturação em seu processo de LR treinamento e capacitação da mão de obra, a sustentabilidade é um futuro promissor para as empresas vale destacar que o ponto de vista dos entrevistados se alinha com a visão e valores da empresa que busca crescimento e melhoria no seu processo visando um futuro estruturado para a LR.

6. REFERÊNCIAS

ALKAHTANI, M.; ZIOUT, A.; SALAH, B.; ALATEFI, M.; ELGAWAD, A.E.E.A.; BADWELAN, A.; SYARIF, U. An insight into reverse logistics with a focus on collection systems. *Sustainability*, v.13, p.1-24, 2021.

ABAL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Reciclagem no Brasil. 2023^a**. Disponível em: <<https://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/reciclagem-no-brasil/>> Acesso em: 20 dez. 2023.

_____. **Extrusão. 2023b.** Disponível em: <<https://abal.org.br/aluminio/processos-de-producao/extrusao/>> Acesso em: 19 fev. 2023.

_____. **Características Físicas e Químicas. 2023c.** Disponível em: <<https://abal.org.br/aluminio/caracteristicas-quimicas-e-fisicas/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

BRITO, J.R.L.; RUIZ, M.S.; KNISS, C.T.; SANTOS, M. R. Reverse remanufacturing of electrical and electronic equipment and the circular economy. **Revista de Gestão**, v. 29, n.4, p.380-394, 2022.

CARDOSO, J. G. R.; CARVALHO, P. S. L.; FONSECA, P. S. M.; SILVA, M. M.; ROCIO, M.A.R. **A indústria do alumínio: estrutura e tendências.** 2011. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2499/3/A%20BS%2033%20A%20ind%203%20do%20alum%20adnio_estrutura%20e%20tend%20aancias_P.pdf> Acesso em: 19 fev. 2023.

COELHO, T. M.; CASTRO, R.; GOBBO JUNIOR, J. A. PET containers in Brazil: Opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 3, p. 291-299, 2011.

CARTER, C. R.; EASTON, P. L. Sustainable Supply Chain Management: evolution and future directions. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 1, p. 46-62, 2011.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: Em Busca do Equilíbrio Econômico e Ambiental.** Recife: Clube de Autores, 2011.

GUARNIERI, P.; SILVA, L. C.; XAVIER, L. H.; CHAVES, G. L. D. **Recycling Challenges for Electronic Consumer Products to E-Waste: A Developing Countries Perspective.** In

INTERNATIONAL ALUMINIUM INSTITUTE., GLOBAL ALUMINIUM DEMAND OUTLOOK: **Long-term Forecast to 2030.** 2023. **International Aluminium Institute** Disponível em: <<https://international-aluminium.org/aluminium-forward-2030/>> Acesso em: 16 fev. 2024.

JONHSON, A., SMITH, B., & JONES, C. **Advancements in Aluminum Alloys for Aerospace Applications,** *Journal of Materials Engineering*, 210-225 (2018).

KHAN, A.; INAMUDDIN; ASIRI, A. (Org) **E-waste Recycling and Management,** *Environmental Chemistry for a Sustainable World.* Chen: Springer, 2020, cap. 5, p.81-110.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LOGOŽAR, K.; RADONJIČ, G.; BASTIČ, M. Incorporation of reverse logistics model into in-plant recycling process: A case of aluminium industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 49, n. 1, p. 49-67, 2006.



XV FATECLOG
FATEC JUNDIAÍ
JUNDIAÍ/SP - BRASIL
14 E 15 DE JUNHO DE 2024



- MALLICK, P. K.; SALLING, K. B.; PIGOSSO, D. C. A.; MACALOONE, T. C. Closing TheLoop: Establishing Reverse Logistics For a Circular Economy, a Systematic Review. **Journal of Environmental Management**, v. 351, 2023.
- ROCHA, S.N. **A importância da cadeia reversa de pós-consumo**. 2018. 21p. Monografia (Graduação em Administração). Faculdade Anhanguera, Osasco – SP, 2018.
- SUREKA, G.; BANDARA, Y. M.; WICKRAMARACHCHI, D. Factors Affecting the Efficiency and Effectiveness of Reverse Logistics Process. **Journal of International Logistics and Trade**, v. 16, n.2, p.74-87, 2018.
- WANG, M.; WANG, B.; CHAN, R. Reverse logistics uncertainty in a courier industry: a triadic model. **Modern Supply Chain Research and Applications**, v. 3 n. 1, p. 56-73, 2021.
- XAVIER, H.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de Logística Reversa**. São Paulo: Atlas SA, 2013.
- PAZHANI, S. et al., Multi period multi-product closed loop supply chain network design: A relaxation approach, **Computers & Industrial Engineering**, v. 183, 2023.
- PEREIRA, A. L. et al. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.