
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “Ministro Ralph Biasi”
Curso Superior de Tecnologia em Logística**

Jacqueline Priscila do Prado
Jonathas Elias dos Santos Alves

**LOGÍSTICA REVERSA DE TRANSMISSÕES E EMBREAGENS DE
VEÍCULOS PESADOS NO BRASIL**

**Americana, SP
2026**

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH BIASI”
Curso Superior de Tecnologia em Logística

Jacqueline Priscila do Prado
Jonathas Elias dos Santos Alves

**LOGÍSTICA REVERSA DE TRANSMISSÕES E EMBREAGENS DE
VEÍCULOS PESADOS NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido
em cumprimento à exigência curricular do Curso
Superior de Tecnologia em Logística sob a
orientação do Prof. Esp. Fernando Mirandola.

Área de concentração: Logística Reversa.

Americana, S. P.

2026

**FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana Ministro Ralph Biasi-
CEETEPS Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte**

PRADO, Jacqueline Priscila do

Logística reversa de transmissões e embreagens de veículos pesados no Brasil. /
Jacqueline Priscila do Prado, Jonathas Elias dos Santos Alves – Americana, 2026.

41f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Logística) - - Faculdade de
Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação
Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Esp. Fernando Mirandola

1. Logística reversa. I. PRADO, Jacqueline Priscila do, II. ALVES, Jonathas Elias
dos Santos III. MIRANDOLA, Fernando IV. Centro Estadual de Educação Tecnológica
Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 658.788.48

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de ficha catalográfica da
Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

Jacqueline Priscila do Prado
Jonathas Elias dos Santos Alves

LOGÍSTICA REVERSA DE TRANSMISSÕES E EMBREAGENS DE VEÍCULOS PESADOS NO BRASIL

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Logística pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi".
Área de concentração: Logística Reversa.

Americana, 08 de junho de 2026.

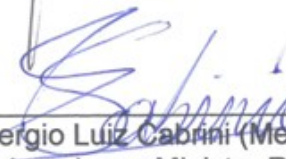
Banca Examinadora:



Fernando Mirandola
Fatec Americana Ministro Ralph Biasi



Me. João Francisco Favoreto
Fatec Americana Ministro Ralph Biasi



Me. Sergio Luiz Cabrini (Membro)
Fatec Americana Ministro Ralph Biasi

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela força, clareza e proteção ao longo dessa trajetória das nossas vidas.

Às nossas famílias pelo apoio incondicional todos os dias ao longo desses anos, nos incentivando a persistir e não desistir, mesmo nos momentos de maior dificuldade.

Agradecemos a todos os professores da graduação, que compartilharam conhecimentos e experiências, contribuindo diretamente para a nossa formação, especialmente ao nosso orientador Prof. Esp. Fernando Mirandola, que nos deu suporte, conselhos e ideias com paciência e disponibilidade para elaboração deste trabalho.

Aos amigos e colegas de classe pelas parcerias e momentos compartilhados que tornaram essa jornada mais leve.

RESUMO

O presente estudo analisa a aplicação da logística reversa na remanufatura de transmissões e embreagens de veículos pesados no Brasil, considerando aspectos operacionais, econômicos e ambientais. O país, com forte dependência do modal rodoviário e uma frota envelhecida, apresenta crescente demanda por manutenção e peças de reposição. Nesse cenário, a remanufatura surge como alternativa sustentável, alinhada aos princípios da economia circular e às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A pesquisa, de caráter bibliográfico e exploratório, evidencia que a logística reversa é essencial para viabilizar o retorno de componentes ao ciclo produtivo, reduzindo custos, impacto ambiental e promovendo o desenvolvimento sustentável. Entretanto, desafios como a falta de padronização (condição do produto e embalagem), a localização dispersa e a baixa integração entre os agentes geram dificuldades na operacionalização da logística reversa (rastreamento, coleta, transferência, carga e descarga) e tornam-se gargalos para o crescimento do setor de remanufatura. Apesar das barreiras, a logística reversa representa uma estratégia relevante para promover sustentabilidade e competitividade no setor automotivo de veículos pesados. Sugere-se ainda, que apesar de fronteira competitiva, é necessário a integração da logística empresarial entre os agentes, rastreabilidade, fluxo de informações, padronização de processos e apoio regulatório para entregar maior eficiência e escalabilidade.

Palavras-chave: Logística reversa; Remanufatura; Economia circular.

ABSTRACT

This study analyzes the application of reverse logistics in the remanufacturing of transmissions and clutches for heavy vehicles in Brazil, considering operational, economic, and environmental aspects. The country, with a strong dependence on road transport and an aging fleet, shows a growing demand for maintenance and replacement parts. In this scenario, remanufacturing emerges as a sustainable alternative, aligned with the principles of the circular economy and the guidelines of the National Solid Waste Policy. The research, which is bibliographic and exploratory in nature, demonstrates that reverse logistics is essential to enable the return of components to the production cycle, reducing costs, environmental impacts and promoting sustainable development. However, challenges like lack of standardization (product and packaging condition), dispersed locations, and low integration among players create difficulties in running reverse logistics (tracking, collection, transfer, loading, and unloading) and become bottlenecks for the growth of the remanufacturing sector. Despite the barriers, reverse logistics represents an important strategy to promote sustainability and competitiveness in the heavy vehicle automotive sector. It is also suggested that, even in a competitive environment, integrating business logistics among players, traceability, information flow, process standardization, and regulatory support are necessary to deliver greater efficiency and scalability.

Keywords: Reverse logistics; Remanufacturing; Circular economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Loop da logística empresarial.....	24
Figura 2 Cadeia de suprimentos - Fluxo direto.....	25
Figura 3 Canal reverso de remanufatura de transmissões e embreagens automotivas	30
Figura 4 Participação do mercado de reposição no faturamento da indústria de autopeças.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Partes reutilizáveis	32
Tabela 2 Crescimento da frota brasileira de caminhões e ônibus (em unidades).....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAGR: Compound Annual Growth Rate

CDR-PV: Canal de distribuição reverso de pós-venda

CDR-PC: Canal de distribuição reverso de pós-consumo

ESG: Environmental, Social and Governance

LR: Logística Reversa

OEM: Original Equipment Manufacturer

PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
1. METODOLOGIA	21
2. LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS	23
2.1. Logística Reversa: Conceitos e Definições	26
2.2. Economia Circular e o Setor Automotivo.....	28
3. REMANUFATURA E RECONDICIONAMENTO NO SEGMENTO DE VEÍCULOS PESADOS	29
3.1. Processo Operacional da Logística Reversa de Transmissões e Embreagens.....	29
3.2 Indicadores de Desempenho na Logística Reversa	33
4. DISCUSSÃO	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	40

INTRODUÇÃO

A logística constitui um dos pilares fundamentais das cadeias de produção atuais, pois viabiliza a movimentação e a entrega de materiais, produtos e informações ao longo de todo o processo. Por meio da integração entre fornecedores, empresas, distribuidores e consumidores finais, assegura-se o fluxo eficiente de bens e serviços, além da circulação adequada de informações, contribuindo diretamente para a realização dos negócios. Com o aumento da concorrência no mercado e a globalização, a logística passou de base operacional para ferramenta estratégica nas empresas, influenciando em custos, nível de atendimento, eficiência operacional, entrega de serviços, satisfação do cliente etc. Nesse contexto, a logística reversa é um segmento da logística tradicional, baseado no controle de planejamento do fluxo de retorno de produtos e fluxo de bens e materiais. Abordando o setor automotivo de veículos pesados, foco deste estudo, segundo dados divulgados pela ANFAVEA em 2024, o Brasil chegou a 8º maior produtor de veículos pesados no ranking mundial, com 169.000 unidades produzidas (ANFAVEA, 2024, apud Avelar, 2025).

Graças ao aumento de demanda de produção, da consequente geração de resíduos, ao encurtamento do ciclo de vida dos bens industrializados e às exigências ambientais da legislação e da sociedade, o fluxo reverso tornou-se mandatório. Novas filosofias como produção enxuta e design projetado para reciclagem tem trazido um novo olhar sobre consumo e produtividade e estimulado uma mudança de paradigma. Estratégias como essas, que projetam um produto considerando todo o seu ciclo, da concepção até o descarte ao final da vida útil, trabalhando no design para circularidade das peças, são essenciais para redução consistente dos impactos ambientais. No setor automotivo, especialmente no segmento de veículos pesados (caminhões, ônibus e máquinas), componentes como transmissões e embreagens têm alto valor agregado e grandes perspectivas de reutilização. Mas as empresas que se especializam em recondicionamento e remanufatura são atores-chave da economia circular, pois transformam componentes existentes em produtos funcionais novamente, minimizando o desperdício e a demanda por peças fabricadas. A logística reversa de transmissões e embreagens pode abranger uma ampla gama de fases que incluem:

- Coleta
- Separação
- Desmontagem de componentes usados
- Inspeção
- Reintegração de peças usadas
- Substituição de peças desgastadas
- Testes
- Embalagem
- Redistribuição no mercado

Existem também desafios adicionais no Brasil, como distâncias de distribuição geográfica, custos de transporte, baixa padronização nos retornos dos produtos e desafios de rastreamento. Portanto, este trabalho explora o processo de logística reversa de pós consumo que é utilizado para a remanufatura de transmissões e embreagens de veículos pesados no Brasil, e descreve seus processos, benefícios e dificuldades, integrando-se à economia circular e à legislação vigente (PNRS).

1. Metodologia

Este estudo realizou uma pesquisa bibliográfica e revisão de literatura, através de livros, artigos científicos, publicações acadêmicas e pesquisas em sites especializados sobre logística reversa de pós-consumo, economia circular, cadeia de suprimentos, mercado de reposição e remanufatura de peças automotivas.

A pesquisa bibliográfica foi a base para este trabalho, pois, permitiu a compreensão de estudos anteriores e modelos pré-existentes sobre o tema, além de contribuir como referência conceitual e teórica para embasamento científico. A abordagem é tanto qualitativa quanto exploratória, mas também traz análises quantitativas, buscando expor conceito e operacionalização ao abordar as práticas e desafios da logística reversa aplicadas ao segmento de remanufatura e

recondicionamento voltados ao setor automotivo de transmissões e embreagens para veículos pesados no Brasil.

2. LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS

A logística é uma atividade praticada desde a antiguidade pelo homem, tendo como objetivo principal a entrega de bens, produtos ou serviços na quantidade, local, tempo e com a qualidade desejada pelo destinatário.

A logística é definida por Dornier et al. (2000, p. 39) como:

A gestão de fluxos entre funções de negócio. A definição atual de logística engloba maior amplitude de fluxos do que no passado. Tradicionalmente, as empresas incluíam a simples entrada de matérias-primas ou o fluxo de saída de produtos acabados em sua definição de logística. Hoje, no entanto, essa definição expandiu-se e inclui todas as formas de movimentos de produtos e informações [...]. Portanto, além dos fluxos de retorno de peças a serem reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos devolvidos e de produtos usados/consumidos a serem reciclados.

Historicamente seu desenvolvimento foi impulsionado pelas guerras, através da necessidade de deslocamento de tropas, abastecimento de suprimentos e operações militares, mas após a segunda guerra mundial, com a informatização através de sistemas modernos para controle e tomadas de decisões mais assertivas, começa a ser utilizada nas empresas como ferramenta estratégica, unificando as áreas desde o fornecimento da matéria-prima até a distribuição do produto, para aumento da competitividade, satisfação do cliente, redução de ineficiências e consequentemente de custos através de uma visão sistêmica de toda a cadeia de suprimentos, evoluindo para supply chain management.

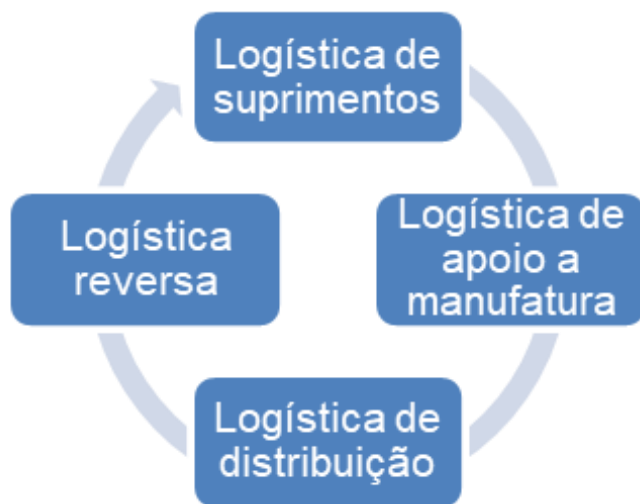
A cadeia de suprimentos pode ser entendida como um sistema integrado que envolve fornecedores, fabricantes, distribuidores, operadores logísticos e consumidores. O gerenciamento da cadeia de suprimentos busca integrar processos para melhorar desempenho, reduzir custos e aumentar a competitividade.

A gestão da cadeia de suprimentos frente a novas filosofias como o “just-in-time”, “qualidade total” e novas tecnologias como softwares de gestão que integram dados operacionais em tempo real de todos os setores da empresa, altera o input produtivo de demanda empurrada para a demanda puxada e exige um fluxo logístico eficiente com alta velocidade de resposta, de gerenciamento, controle e visibilidade de toda a cadeia de suprimentos. Essa nova abordagem é denominada logística empresarial.

Com a globalização, as empresas têm a necessidade de interagir entre si para competir, cooperar, inovar em seus lançamentos e buscam sucesso não apenas financeiro, mas se consolidarem em todos os quesitos, como governança, meio-ambiente e sustentabilidade, atendendo às expectativas de seus stakeholders, da comunidade onde está inserida e o posicionamento da marca no mercado (Leite, 2009).

Leite (2009) também faz menção em seu livro, à quatro áreas operacionais que compõem o loop fechado da logística empresarial, sendo a logística reversa a mais nova desse ciclo:

Figura 1 Loop da logística empresarial

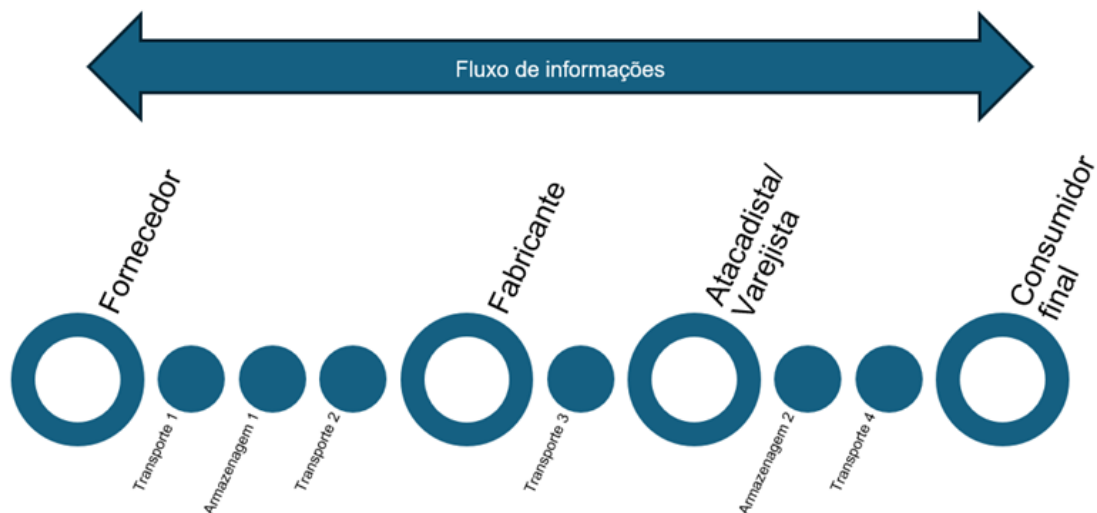


Referência 1 Adaptado de Leite, 2009.

Atualmente no cenário global com alto volume transacionado, a logística empresarial é uma importante ferramenta de diferencial competitivo para captar e fidelizar clientes cada vez mais exigentes não só em termos de qualidade do produto ou serviço, mas do atendimento que antecede a venda, do atendimento e soluções pós-venda, da agilidade operacional em cada etapa e o nível de sustentabilidade do produto/marca.

O canal de distribuição direto contempla o fluxo de produtos por toda a cadeia de distribuição e a multimodalidade, do fornecedor da matéria-prima virgem ao consumidor final, neste caso o mercado primário. O fluxo direto transcorre várias etapas: atacadistas / distribuidores / representantes – varejistas – consumidor final.

Figura 2 Cadeia de suprimentos - Fluxo direto



Referência 2 Adaptado de Pereira et al., 2012.

De acordo com Kotler (1998) a distribuição física de bens se dá através da movimentação e disponibilização dos produtos ao consumidor final. Os canais de distribuição têm grande enfoque por estudiosos e empresas, devido aos custos para operacionalização, valor agregado envolvido e a oportunidade de diferencial competitivo relacionada ao nível do serviço.

Devido ao crescente volume, demanda de consumo e por variedade de produtos, que tem ciclos de vida cada vez mais reduzidos para satisfazer o mercado cada vez mais exigente e consciente em seus múltiplos segmentos, há uma demanda igualmente crescente por canais de distribuição reversos de produtos de pós-venda e pós-consumo.

Para Leite (2009), os bens industrializados podem ser classificados como duráveis, semiduráveis ou descartáveis.

Bens descartáveis: Possuem vida útil média de semanas, dificilmente ultrapassando 6 meses. Itens como embalagens, suprimentos para escritório, hospitalar, cozinha, higiene, brinquedos, pilhas e baterias etc.;

Bens semiduráveis: Possuem vida útil média de meses a dois anos. Fazem parte de uma categoria intermediária, são eles, baterias de veículos ou de celulares, computadores e periféricos, eletroportáteis etc.;

Bens duráveis: Apresentam vida útil média de alguns anos a algumas décadas. Voltados a satisfação da vida pessoal são bens de capital em geral. São eles, eletrodomésticos, veículos, máquinas e equipamentos industriais, edifícios etc.

Após disposição pelo consumidor, passa a ser um produto de pós-consumo, onde, se houver possibilidade de reuso, é comercializado como produto secundário uma ou mais vezes, até chegar ao final de sua vida útil onde será reciclado ou descartado definitivamente.

2.1. Logística Reversa: Conceitos e Definições

Segundo Pereira *et al.* (2012) o canal de distribuição reverso abrange as operações do fluxo direto, mais o retorno, devolução, reuso, reciclagem e o descarte seguro de materiais ao final da vida útil.

A seguir as principais abordagens e definições sobre LR:

CLM (1993, p. 323): “Logística reversa é um termo relacionado às atividades envolvidas no gerenciamento da movimentação e disposição de embalagens e resíduos.”

Stock (1998, p. 20): “Logística reversa: refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução da fonte, reciclagem e substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação, remanufatura...”.

Rogers e Tibben-Lembke (1999, p. 2) definem a LR como:

Processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, e custo efetivo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição.

Mueller (2007, apud Pereira *et al.*, 2011) enfatiza que:

Logística reversa pode ser classificada como sendo apenas uma versão contrária da logística como a conhecemos. A logística reversa utiliza os mesmos processos que um planejamento convencional. Ambos tratam de nível de serviço e estoque, armazenagem, transporte, fluxo de materiais e sistema de informação, em resumo trata-se de um novo recurso para lucratividade.

Leite (2009) destaca que a logística reversa envolve o planejamento e controle do retorno de bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou produtivo, agregando valor econômico, ecológico, legal e de imagem corporativa. O autor divide a logística reversa em duas áreas principais: pós-venda e pós-consumo.

A logística reversa de pós-venda refere-se ao retorno de produtos com pouco ou nenhum uso, devolvidos por problemas de qualidade, garantia, erros comerciais ou insatisfação do consumidor. Já a logística reversa de pós-consumo envolve produtos descartados após o término da vida útil, sendo direcionados para reutilização, reciclagem, remanufatura ou descarte ambientalmente adequado.

Canal de distribuição reverso de pós-venda (CDR-PV): Abrange o retorno do produto com pouco ou nenhum uso à sua origem, percorrendo o fluxo inverso, devido à não conformidade com especificações técnicas ou de qualidade, avaria da embalagem ou do produto, por validade expirada, acordos comerciais para itens de baixo giro e/ou excesso de estoque ou por garantia.

Canal de distribuição reverso de pós-consumo (CDR-PC): Refere-se ao retorno de produtos e componentes constituintes no final da vida útil ao ciclo produtivo como matéria-prima secundária, buscando a revalorização dos itens de formas variadas através de reuso, desmanche e reciclagem (Leite, 2009).

Ballou (1993), faz referência aos canais reversos ligados à produtos de pós-consumo como fluxo estratégico e visão de futuro da logística, ele foi um dos pioneiros na disseminação do termo “canal reverso”, consolidado ao longo do tempo e que posteriormente evolui para “logística reversa”.

Leite (2009), menciona ainda, duas subcategorias dentro do canal reverso de pós-consumo:

O canal de distribuição reverso de ciclo aberto: O produto será reintegrado ao ciclo produtivo através da revalorização dos materiais constituintes que irão se transformar em matéria-prima para fabricação de um produto distinto ao de origem.

O canal de distribuição reverso de ciclo fechado: O produto passará pelo processo de desmontagem, porém, os materiais constituintes serão extraídos, selecionados e dispostos para a fabricação de um item similar ao de origem. A remanufatura se enquadra nesta subcategoria, onde o material será revalorizado através de processos em uma cadeia reversa especializada.

2.2. Economia Circular e o Setor Automotivo

A economia circular se apresenta como um modelo alternativo ao sistema linear tradicional de produção e consumo. Enquanto o modelo linear é baseado em extrair, produzir e descartar, a economia circular busca manter produtos e materiais em circulação, reduzindo desperdícios. Segundo Macarthur (2013), o objetivo é manter produtos e componentes em seu mais alto nível de utilidade e valor.

No setor automotivo, a economia circular se aplica principalmente no reaproveitamento de peças e componentes metálicos, reduzindo a necessidade de produção de novos itens e diminuindo impactos ambientais.

3. REMANUFATURA E RECONDICIONAMENTO NO SEGMENTO DE VEÍCULOS PESADOS

A LR de pós consumo relacionada ao setor automotivo, se aplica a três processos distintos: Na remanufatura, no recondicionamento e no reparo.

A remanufatura é um processo industrial rigoroso para revalorização de produtos, através das atividades de desmontagem, retorno de partes essenciais ao ciclo produtivo, substituição de componentes desgastados por novos para posterior remontagem e atendimento da finalidade original do produto, sendo submetida a testes criteriosos e oferecendo garantia de fábrica. Este processo além de ser uma alternativa rentável oferece um lead time curto para execução, reduzindo o tempo do caminhão parado em comparação com o reparo. (Leite, 2009).

Já o processo de recondicionamento do produto consiste no reparo das partes danificadas que constituem o produto, onde os componentes são submetidos a retífica, mas não havendo a troca desses componentes por peças novas. Esse processo pode ser realizado por empresa terceira que não o fabricante original.

Existe ainda o processo de reparo, que é exclusivamente o conserto e substituição pontual de peças danificadas, para que o produto retorne ao uso imediato, sem passar por uma revisão completa ou restauração as especificações originais.

3.1. Processo Operacional da Logística Reversa de Transmissões e Embreagens

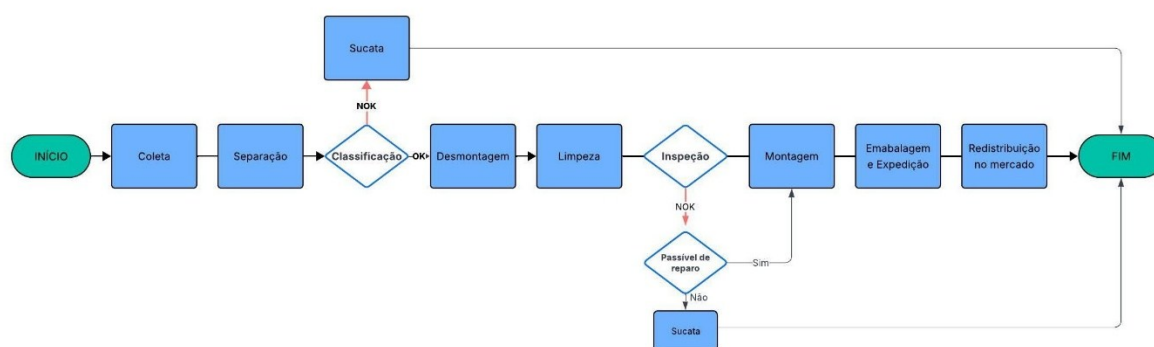
O processo de remanufatura industrial está ligado ao conceito de economia circular, que possui como pilares principais, a redução, a reutilização e a reciclagem de materiais e recursos naturais. Essa prática visa não só a sustentabilidade ambiental, mas a otimização de recursos e a redução de custos operacionais para os fabricantes e frotistas, especialmente em setores como logística, mineração e transporte público.

Dentre os componentes de veículos pesados que podem ser remanufaturados, destacam-se motores, caixas de câmbio (transmissões), embreagens, eixos e turbocompressores.

Atendendo à PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) que prevê a responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos como peças de veículos e aos 3R's da economia circular (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) a indústria automotiva realiza a coleta das peças, geralmente proveniente de distribuidores, frotistas ou concessionárias, o desmanche do produto em componentes que poderão passar por remanufatura e serem reintegrados ao ciclo produtivo como matéria-prima, comercializados no mercado de segunda mão / mercado de reposição ou destinados a reciclagem como sucata em caso de não reaproveitamento.

O diagrama abaixo ilustra o fluxo da logística reversa de transmissões e embreagens ao final da vida útil, desde a coleta até a redistribuição, envolvendo as áreas responsáveis por cada etapa: Logística, Operações, Manufatura e Qualidade. O fluxo vai da coleta, triagem e classificação até decisões de descarte, estoque temporário, continuidade para limpeza, desmontagem e inspeção; Depois segue para a remanufatura, retrabalho, montagem, teste, embalagem, expedição e redistribuição no mercado de reposição.

Figura 3 Canal reverso de remanufatura de transmissões e embreagens automotivas



Referência 3 Autores.

Uma das dificuldades práticas dos canais reversos é a triagem, processo mandatório para LR de pós-consumo para reintegração ao ciclo produtivo ou destinação à reciclagem, e ainda muito manual dependendo de recursos para

manuseio e movimentação das peças, como empilhadeiras, paleteiras, ponte rolante, equipamento para içamento e mão-de-obra especializada.

A segunda e importante etapa no processo na revalorização dos bens pós-consumo é a de desmontagem, seja para atender à remanufatura ou à reciclagem e assim como a triagem, depende de recursos como equipamentos de içamento, ferramentas e mão-de-obra especializada.

Estudos mostram a prática da LR como estratégia competitiva, porém sua implementação em larga escala é desafiadora, podendo comprometer o fluxo e custo das atividades da cadeia de distribuição direta da empresa.

Conforme mencionado por Leite (2009), devido a menor previsibilidade das atividades relacionadas a logística reversa em comparação ao cenário da logística de distribuição direta, o número de transações é muito superior (de cinco à dez vezes maior), resultando na elevação dos custos operacionais em três a cinco vezes.

Alguns desafios para escalabilidade da LR geram oportunidade para atuação de operadores logísticos especializados, como a coleta de bens de pós-venda e pós-consumo. É uma atividade de difícil operacionalização devido a variedade e ampla gama de produtos, possível ausência parcial ou total de embalagens, localização de origem dispersa e em alguns casos sem recursos e equipamentos para movimentação de peças pesadas, gerando a necessidade de agregar volumes para economia de escala e compartilhamento de serviços (terceirizações e quarteirizações).

Outra oportunidade para o operador logístico é a prestação de serviços especializados de transporte, armazenagem, consolidação e troca de embalagens.

Conforme informações divulgadas por fabricantes, a remanufatura minimiza a utilização de matéria-prima virgem de acordo com o percentual de reutilização de componentes de alto valor agregado, gerando redução no impacto ambiental, como a redução média de 35% na emissão de carbono e de custo ao cliente.

O processo de remanufatura segue um protocolo onde os itens de desgaste são substituídos na totalidade por peças novas. Os componentes reutilizáveis passam por criteriosa avaliação de qualidade, limpeza e retrabalho e são reintegrados ao ciclo produtivo como matéria-prima secundária.

É importante ressaltar que algumas peças reutilizáveis são compostas por matéria-prima secundária, como as chapas de pressão e alguns modelos de carcaças de ferro

fundido, produzidas a partir de 80% de sucata e podendo ser remanufaturada em média 3 vezes.

Tabela 1 Partes reutilizáveis

Peça	Componentes reutilizáveis	Economia de custo
Transmissão (Câmbio)	Carcaça (alumínio ou ferro fundido), conjunto de engrenagens e eixo piloto	30% a 40% de redução
Embreagem	Platô: Carcaça (alumínio ou ferro fundido), chapa de pressão (ferro fundido) e mola membrana; Disco: Chapas, cubo, cushion e molas	30% a 50% de redução
Motor	Reaproveitamento do bloco (ferro fundido)	Redução de consumo de matéria-prima virgem, componentes, energia e

Referência 4 Autores.

A LR no segmento automotivo funciona através de um sistema a base de troca, onde o cliente entrega uma peça usada (denominada “core” ou “carcaça”) e obtém um desconto na compra de um produto remanufaturado.

No caso da não devolução da peça usada, ou desta não atender os critérios mínimos de qualidade estabelecidos para remanufatura, um valor complementar pode ser gerado ao cliente para fechar o processo. Esse mecanismo é essencial para incentivar a devolução do produto e promover a economia circular.

A respeito da comparação da vida útil de uma peça nova vs. a de uma remanufaturada é necessário considerar as condições e detalhes da fabricação.

As peças remanufaturadas por OEMs (Original Equipment Manufacturer que em tradução livre significa fabricante de equipamento original) oferecem garantia similar à de uma peça nova e são projetadas para terem a vida útil também equivalente à de uma peça nova, uma vez que o processo de reindustrialização segue rigorosos padrões, como precisão na usinagem, limpeza técnica, avaliação e substituição de todos as peças de desgaste por componentes novos, medições e submissão a testes.

Para otimização da vida útil da peça, durabilidade dos componentes e alto padrão de desempenho, é essencial que haja a manutenção preventiva tanto para transmissões quanto para embreagens de veículos pesados (caminhões e ônibus) a manutenção preventiva é recomendada em intervalos de 40.000 km a 60.000 km.

Embreagens: Vida útil média entre 300.000 km e 500.000 km em condições normais. Em operações severas, este intervalo cai para 150.000 km a 300.000 km

Transmissões: Podem durar de 500.000 km a 1.000.000 km, dependendo do rigor da manutenção preventiva.

Após remanufatura, a peça passa por testes funcionais e controle de qualidade. Em seguida, ocorre embalagem, armazenamento e redistribuição ao mercado. Quando o item não possui condições de reaproveitamento, é encaminhado para reciclagem ou vendido como sucata, alinhando-se aos princípios da PNRS.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) representa um marco regulatório importante no Brasil, estabelecendo diretrizes para o gerenciamento de resíduos e introduzindo o conceito de responsabilidade compartilhada. A PNRS reforça a necessidade de destinação ecologicamente adequada, incentivando reutilização, reciclagem e logística reversa.

No setor automotivo, embora o condicionamento já seja praticado há décadas, a legislação fortalece a necessidade de processos formais e rastreáveis, especialmente quando se trata de resíduos contaminantes e materiais metálicos.

3.2 Indicadores de Desempenho na Logística Reversa

Como toda e qualquer organização que exerça atividade comercial e/ou industrial, existe um objetivo principal a ser alcançado. No caso da logística reversa, há condições necessárias para viabilizar e estruturar a operação, conforme menciona Leite (2009):

- Agregar valor / Remuneração em cada etapa reversa;
- Rigor nos critérios de qualidade no processamento dos materiais reutilizados;
- Escala econômica;
- Mercado consumidor aquecido e competitivo para produtos com materiais reciclados.

Dispondo dessas condições mencionadas é necessário uni-las à fatores determinantes para a organização do canal reverso, de acordo com Leite (2009) são eles:

- I. Econômicos: Condições financeiras para estruturar o processo operacional de revalorização de peças para reintegração ao ciclo produtivo, que viabilizem e tragam retorno financeiro aos agentes da cadeia reversa;
- II. Tecnológicos: Aplicação de tecnologias que suportem o processo de revalorização econômica dos resíduos a partir do seu descarte e em todas as etapas, coleta, desmontagem, avaliação e separação de componentes à reindustrialização para reintegração como matéria-prima secundária ou à reciclagem;
- III. Logísticos: Integração dos sistemas de transporte, rastreio, e gestão de toda a cadeia de distribuição reversa (coleta dos produtos nos parceiros/distribuidores/revendedores, consolidação dos volumes, devolução ao fabricante, seleção, separação, reprocessamento/terceirização do processamento, descarte da sucata/reciclagem, mercado consumidor do produto remanufaturado).
- IV. Ecológicos: São fatores puxados por consumidores cada vez mais exigentes quanto à sustentabilidade e posicionamento da marca frente à questões ambientais e circularidade, ditados pelos stakeholders, governo, sociedade e consumidores.
- V. Legais: Visam a regulamentação e organização dos canais reversos através de promoções e programas de incentivos à melhorias na logística reversa, remanufatura e à redução de extração de matéria-prima virgem, garantindo um crescimento e desenvolvimento sustentável de populações e países.

A avaliação de desempenho é essencial para mensurar a eficiência do sistema reverso. Indicadores comuns incluem taxa de reaproveitamento de componentes, tempo de ciclo do retorno, custo de transporte reverso, índice de rejeição de peças recebidas, tempo do veículo parado e nível de atendimento ao cliente.

A mensuração do desempenho também permite identificar gargalos e oportunidades de melhorias no planejamento logístico, principalmente em operações que dependem de alta disponibilidade de componentes usados para manter a produção de remanufatura.

4. DISCUSSÃO

O Brasil é um país predominantemente rodoviário e o setor de transportes está em constante expansão, o que impulsiona o aumento da frota de veículos pesados e consequentemente a idade média desses veículos. Segundo dados divulgados pelo Sindipeças (2026), a idade média da frota brasileira de caminhões e ônibus é de aproximadamente 12 anos. No caso dos caminhões a média é puxada por motoristas autônomos que prestam serviço para frotistas, transportadoras e distribuidores e possuem os veículos mais antigos em circulação.

Tabela 2 Crescimento da frota brasileira de caminhões e ônibus (em unidades)

Ano	Total	Crescimento Anual
2019	2.419.601	-
2020	2.440.946	0,88%
2021	2.496.384	2,27%
2022	2.549.820	2,14%
2023	2.572.348	0,88%
2024	2.640.254	2,64%
2025	2.686.796	1,76%

Referência 5 Adaptado de Sindipeças, 2026.

A dependência do modal rodoviário, somada aos fatores mencionados acima, gera uma crescente demanda por manutenção e comercialização de peças no mercado de reposição automotivo.

As empresas de remanufatura, sejam fabricantes ou empresas independentes especializadas neste processo, dependem de uma logística reversa eficiente para coletar e trazer componentes usados para o processo, em que serão finalmente reprocessados. O sistema apresenta um desempenho insatisfatório nesses três desafios: a falta de padronização nos retornos, a dificuldade na coleta e a ausência de integração entre os agentes da cadeia.

A logística reversa de transmissões e embreagens para veículos pesados possui vasta oportunidade de desenvolvimento no Brasil, dada a grande frota nacional, com idade média crescente, gerando alta dependência de manutenção mecânica.

Segundo o autor Leite (2009), as empresas que praticam a remanufatura dependem do recebimento de componentes usados que retornam, e o fluxo reverso deve ser constante para manter suas linhas de produção operando sem ociosidade. A taxa de retorno ideal deve estar acima de 80%. No entanto, longas distâncias, custos de frete, ausência de padronização nos retornos e a falta de precisão na rastreabilidade são gargalos que prejudicam a eficiência do sistema.

Partes do processo manuais como a triagem, separação e desmontagem, também podem ser gargalos de tempo e oneração do fornecimento de peças a linha de remanufatura.

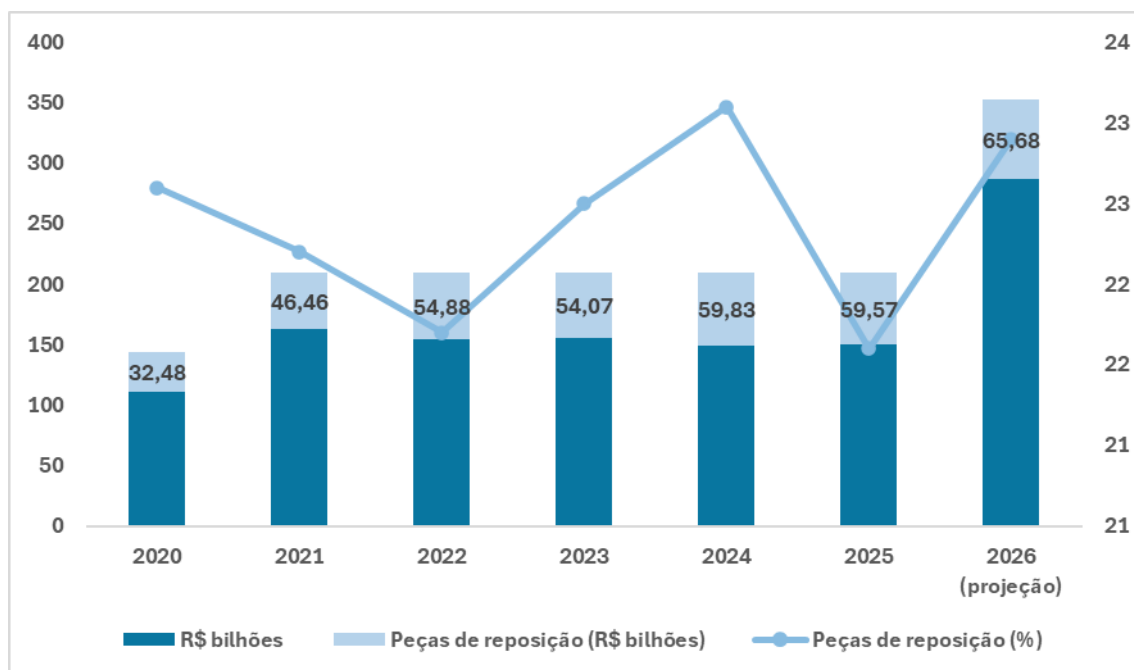
Em contrapartida há muitos aspectos positivos:

- A recuperação de elementos metálicos reduz a necessidade de matérias-primas virgens de recursos escassos e não renováveis, menos resíduos são gerados e a prática da economia circular;
- O recondicionamento também ajuda a reduzir custos para operadores de frotas e consumidores em geral e torna a indústria automotiva, pesada mais competitiva;
- Redução do tempo de veículo parado (downtime);
- Melhoria da vida útil total do ativo – TCO (Custo total de propriedade);
- Alinhamento com ESG (Environmental, Social and Governance – Ambiental, Social e Governança);
- Aumento de postos de trabalho formais devido ao crescimento do setor.

De acordo com dados do mercado de peças de reposição, o setor global de remanufatura automotiva movimentou aproximadamente US\$ 61,46 bilhões em 2023 e tem uma projeção de atingir US\$ 91,45 bilhões até o ano de 2030, crescendo a uma taxa anual média 5,83% CAGR - taxa de crescimento anual composta.

No Brasil, as empresas do segmento que atuam com remanufatura têm apresentado taxas de crescimento entre 50% e 60% anuais.

Figura 4 Participação do mercado de reposição no faturamento da indústria de autopeças



Referência 6 Adaptado de Sindipeças, 2026.

Na segunda observação deste estudo nota-se que a logística reversa do segmento de remanufatura deve ser considerada em um nível estratégico dentro da cadeia de suprimentos e promover a integração entre fabricantes, montadoras, distribuidores, concessionários, revendedores e empresas de transporte e sucateiros.

Uma alternativa para minimizar obstáculos e o desafio operacional logístico, é a implementação do frete de retorno, otimizando um recurso possivelmente subutilizado, onde no ato da entrega do produto novo, o parceiro responsável pela distribuição direta, faça a coleta do material da reversa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística reversa não é apenas um modelo de sustentabilidade, mas de eficiência ante o modelo linear.

Da mesma forma que a remanufatura de embreagens e transmissões de veículos pesados no Brasil não é apenas uma tendência, mas uma necessidade econômica e ambiental em crescimento no mundo. Permitindo as nações o desenvolvimento econômico sustentável Leite (2009).

Com uma economia direta de até 40% no custo das peças e uma redução drástica no impacto ambiental, o setor está posicionado para um crescimento sustentável, acompanhando o envelhecimento da frota e a busca por eficiência operacional no transporte rodoviário de cargas.

Este estudo analisou a logística reversa aplicada a remanufatura de transmissões e embreagens para veículos pesados no Brasil, destacando sua importância estratégica para as corporações que atuam no setor. Nesse contexto, verificou-se que a logística reversa é diretamente aplicável à economia circular, reduzindo o desperdício e estendendo a vida útil de peças de alto valor agregado.

O reaproveitamento de carcaças gera ganhos de 40% a 60% no custo de fabricação, percentual puxado pela economia de matéria-prima e da redução do consumo de recursos como energia elétrica e água, utilizando-se apenas 20% do esforço produtivo em comparação a um produto novo. Além de que, nada se perde no processo, há ganho de ponta a ponta, da entrada e revalorização da matéria-prima à venda dos resíduos como sucata Leite (2009).

A redução no custo de fabricação é utilizada na composição do preço da peça, gerando uma redução de 30% a 50% em comparação ao preço de uma peça nova.

Portanto o canal reverso de remanufatura automotiva para caminhões e ônibus, já consolidado mundialmente, tem alto retorno financeiro e justifica o crescimento exponencial de volumes e faturamento anualmente, bem como as projeções futuras.

Fatores como programas governamentais e mudança nas legislações também impulsionam o crescimento do setor:

- Programa Mover: Incentivos concedidos pelo governo para a descarbonização e sustentabilidade na cadeia automotiva
- Normas Euro 6 (Proconve P8): Regulamentação vigente no Brasil desde janeiro de 2023 para estabelecimento de limites de emissões de poluentes por veículos a diesel. Maior complexidade dos sistemas de pós-tratamento de gases torna a remanufatura uma opção ainda mais atrativa frente ao alto custo de componentes novos.

Entretanto, o estudo evidencia que a eficiência desse sistema ainda é limitada por desafios operacionais, como custos logísticos elevados devido à complexidade e maior número de transações, podendo chegar a cinco vezes mais que a operação de distribuição direta, barreiras geográficas, tecnológicas, dificuldades na coleta e

ausência de integração entre os agentes envolvidos. Fatores estes que impactam os ganhos e a escalabilidade das operações de remanufatura.

Dessa forma, conclui-se que a consolidação da logística reversa no setor depende de investimentos em padronização, parcerias no setor (fabricantes, distribuidores, transportadoras, frotistas), rastreabilidade, integração da cadeia, desenvolvimento de soluções logísticas especializadas e o uso de tecnologias.

Alternativas como o frete de retorno e operadores especializados no processo de coleta, pré-seleção, consolidação e implementação de hubs estratégicos alinhados com o mapeamento de distribuidores e concessionários que detêm as carcaças para retorno, seriam pontos de melhoria importantes, acelerando a reposição da matéria-prima secundária no ciclo produtivo.

Superadas tais barreiras, a logística reversa tem potencial para se tornar um importante diferencial competitivo e um pilar fundamental para a sustentabilidade da indústria automotiva pesada no Brasil.

Os ganhos econômicos e ambientais superam os desafios operacionais e custos, portanto o fator mais crítico não é a viabilidade, mas a escalabilidade e otimização operacional. A margem de lucro operacional na venda de uma peça remanufaturada pode superar a de uma peça nova, devido ao valor acessível da carcaça/core.

REFERÊNCIAS

ABTC. Disponível em: <https://www.abtc.org.br/index.php/noticias/noticias-do-setor/item/4982-idade-media-da-frota-de-caminhoes-e-de-12-anos.html>. Acesso em 30 abr. 2026.

ALBERTI, Marielly S. **Análise da Logística Reversa Aplicada em Peças do Setor Automotivo: Um Estudo de Caso**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia no Curso de Engenharia de Transporte e Logística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, SC, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/262134>. Acesso em 26 mar. 2026.

ABIPEÇAS-SINDIPEÇAS. **Anuário 2026 / Indicadores da indústria brasileira de autopeças_Dez-2025 / Relatório da frota circulante 2026**. Disponível em <https://www.sindipecas.org.br/pagina/biblioteca.php>. Acesso em 12 abr. 2026.

Autopeças remanufaturadas são tendência global e gigantes já começam a se movimentar para trazer movimento ao Brasil. Disponível em: <https://novovarejoautomotivo.com.br/autopecas-remanufaturadas-sao-tendencia-global-e-gigantes-ja-comecam-a-se-movimentar-para-trazer-movimento-ao-brasil>. Acesso em 29 abr. 2026.

AVELAR, Caio G. L. **Economia Circular através do processo de Logística Reversa: Um Estudo de Caso em uma Indústria Automotiva**. 2025. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade de Engenharia de Resende, Resende, RJ, 2025. Disponível em: <https://repositorio.aedb.br/jspui/handle/123456789/192>. Acesso em 12. Abr. 2026.

BARBOSA, Tailine S. P. **A Logística Reversa como Instrumento de Vantagem Competitiva**. 2017. Artigo – Departamento de Engenharia de produção, Faculdade Santíssimo Sacramento, Alagoinhas, BA, 2017. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2021/07/2098-10972-1-PB.pdf>. Acesso em 26 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 2010. <https://dba.adv.br/wp-content/uploads/2024/10/Cartilha-Politica-Nacional-de-Residuos.pdf>, acesso em 29/04/2026.

GOMES, Rafael Rotta. **Relação entre Economia Circular e Logística Reversa: uma Revisão Sistemática**. 2021. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223083>. Acesso em 12 abr. 2026.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2009.

MACARTHUR, E. FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: economic and business rationale for an accelerated transition.** UK, 2013.

Peças Remanufaturadas Renov. Disponível em: <https://www.mercedes-benz-trucks.com.br/pecas-e-servicos/pecas/pecas-remanufaturadas-renov>. Acesso em 12 abr. 2026.

PEREIRA, André Luiz et al. **Logística reversa e sustentabilidade.** São Paulo, SP: Cengage Learning, 2012.

PINHEIRO, Aline F. D. S. **A Aplicação dos Fundamentos de Logística Reversa e Economia Circular no Recondicionamento de Sistemas de Embreagem Veicular: Um Estudo de Caso da A.C. Pinheiro Embreagens.** 2023. Artigo – FATEC Americana, Americana, SP, 2023. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/15020/1/20231S_Aline%20Fernanda%20Da%20Silva%20Pinheiro_OD1567.pdf. Acesso em 26 mar. 2026.

Reman Day - SAE na Eaton - Eaton Cummins Automated Transmission Technologies. Disponível em: <https://videos.eatoncummins.com/detail/video/6377713887112/reman-day---sae-na-eaton>. Acesso em 12 abr. 2026.

ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronald S. Going Backwards. **Reverse Logistics Trends and Practices.** Nevada: Reverse Logistics Executive Council, 1999.

SETCESP SP. Disponível em: <https://setcesp.org.br/noticias/a-idade-da-frota-de-caminhoes-no-pais>, acesso em 30/04/2026.

SILVA, Letícia M. D. **A importância da Logística Reversa no Pós-Consumo.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade Anhanguera, Pelotas, RS, 2018. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/22759/1/LETICIA_SILVA_TENTATIVA1.pdf. Acesso em 26 mar. 2026.

Volvo Reman. Disponível em: <https://www.volvoce.com/brasil/pt-br/parts/repair-and-reman-parts/reman/>. Acesso em 12 abr. 2026.

WINCK, Bruna. **Alinhamentos entre Economia Circular, Supply Chain Management e Logística Reversa.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Do Vale Do Rio Dos Sinos, Unisinos, São Leopoldo, RS, 2022. Disponível em: <https://repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/12018>. Acesso em: 12 abr. 2026.