



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

ANDRESSA ALVES DE SOUSA

**DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS E SEUS IMPACTOS
AMBIENTAIS E ECONÔMICOS EM UMA TRANSPORTADORA DE ARAGUAÍNA -
TO**

Araguaína, TO

2025

Andressa Alves de Sousa

**Diagnóstico da logística reversa de pneus e seus impactos ambientais e econômicos em
uma transportadora de Araguaína - TO**

Artigo apresentado à UFNT - Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso Superior de Tecnologia em Logística foi avaliado para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

**Araguaína, TO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT
Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A474d Alves de Sousa, Andressa .

Diagnóstico da logística reversa de pneus e seus impactos ambientais e econômicos em uma transportadora de Araguaína - TO / Andressa Alves de Sousa. - Centro de Ciências Integradas - CCI, TO, 2025.

40 f.

Artigo de Graduação (Graduação - em Logística) -- Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2025.

Orientadora: Clarete de Itoz.

1. Sustentabilidade e Meio Ambiente. 2. Logística Reversa em Transportadora. 3. Gestão de Resíduos.

CDD 658.5

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.


Andressa Alves de Sousa

Diagnóstico da logística reversa de pneus e seus impactos ambientais e econômicos em uma transportadora de Araguaína – TO

Artigo apresentado à UFNT - Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso Superior de Tecnologia em Logística foi avaliado para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.


Data de aprovação: 11 / 06 / 2025

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 CLARETE DE ITOZ
Data: 20/06/2025 15:12:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Clarete de Itoz, UFNT

Prof. Dra. Angelita de Oliveira Almeida, UFNT

Documento assinado digitalmente
 DEGSON FERREIRA
Data: 20/06/2025 11:05:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Degson Ferreira, UFNT

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado com perseverança me permitindo ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho. Agradeço ao meu esposo Salim Bucar, minha filha Anna Alicy e minha mãe Alice por me apoiarem e me incentivarem nos dias difíceis. Às minhas amigas Lizensangela, Eliane, Tamires e Camila que estiveram comigo nessa jornada, fazendo com que os dias se tornassem mais leves, sou grata pela ajuda que me deram e pelas palavras de incentivo nos momentos de desânimo.

Agradeço a Deus por ter me abençoado em escolher a minha orientadora Clarete de Itoz, sou grata por todos os seus conselhos e ensinamentos, agradeço por ter acreditado em mim e se dedicado com paciência e alegria. Agradeço também a Universidade Federal do Norte do Tocantins e aos professores do colegiado do curso superior em Tecnologia em Logística que não mediram esforços para transmitir seus conhecimentos, sem vocês não seria possível chegar até aqui. Que Deus abençoe grandemente cada um.

RESUMO

A logística reversa de pneus é um grande aliado para a sustentabilidade e economia das empresas, com ela é possível lucrar e preservar o meio ambiente, reciclando e reutilizando os pneus inservíveis. Diante deste contexto, este estudo teve como objetivo demonstrar os principais desafios, impactos e oportunidades que uma transportadora de Araguaína – TO enfrenta, ao implementar ações de logística reversa de pneus. A pesquisa conseguiu descrever o funcionamento da logística reversa de pneus dentro da transportadora; avaliar os obstáculos enfrentados na implementação da logística reversa de pneus; e, relatar as vantagens que a logística reversa de pneus traz para a empresa. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa e natureza descritiva e exploratória, no qual os dados foram levantados através de um questionário aplicado ao gestor de logística reversa da transportadora. A partir dos dados coletados, foi identificado que para ter uma boa gestão do funcionamento da logística reversa de pneus é preciso armazenar os pneus inservíveis em locais fechados, realizar a coleta e a destinação adequada e transferir os pneus para os locais de reciclagem ou reaproveitamento. Foi possível também identificar que o principal obstáculo enfrentado na implementação da logística reversa de pneus é a falta de parceiros comprometidos com a gestão dos resíduos. Também foi identificado que a preservação do meio ambiente é o principal benefício que a implementação da logística reversa de pneus traz para a empresa e sociedade.

Palavras-chaves: Sustentabilidade e Meio Ambiente. Logística reversa em Transportadora. Gestão dos resíduos.

ABSTRACT

Reverse tire logistics is a great ally for the sustainability and economy of companies, making it possible to make a profit and preserve the environment by recycling and reusing scrap tires. Given this context, the aim of this study was to demonstrate the main challenges, impacts and opportunities faced by a transport company in Araguaína - TO, when implementing reverse tire logistics actions. The research was able to describe how reverse tire logistics works within the carrier; evaluate the obstacles faced in implementing reverse tire logistics; and report on the advantages that reverse tire logistics brings to the company. The research had a qualitative approach and was descriptive and exploratory in nature, in which the data was collected through a questionnaire applied to the reverse logistics manager of the carrier. From the data collected, it was identified that in order to have good management of the reverse logistics of tires, it is necessary to store unserviceable tires in closed places, carry out the collection and proper disposal and transfer the tires to recycling or reuse sites. It was also possible to identify that the main obstacle faced in implementing reverse logistics for tires is the lack of partners committed to waste management. It was also identified that the preservation of the environment is the main benefit that the implementation of reverse tire logistics brings to the company and society.

Keywords: *Sustainability and the Environment. Reverse logistics in transportation. Waste management.*

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Estrutura do pneu veículo de passeio	22
Figura 2: O ciclo reverso do pneu	24
Figura 3: Razões para aplicação da logística reversa no Brasil.....	30
Figura 4: Obstáculos na implementação da logística reversa de pneus.....	31

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Definições sobre a logística reversa	18
Quadro 2: Atribuições na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos ...	19
Quadro 3: Leis Federais que disciplinam a gestão de Resíduos sólidos no Brasil.....	20
Quadro 4: Função dos componentes dos pneus.....	22
Quadro 5: Fatores que influenciam na escolha dos parceiros	28
Quadro 6: Aspectos operacionais dos desafios para implantação de sistemas de logística	29
Quadro 7: Fatores para aplicação da logística reversa de pneus.	32

Tabela 1: Total de pneus fabricados, importados, enviados às montadoras e exportados e quantidade de pneus novos colocados no mercado de reposição (2021)	27
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
LR	Logística Reversa
ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
RS	Resíduos Sólidos
ABTB	Associação Brasileira de Tecnologia da Borracha

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Problema de pesquisa	12
1.1.1 Delimitação da pesquisa	13
1.1.2 Justificativa.....	13
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Metodologia.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Logística reversa: conceitos e atividades.....	17
2.2 Logística Reversa de pneus: implementação e vantagens	21
3 RESULTADOS E ANÁLISES	26
3.1 O estudo de caso	26
3.2 Levantamento e descrição de dados: a logística reversa de pneus em uma transportadora objeto de estudo	26
3.3 Obstáculos, vantagens e fatores de aplicação da logística reversa de pneus.....	28
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE ÚNICO	39

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a exploração dos recursos naturais e a poluição ambiental cresceram em um nível exorbitante. A crescente demanda mundial por matérias-primas brutas para o consumo tem impulsionado a exploração dos recursos não renováveis, resultando na perda da diversidade biológica e o acúmulo dos poluentes na atmosfera do planeta. A preservação do meio ambiente é essencial para a proteção da biodiversidade e dos recursos naturais. No entanto, a sociedade e as empresas precisam se conscientizar e adotar medidas que viabilizem a sustentabilidade e assim reduzir os impactos do efeito estufa.

Segundo Souza (2025), a sustentabilidade tem como finalidade preservar os recursos naturais satisfazendo as necessidades do presente, sem comprometer os recursos das gerações futuras. No entanto, com o passar dos anos a sustentabilidade integrou-se à gestão dos resíduos sólidos, pois o descarte inadequado apresenta sérios desafios para o meio ambiente e saúde pública. No setor de pneus, a reciclagem e a reutilização são práticas sustentáveis que contribuem para a redução dos impactos ambientais, minimizando o desperdício de matérias primas, o consumo de energia e a redução dos resíduos.

Realizou-se um estudo de caso qualitativo para explorar os desafios, impactos e oportunidades inerentes à logística reversa de pneus em uma transportadora de Araguaína. A metodologia incluiu uma entrevista com o gestor responsável pela logística reversa da empresa para o levantamento de dados. Os resultados mostram que, embora a empresa tenha processos de logística reversa implementados e acompanhe a legislação, um dos principais desafios é a escassez de parceiros adequados, que são fundamentais para a efetividade do processo.

1.1 Problema de pesquisa

Nos últimos anos, com a evolução da tecnologia e o desenvolvimento populacional e econômico, houve um aumento no crescimento do consumo de automóveis. Segundo a Confederação Nacional do Transporte - CNT, o modal rodoviário possui um papel importante para a economia brasileira, operando nacionalmente e englobando cadeias de produção e distribuição de bens, escoamento da produção agrícola, mineral, industrial e para o mercado externo. Além disso, gera milhares de empregos e oportunidades que somado aos aspectos logísticos se tornam um grande aliado para a economia brasileira gerando mais capital e agregando valor ao setor.

No Brasil, anualmente são descartadas cerca de 450 mil toneladas de pneus, o equivalente a 90 milhões de unidades sendo a maioria de carros de passeio, conforme o Serviço Social do Transporte e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SEST/SENAT – 2017). Os pneus inservíveis representam um problema de ordem sanitária quando abandonados ou descartados de forma inadequada. No Brasil a Resolução N° 416, de 30 de setembro de 2009, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) diz que pneu usado é o pneu que foi submetido a qualquer tipo de uso e/ou desgaste, classificado na posição 40.12 da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), englobando os pneus reformados e os inservíveis.

Nas empresas de transporte o alto consumo de pneus usados em frotas de caminhões também tem um volume preocupante, quanto maior as frotas de caminhões, maiores são os gastos e desafios para manter, armazenar e ter uma destinação adequada para os pneus inservíveis (MATOS, 2023). Diante deste contexto, surgiu o problema de pesquisa: Como se apresenta a logística reversa de pneus e seus impactos ambientais e econômicos em uma transportadora de Araguaína – TO?

1.1.1 Delimitação da pesquisa

A logística reversa é um dos principais meios para o controle dos resíduos e preservação do meio ambiente. Apesar do vasto conteúdo a respeito dos resíduos sólidos, para este estudo foi delimitado a logística reversa de pneus. A pesquisa foi realizada na cidade de Araguaína, região norte do estado do Tocantins, em uma transportadora que é referência no segmento do transporte rodoviário. O principal foco deste estudo é demonstrar e analisar sobre a importância da implementação da logística reversa de pneus, compreender sobre a armazenagem, reciclagem e destinação final dos pneus inservíveis dentro da transportadora, objeto de estudo de caso.

1.1.2 Justificativa

Questões relacionadas à gestão e gerenciamento adequado dos Resíduos Sólidos (RS) têm se tornado assunto de pesquisas científicas e impulsionado políticas públicas, sendo agenda comum entre países e nações, como é o caso da Agenda 2030 ou Agenda do Desenvolvimento Sustentável, que é um plano de ação global adotado pelas Nações Unidas em 2015, que estabelece os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas entre elas cidades e comunidades sustentáveis e consumo e produção responsáveis.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, impõe aos setores produtivos a implantação de Sistema de Logística Reversa (SLR) para alguns produtos, como é o caso de pneus inservíveis. A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos.(LEI Nº 12.305/2010).

O art. 33, inciso III, da referida Lei, diz que são obrigados a implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus. Essa lei garante que as empresas adotem práticas sustentáveis e cumpram com as obrigações legais relacionadas à gestão de produtos no fim de suas vidas úteis.

Para Leite (1998) torna-se necessário a implementação da logística reversa quando se tem o crescente aumento dos resíduos sólidos em um ambiente. Portanto, a reciclagem dos pneus usados pode gerar diversos benefícios econômicos, sociais e ambientais, como a geração de empregos, a redução da extração de matérias-primas e a diminuição da emissão de gases do efeito estufa. Dessa forma as empresas precisam se adequar às normas estabelecidas para que a coleta e o manejo dos pneus inservíveis tenham uma destinação ambientalmente adequada. No entanto, mesmo com essas regulamentações muitos setores ainda enfrentam dificuldades para implementar a logística reversa de pneus de forma eficaz, visto que ainda existem gargalos que precisam ser sanados através da ajuda das autoridades legais e do governo.

Segundo a Associação Brasileira de Tecnologia da Borracha (ABTB, 2025), o descarte inadequado dos pneus inservíveis pode causar danos ao ecossistema e representar riscos à saúde pública. A logística reversa quando adotada de forma eficiente permite a reutilização dos pneus, transformando em novos produtos e recursos, o que contribui diretamente para a sustentabilidade. Neste sentido, através de um estudo de caso serão apresentadas as principais dificuldades na implementação da logística reversa de pneus e os impactos ambientais e econômicos em uma transportadora de Araguaína – TO.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Demonstrar os principais desafios, impactos e oportunidades que uma transportadora de Araguaína - TO enfrenta ao implementar uma logística reversa de pneus.

1.2.2 Objetivos Específicos

(OE1) Descrever o funcionamento da logística reversa de pneus dentro da transportadora;

(OE2) Avaliar os obstáculos enfrentados na implementação da logística reversa de pneus;

(OE3) Relatar as vantagens que a logística reversa de pneus traz para a organização.

1.3 Metodologia

Este estudo combina diferentes abordagens metodológicas, com a finalidade de proporcionar uma compreensão mais específica de seus objetivos. A pesquisa é do tipo exploratória e qualitativa, como estratégia de pesquisa o estudo de caso e, o levantamento de dados foi realizado por meio de entrevista com um gestor de logística reversa da empresa estudada.

A pesquisa exploratória permite uma abordagem mais ampla e não segue regras rígidas, permitindo explorar os diferentes aspectos do evento estudado (Medeiros, 2022); já as pesquisas qualitativas para Godoy (1995), buscam interpretar os fenômenos dentro do ambiente em que ocorrem, adotando uma perspectiva integrada que considera as visões das pessoas envolvidas. Essa abordagem incluiu a coleta e análise de diversos tipos de dados, garantindo uma visão mais ampla das dinâmicas da empresa.

O estudo de caso, para Yin (2015) possui o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, investigar e entender os fenômenos que ocorrem, para que o pesquisador consiga compreender e ter uma visão dos elementos que compõem o estudo. Portanto o objetivo principal desta pesquisa é demonstrar os principais desafios e impactos ambientais e econômicos na implementação da logística reversa de pneus, buscando entender como foi feita a implementação e os desafios enfrentados. A metodologia do estudo de caso, ainda segundo Medeiros (2022) permite examinar a unidade de análise de forma delimitada e contextualizada, possibilitando compreender não apenas o caso em si, mas também apresentar e explicar os acontecimentos.

A entrevista foi realizada por meio de um questionário, encaminhado via *Google Forms*. Segundo Medeiros (2023, p.231) “questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas”. A entrevista foi encaminhada por e-mail ao gestor de logística reversa da empresa e teve um total de sete perguntas, sendo três abertas e quatro fechadas. Essas práticas metodológicas reforçam a busca por uma análise detalhada e contextualizada das estratégias para se obter as informações necessárias sobre a implementação da logística reversa de pneus e assim fica alinhado aos objetivos da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Logística reversa: conceitos e atividades

A logística surgiu no período das guerras, onde foi identificado a necessidade de transportar as tropas, armamentos, materiais, alimentos e remédios para os campos de batalha. Essas movimentações precisavam acontecer pelo caminho mais curto e pelo menor custo possível para que os campos de guerra ficassem sempre supridos e os soldados fortes para os ataques.

Para Leite (2017) logística é a fornecimento de bens e serviços no local certo, com a quantidade e qualidade desejada, com o menor custo e tempo possível, logo a logística planeja, organiza e controla o fluxo de informações e materiais, desde a sua origem até a sua destinação final que é a etapa em que o produto é utilizado pelo consumidor. Além disso, a logística também abrange vários outros processos como a gestão de estoque, o armazenamento, o processo de embalar, etiquetar e o transporte para os centros de distribuição. Dentro das diversas atividades que a logística abrange podemos também citar a logística reversa que vai trabalhar com o canal reverso dos produtos, ou seja, vai focar na etapa em que o produto já foi comercializado e consumido. Segundo Giacomelli e Pires (2016, p.04) “a vida útil de um produto, ao ponto de vista da logística, não se encerra com a entrega ao consumidor”.

Seu surgimento ocorreu na década de 1990 na Europa e nos Estados Unidos quando foi identificado a necessidade de ter uma destinação adequada para os produtos que já estavam no final das suas vidas úteis. Para Couto e Lange (2023), a Logística Reversa (LR) inclui questões relacionadas ao processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo de entrada e armazenamento de bens secundários e de informações, nas cadeias de suprimentos inversas às tradicionais. Tem a finalidade de recuperar valor e propiciar a destinação adequada para produtos pós-venda, pós-consumo e embalagens, desde as fases de produção, distribuição e consumo (FLEISCHMANN et al., 2001; TIBBEN-LEMBKE; ROGERS, 2002; RUBIO et al., 2008).

Segundo Luz e Boostel (2018) o fluxo reverso ocorre quando o produto já foi utilizado pelo consumidor final e o resíduo é recolhido para que volte para o ciclo produtivo ou tenha uma destinação adequada sendo reutilizado ou reciclado. E um dos instrumentos mais utilizados em termos de economia é a logística reversa, ela desenvolve um papel exclusivo no que diz respeito a procedimentos e métodos para dar uma destinação adequada aos resíduos sólidos dando assim, um passo a mais no ciclo da cadeia produtiva.

Exemplificando, a logística reversa reduz os gastos utilizando as mesmas mercadorias que já passaram pelo consumidor final, gerando um melhor custo-benefício para o produto e assim criando um ciclo produtivo. Dessa forma, os produtos que já foram utilizados retornam para os fornecedores e podem ser revendidos e voltar a ter valor comercial como, por exemplo, roupas, automóveis, eletrodomésticos e uma infinidade de outros produtos que através da reforma ou reparos voltam para o mercado com preços mais acessíveis para o consumidor (LUZ e BOOSTEL, 2018).

Para Ballou (1995) o processo de planejamento, implementação e controle da logística reversa é um processo eficaz para o fluxo dos materiais, desde a origem deste, até alcançar satisfatoriamente às necessidades do consumidor final. Nesse sentido, ela possui várias estratégias para a eficiência dos seus processos e assim destinar os resíduos de forma correta, uma delas é a economia circular, que desempenha um papel crucial para a execução de seus objetivos. Costa e Valle (2011), apresentam definições sobre logística reversa com perspectivas atribuídas, conforme Quadro 1:

Quadro 1: Definições sobre a logística reversa

Perspectiva	Autores e ano	Definição
Ambiental	BALLOU (1995)	A preocupação com a ecologia e o meio ambiente cresceu junto com a população e a industrialização o que proporcionará novas oportunidades para a área da logística, como exemplo, a logística reversa.
Genérica	INDERFURTH et al. (2000)	Conjunto de ações que visam à reutilização de produtos e materiais.
	FLEISCHMANN et al. (1997)	Logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo de entrada e armazenagem de materiais secundários e informações relacionadas opostas à direção tradicional da cadeia de suprimentos, com o propósito de recuperar valor ou descartar corretamente materiais.
Logística de suas operações	STOCK (1998)	O papel da logística em termos de retorno de produtos, redução de recursos, reciclagem, substituição de materiais, reutilização, disposição de resíduos, reforma, reparo e manufatura.
Objetivo de suas operações	LIMA & CAIXETA (2001)	Conjunto de atividades e habilidades gerenciais logísticas relacionadas à redução, administração e disposição de detritos perigosos ou não, derivados de produtos ou embalagens.
Logística empresarial	LEITE (2003)	Entendemos a LR como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo das informações logísticas correspondentes ao retorno de bens de pós-venda e de pós-consumo, ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos.

Fonte: Costa e Valle (2011)

No Brasil, a logística reversa é regida pela PNRS, Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que regulamenta o manejo adequado dos resíduos e estipula o comprometimento das empresas, por meio de termos de compromisso, acordos setoriais e decretos federais para que sejam cumpridas as normas estabelecidas. De acordo com esta legislação os fabricantes,

importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e o poder público, possuem responsabilidade compartilhada sobre os resíduos produzidos no processo de descarte dos produtos, conforme o Quadro 02:

Quadro 2: Atribuições na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos

Atores	Atribuições específicas
Estado e União	Articular comitês de acompanhamento da implantação dos Sistemas de Logística Reversa (SLR)
	Regular e incentivar os recicladores para ganho de desempenho no processo
	Prover incentivos à fabricação de produtos com maior conteúdo de reciclados, recicláveis e facilidade de reciclagem
	Incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de forma a promover o desenvolvimento de tecnologias relacionadas à cadeia de logística reversa
	Criar mecanismos de compensação dos custos de processamento dos produtos órfãos com o princípio protetor-recebedor
	Prover financiamentos para infraestrutura de recicladoras e outros atores do sistema
	Promover conscientização sobre o tema
Município	Implantar o Sistema Municipal de Coleta Seletiva (SMCS)
	Prestar os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos que vão se conectar, ainda que indiretamente ao SLR
	Regular e fiscalizar as atividades decorrentes dos SLR
	Atribuir e fiscalizar as metas de reciclagem
	Operar os SLR, desde que haja previsão no acordo setorial ou no termo de compromisso, mediante ao devido pagamento pelo setor empresarial
Consumidores	Segregar os materiais passíveis de reciclagem e dos produtos pós-consumo e ofertá-los aos SMCS e SLR
	Efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens objeto de logística reversa
Catadores	Prestar serviços ambientais. As organizações de catadores de materiais recicláveis que atuarem diretamente na coleta seletiva dos materiais, conforme preconizado pela PNRS, terão responsabilidades definidas nos programas municipais de Coleta Seletiva.
Setor empresarial Fabricantes Importadores Distribuidores e Comerciantes	Implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas
	Disponibilizar postos de entrega e resíduos reutilizáveis e recicláveis
	Atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de resíduos reutilizáveis e recicláveis
	Dar destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens devolvidas, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente e, se houver, pelo plano municipal de resíduos sólidos
	Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagem reunidos ou devolvidos pelos consumidores
Organização gestora	Articular com os municípios para receber, a partir do ponto de conexão com os SMCS, o material passível de reciclagem ou de reutilização
	Promover, se for o caso, a comercialização dos produtos e embalagens pós-consumo
	Adotar e fomentar medidas para o estímulo da eficiência da operação do SLR com vistas a conferir escala e qualidade ao material produzido
	Submeter-se ao processo regulatório e fiscalizatório estatal e informar os fluxos dos SLR aos órgãos fiscalizadores
	Realizar a interface com os demais atores e subsistemas, buscando mitigar as falhas das correlações de responsabilidades
	Gerenciar e custear a logística dos sistemas de coleta até os recicladores
	Contratar e acompanhar o serviço de reciclagem e realizar campanhas de conscientização

Fonte: Couto e Lange (2023)

O Art. 01 §1, da Lei Nº 12.305/2010, afirma que qualquer pessoa sendo física ou jurídica, do setor público ou privado, é responsável pelos resíduos sólidos produzidos pelo descarte dos produtos, ou seja, todos precisam cumprir com a Lei, para que através de um bom gerenciamento possa se dar uma destinação ambientalmente correta. Dessa forma, a Lei obriga a todos os entes responsáveis a ter um sistema estruturado, capaz de conduzir a logística reversa e todas as suas demandas. O Quadro 03 apresenta as três principais legislações e seus respectivos decretos que estão em vigor atualmente no Brasil, informando quanto às regras de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Quadro 3: Leis Federais que disciplinam a gestão de Resíduos sólidos no Brasil

Lei N.	Decreto N.	Objetivos
12.305/2010	7.404/2010	Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e define regras específicas para o seu gerenciamento, que, por sua vez, está atrelado à execução dos serviços de limpeza urbana, na responsabilidade do gerador e do Poder Público. Traz regras detalhadas sobre LR.
11.445/2007	7.217/2010	Legitimou a integração dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com os de drenagem de águas pluviais, bem como os serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, proporcionando um aspecto intersetorial ao planejamento do saneamento básico.
11.107/2005	6.017/2007	Dispõem sobre a gestão associada, com ênfase para consórcios públicos, garantindo segurança jurídica, com vista a alcançar ganho de escala com a redução de custos para a gestão dos seus serviços públicos, dentro dessas possibilidades os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Fonte: Couto e Lange (2023)

Essas leis federais buscam reduzir a geração de resíduos, o aumento da reutilização e da reciclagem, melhoria das condições de tratamento dos resíduos para que haja a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Por isso, elas se complementam para que haja a efetividade dos seus decretos e assim regulamentar os procedimentos para o planejamento e gestão dos resíduos sólidos. O Art. 3, inciso XVI, da Lei Nº 12.305/2010, afirma que o resíduo sólido é qualquer objeto, material ou substância que é descartado mediante ação humana em seu estado sólido ou semissólido, ou seja, não será mais utilizado ou reciclado e não possui mais valor para quem gera.

Além disso, o PNRS prioriza a conscientização dos consumidores para uma contribuição integrada, oferecendo inclusão aos catadores de material reciclável e proporcionando o desenvolvimento ambiental, econômico e social para que assim a sociedade diminua o descarte incorreto dos resíduos (Lei Nº 12.305/2010, Art. 07, inciso XII).

2.2 Logística Reversa de pneus: implementação e vantagens

A logística reversa é um grande aliado para a sustentabilidade e economia do mundo. Com ela é possível lucrar e ainda preservar o meio ambiente apenas reutilizando e reciclando os resíduos. Apesar da logística reversa abranger uma vasta e ampla variedade de resíduos, podemos citar em específico os pneus de borracha vulcanizado.

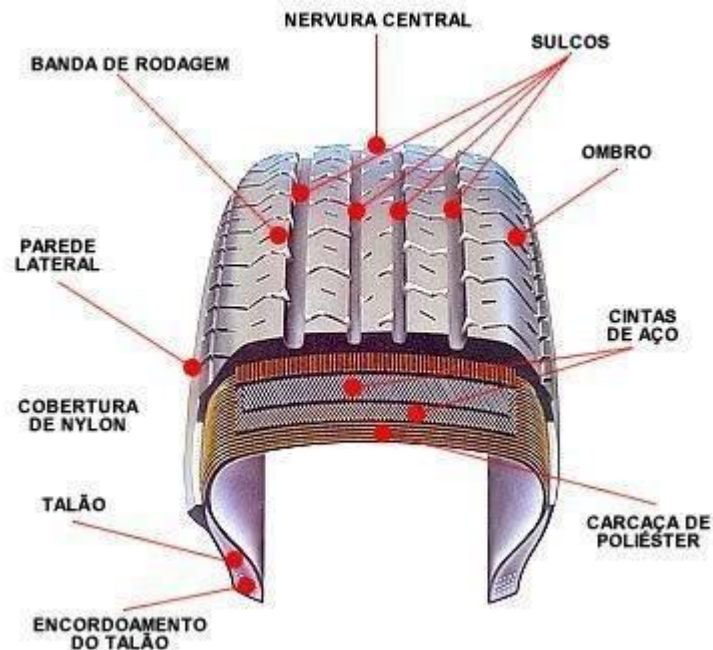
No século XIX, através de vários testes e modificações surgiu o pneu de borracha. No ano de 1839, o inventor americano *Charles Goodyear* descobriu o processo de vulcanização que envolve a combinação da borracha, enxofre e calor, surgindo um material resistente e durável, que não sofria alterações na sua consistência elástica mesmo em condições de frio ou em altas temperaturas. Essa descoberta até então não tinha vindo a público, quando em 1.843 foi anunciado a descoberta da borracha vulcanizada, dando assim forma e origem ao pneu (ANIP, 2018).

Ao longo dos anos o pneu sofreu várias modificações que auxiliaram no seu desenvolvimento. Em 1845, o inglês *Robert Thompson* decidiu colocar uma câmara de ar dentro do pneu de borracha fixando a uma roda de madeira para que houvesse a sustentação da borracha e assim patenteou o primeiro protótipo de pneu. Alguns anos depois, em 1.888, *John Boyd Dunlop* produziu o primeiro pneu para bicicleta, revolucionando a eficiência do veículo.

Em 1895 os irmãos *Edouard e André Michelin* patentearam os primeiros pneus para automóveis dando assim início a um grande passo na evolução dos pneumáticos (ANIP, 2018). Segundo a gramática pneu “é a forma de abreviação da palavra pneumático e consiste em uma proteção externa de borracha que preserva a câmara de ar da roda de um automóvel” (Dicionário Online Aurélio, 2025).

O pneu é composto por várias partes e a sua estrutura auxilia no desempenho necessário para garantir segurança e características que esse complexo produto exige. Os itens que compõem o pneu variam de acordo com o seu uso, nos automóveis de passeio usam-se borrachas sintéticas, pois vão ser mais utilizados em estradas pavimentadas. Já os veículos de grande porte utilizam a borracha natural porque é mais rígida e pode ser utilizada tanto em ruas pavimentadas quanto em ruas não pavimentadas, sendo sua composição mais resistente a cortes e lacerações (ANIP, 2018). Na Figura 01 é apresentado um modelo da estrutura que compõe o pneu para veículo de passeio.

Figura 1: Estrutura do pneu veículo de passeio



Fonte: Cerberus (2010)

A Figura 01, mostra a forma e o posicionamento dos itens do pneu de veículos de passeio que integram sua estrutura básica. Durante o processo o pneu é disposto em um molde e exposto à determinada temperatura e pressão durante certo período, para atribuir consistência ao material e assim formar o desenho final do produto (ANIP, 2018). O Quadro 4, especifica a função de cada elemento que constitui a estrutura do pneu:

Quadro 4: Função dos componentes dos pneus

Função	Descrição
Revestimento de borracha interior	Corresponde à camada interior dos pneus, a qual é composta de borracha sintética e funciona como câmara de ar.
Carcaça	Trata-se de uma estrutura flexível formada por filamentos têxteis ou de aço, onde as outras camadas do pneu se sobrepõem. Devido à grande resistência dos filamentos, é responsável por suportar o peso e a velocidade, além de auxiliar na estabilidade.
Zona Baixa	Sua função é conduzir a potência, aceleração e frenagem do veículo para a região de contato com o solo.
Aro de talão	Constitui a parte do pneu que se fixa no aro. É formada por filamentos não extensíveis e apresenta a função de vedar o pneu.
Flanco	Constitui a parte do pneu que se fixa no aro. É formada por filamentos não extensíveis e apresenta a função de vedar o pneu.
Lonas de topo	São compostas por filamentos metálicos revestidos de borracha, estão localizadas sobre a região da carcaça. Sua estrutura arquitetada uma cintura a qual atribui ao pneu resistência mecânica, à força centrífuga e à velocidade;
Banda de Rolamento	Trata-se da região do pneu que possui contato com o solo. É composta por uma camada de borracha que apresenta fendas e sulcos e constitui o piso do pneu. Sua função trata-se de prover aderência e tração, estabilidade, resistência ao desgaste e agressões, além de contribuir para conforto acústico ao movimentar-se.

Fonte: Cerberus (2010)

O Quadro 04, traz especificações dos materiais e a função de cada item dentro da estrutura do pneu, como por exemplo o revestimento de borracha interior, que funciona como câmara de ar; a carcaça, que suporta o peso e aumenta a velocidade; a zona baixa, que conduz a frenagem do veículo para o solo; o aro de talão, que é o que veda o pneu no aro ou roda; o flanco, que fixa no aro comprimindo-o na roda para poder assim veda-lo; as lonas de topo, que traz uma resistência maior na estrutura e a banda de rolamento: o que proporciona a aderência, tração, estabilidade e entre outras (Inmetro, 2012).

Os pneus, com a sua crescente fabricação tornaram-se um dos principais problemas ambientais tanto no Brasil quanto no mundo. Na sua fabricação é utilizado uma enorme quantidade de energia, borracha entre outros produtos. O seu descarte, muitas vezes é de forma inadequada e cria uma série de problemas para o meio ambiente e para a sociedade. O seu descarte incorreto traz consequências irreversíveis, pois quando são expostos aos fenômenos naturais liberam gases tóxicos que poluem o ar, os rios e o solo. Diante desse contexto o CONAMA criou a Resolução N° 416/2009, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.

Por causa dos diversos problemas que o descarte incorreto de pneus traz para a sociedade e meio ambiente, as empresas fabricantes se comprometeram a utilizar vários procedimentos para realizar o descarte adequado. Um exemplo é a logística reversa, que basicamente inclui a armazenagem, transporte e o processamento do pneu inservível, que é o “pneu usado que apresente danos irreparáveis em sua estrutura não se prestando mais à rodagem ou à reforma” (RESOLUÇÃO N. 416, DE 30 DE SETEMBRO DE 2009). Para estender a vida útil dos pneus é utilizado o processo de reciclagem, utilizando a recauchutagem, remoldagem e recapagem. Na Figura 2, é demonstrado o ciclo reverso do pneu especificando cada etapa do seu ciclo produtivo.

Figura 2: O ciclo reverso do pneu



Fonte: Reciclanip¹ (2019)

Na Figura 2, é abordado o ciclo de vida do pneu, desde a sua fabricação até o seu descarte ou reciclagem. O ciclo de vida útil do pneu, é voltado para atender a responsabilidade pós-consumo, também conhecida como etapas da logística reversa. Entre outras a entidade Reciclanip (2019), traz a descrição das seguintes etapas:

- A primeira etapa do pneu é na fábrica onde ele é produzido, modelado e vulcanizado;
- a segunda etapa é a venda ou revenda nas lojas e revendedoras, é nela onde o consumidor tem o primeiro contato com o pneu e é orientado sobre a importância do descarte adequado e também sobre os locais corretos de destinação do pneu inservível;
- a terceira etapa é a manutenção, que com o passar do tempo os pneus vão se desgastando e isso impacta negativamente na segurança do produto, por isso as revisões e rodízios são necessárias e devem acontecer periodicamente;
- na quarta etapa já entra as reformadoras que ajudam a estender a vida útil do pneu, reformando a estrutura externa antes do seu descarte;
- a quinta etapa é quando o pneu se torna inservível, ou seja, quando ele não é mais utilizado pelo consumidor e precisa de um local para ser destinado ou armazenado;

¹Reciclanip é uma recicladora de pneus da indústria brasileira na área de responsabilidade pós-consumo, também conhecida como logística reversa.

- f) na sexta etapa o pneu inservível é destinado aos pontos de coleta onde serão armazenados, para que as empresas de reciclagem realizem a destinação ambientalmente adequada; e
- g) a sétima etapa é o reaproveitamento, todo material que compõe a estrutura do pneu é reaproveitado e transformando em matéria prima para a fabricação de novos pneus ou novos produtos.

A logística reversa de pneus é de extrema importância para o meio ambiente e para a economia. Com uma implementação eficaz traz grandes benefícios que ajudam as empresas a serem mais competitivas, criando uma imagem sustentável para a sociedade e assim ser referência de mercado. A implementação da logística reversa de pneus é um processo fundamental para reduzir os impactos ambientais negativos causados pelo descarte inadequado desses produtos. Para implementar a logística reversa de pneus de forma eficiente é necessário desenvolver um plano que inclua a coleta, processamento e reutilização de pneus usados. Isso pode envolver a criação de parcerias com empresas e organizações que possam ajudar na implementação da logística reversa (LUZ e BOOSTEL, 2018).

Um dos principais benefícios da logística reversa de pneus é a redução da quantidade de resíduos que acabam em aterros sanitários e lixões. Logo os pneus são produtos que não se degradam facilmente, eles levam cerca de 600 anos para se deteriorar na natureza. Além disso, os pneus podem ser um problema para o meio ambiente, pois podem acumular água e criar habitats para insetos e outros animais que podem transmitir doenças (Sinir, 2019). Outro ponto importante sobre a logística reversa de pneu é que ela traz benefício econômico para as empresas, com a reciclagem e reutilização de pneus é possível gerar lucro e cria novos empregos, contribuindo para a economia, além de conscientizar as pessoas sobre a importância da reciclagem e reutilização desses produtos, tendo assim um impacto positivo na sociedade como um todo (PNRS Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 Art. 19 inciso X)

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 O estudo de caso

A pesquisa foi realizada em uma transportadora de Araguaína – TO, que atua no mercado há 30 anos. Sua missão é “atender as necessidades e padrões dos mais diversificados clientes, maximizando os resultados e promovendo o desenvolvimento das comunidades onde atua”. Seus valores estão em atendimento, sustentabilidade, inovação, pessoas, segurança e resultados.

Possui uma estrutura organizacional bem estabelecida, é referência no segmento de transporte rodoviário nacional e internacional, atuando no Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Chile. Contando com três mil profissionais, a empresa é composta por 30 filiais que abrange todas as regiões do Brasil. Dispõe também de frota própria de 1.500 veículos que atendem mais de 100 clientes em todo o país, conta também com oficina especializada, bases de abastecimento, lavador de veículos e pontos de apoio para os motoristas.

Sua frota conta com tecnologia veicular, com rastreamento híbrido, sensores de temperatura e umidade, trava na quinta roda, telemetria, sensor de fadiga *ADS MDVR*. A empresa possui 18 armazéns, sendo 10 dedicados ao agro, com capacidade de armazenamento em centro de distribuição com área total de 250.00 m². Os armazéns possuem o monitoramento e controle de temperatura e umidade. Trabalha no sistema *cross-docking* que visa otimizar a distribuição dos seus produtos. A empresa realiza a tarefa *in-house* com recursos e pessoal próprio e não terceiriza a atividade principal para terceiros.

3.2 Levantamento e descrição de dados: a logística reversa de pneus em uma transportadora objeto de estudo

O levantamento de dados deste estudo foi realizado por meio de uma entrevista com o gestor da área de logística reversa da transportadora, onde foi encaminhado um questionário *Google Forms* via e-mail, contendo sete perguntas, sendo três abertas e quatro fechadas. Os dados foram coletados entre os dias nove e doze de abril de 2025, buscando analisar e compreender sobre os desafios e oportunidades na implementação da logística reversa de pneus. O relato da entrevista na íntegra, consta no Apêndice I, mas suas partes seguem descritas nas análises a seguir.

A organização possui uma grande quantidade de veículos que percorrem por extensas distâncias e por longos períodos. Logo, uma grande quantidade de pneus se desgastam com o

constante atrito nas rodovias, levando assim a necessidade de realizar a troca periodicamente. Segundo Michelin, (2025) os pneus precisam ser trocados quando os sulcos de banda estiverem menores que 1,6 mm, ou seja, os relevos visíveis na parte externa do pneu indicam quando é necessário realizar a manutenção ou a troca.

Sobre os dados de pneus fabricados, importados, enviados às montadoras, exportados e quantidade de pneus novos colocados no mercado de reposição, do ano de 2021, são apresentados no Relatório de Pneumáticos 2022, conforme Tabela 1:

Tabela 1: Total de pneus fabricados, importados, enviados às montadoras e exportados e quantidade de pneus novos colocados no mercado de reposição (2021)

	Fabricado	Importado	Enviado à montadora	Exportado	Mercado de reposição
Em unidades	82.471.390	28.295.059	14.899.557	11.556178	84.310.714
Em toneladas	1.190.527,55	379.589,98	307.948,66	255.262,24	1006.906,63

Fonte: Adaptado de Ibama/Consolidação de dados fornecidos pelas empresas em cumprimento a Resolução Conama N. 416/2009

No estado do Tocantins, há atualmente, 19 pontos de coleta cadastrados para pneus inservíveis, sendo um deles localizado em Araguaína. A logística reversa desses pneus é regida pela Lei N. 12.305/2010, que estabelece a responsabilidade compartilhada. Isso significa que, os consumidores devem devolver os pneus a comerciantes ou distribuidores, que então os encaminham para fabricantes ou importadores, responsáveis pela destinação ambientalmente adequada.

A empresa estudada já possui uma logística reversa de pneus implementada em sua estrutura e como foi percebido o alto consumo de pneus utilizados nas frotas de caminhões, foi questionado sobre o volume de pneus que são descartados por mês, o entrevistado apontou que é descartado “entre 100 e 200” pneus por mês, a Resolução Conama nº 416/09, estabelece que, para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras devem dar destinação adequada a um pneu inservível, ou seja, relação 1:1.

A transportadora já utiliza a logística reversa de pneus de forma eficiente e eficaz, realizando todo o processo indicado pelas legislações. O entrevistado foi questionado sobre como a logística reversa de pneus funciona dentro da empresa, ele descreveu o processo da seguinte maneira:

Os pneus que não têm mais uso para a empresa são enviados para um depósito da prefeitura, de lá são destinados para os locais corretos, evitando o descarte de forma incorreta.

Além do que foi apontado pelo entrevistado cabe ressaltar também que a logística reversa de pneus no ambiente empresarial possui um papel importante para o desenvolvimento

sustentável da empresa. Com a responsabilidade compartilhada é possível controlar o descarte dos pneus inservíveis e atrelado às legislações, as normas e procedimentos estabelecidos são executados de forma eficiente pelas empresas (CAVALCANTE; LOPES; NOGUEIRA; ALBINO, 2020).

Foi perguntado também como a empresa aplica no seu dia a dia as diretrizes da Lei Nacional de Resíduos Sólidos N°12.305/10, ele citou que *“temos empresas parceiras que são especializadas em coleta e destinação dos resíduos sólidos[...] gerados pela empresa[...]”*. Nesse contexto, os autores Valle e Souza (2014) destacam que os parceiros que executam a função da logística reversa e coleta dos pneus na empresa precisam ser comprometidos e conscientes dessa parceria para que não sejam criados gargalos nos processos de coleta e nas documentações. No Quadro 5 é apresentado os três principais fatores que influenciam na escolha de bons parceiros.

Quadro 5: Fatores que influenciam na escolha dos *parceiros*

Múltiplos pontos de contato:	A comunicação entre os parceiros não deve ser feita apenas através de canais formais; podem ser levadas a contanto pessoalmente, em ambas as organizações.
Transparência da informação	Elemento fundamental entre os parceiros, as informações devem ser claras e constantes entre os parceiros, pois isto traz maior confiabilidade na parceria.
Confiança	Este é o elemento-chave em um relacionamento de parceria. As partes devem ter consciência que o relacionamento deve trazer benefícios para ambas as partes.

Fonte: Valle e Souza (2014)

Diante dos fatores apresentados no Quadro 5, percebe-se que o bom relacionamento com os parceiros é essencial para garantir a execução da gestão dos pneus inservíveis na empresa. Logo, é preciso ter uma boa comunicação com os parceiros, pois através da conversa é possível alinhar os processos e fortalecer o relacionamento. A transparência nas informações passadas entre empresa e parceiros deve ser fundamental para garantir a confiabilidade da parceira e as informações precisam ser claras e constantes para fortalecer o vínculo. Outro ponto importante é a confiança, pois as duas partes precisam ter a consciência que o trabalho deve ser em conjunto, para que a empresa e os parceiros possam garantir o retorno constante dos benefícios que a logística reversa de pneus trás para a organização (VALLE e SOUZA, 2014).

3.3 Obstáculos, vantagens e fatores de aplicação da logística reversa de pneus

A logística reversa de pneus é um dos principais meios para se estabelecer uma política sustentável dentro de uma organização. Sendo um processo que viabiliza a economia, reutilização e reciclagem. Entretanto, as empresas enfrentam alguns obstáculos para realizar a

implementação em sua estrutura organizacional. Dois desses obstáculos são a falta de locais apropriados para a armazenagem e a falta de transporte, pois a maioria das vezes esses pneus estão dispostos em locais de difícil acesso (LAGARINGO e TENORIO, 2013).

Os aspectos operacionais, que são os desafios trazidos nos estudos de Couto e Lange (2017) para a implementação da logística reversa no Brasil, estão descritos no Quadro 6:

Quadro 6: Aspectos operacionais dos desafios para implantação de sistemas de logística reversa no Brasil

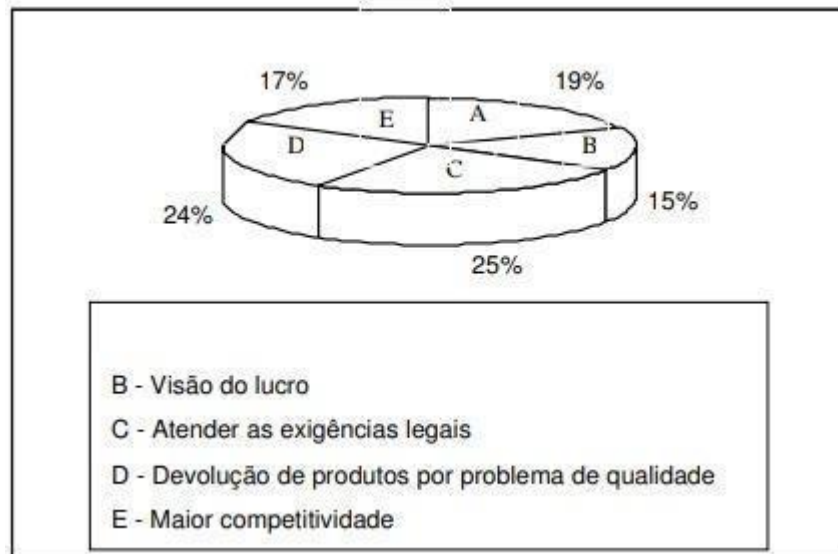
Categorias	Desafios
Modelo operacional	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer parcerias com associações e cooperativas para suporte operacional aos SLR. • Estabelecer um comitê de acompanhamento da implantação do sistema, de forma a implementar os ajustes necessários para a eficácia do modelo. • Detalhar o fluxo de informações e interfaces com o SINIR. • Detalhar as condições e o processo de formalização e cadastro das organizações gestoras
Incentivo a PD&I	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar a pesquisa para o desenvolvimento de novas técnicas de reciclagem. • Aplicações das matérias-primas recicladas e ecodesign. • Estabelecimento de taxas de reciclabilidade para as embalagens. • Definição de critérios de qualidade para produtos elaborados com matéria-prima secundária. • Criação de banco de dados para acesso às informações sobre o mercado de matéria-prima. • Promoção do mercado de matéria-prima secundária, com especificações técnicas e ambientais
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Especificações técnicas para infraestruturas de descarte/recebimento e triagem. • Construção de um fluxo de LR sólido. • Necessidade de conhecimento sobre a capacidade do parque reciclador nacional. • Localização e qualificação das infraestruturas existentes, com reforço às capacidades instaladas para alguns setores.
Licenciamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Definir condições técnicas para a certificação de recicladoras que comporão o sistema. • Definir critérios técnicos para o licenciamento ambiental dos pontos de recebimento/triagens e veículo dos SLR.

Fonte: Couto e Lange (2017)

Quando questionado sobre os obstáculos enfrentados para implementar a logística reversa de pneus na empresa, o entrevistado respondeu que a principal “*dificuldade era encontrar parceiros*”. Os parceiros têm um papel determinante para o sucesso da implementação da logística reversa de pneus, logo é preciso saber escolher esses parceiros e criar bons laços para que a gestão seja realizada de forma eficaz (LAGARINGO e TENORIO, 2013).

Os autores Costa e Vale (2011), trazem as razões para aplicação da logística reversa no Brasil, conforme Figura 3:

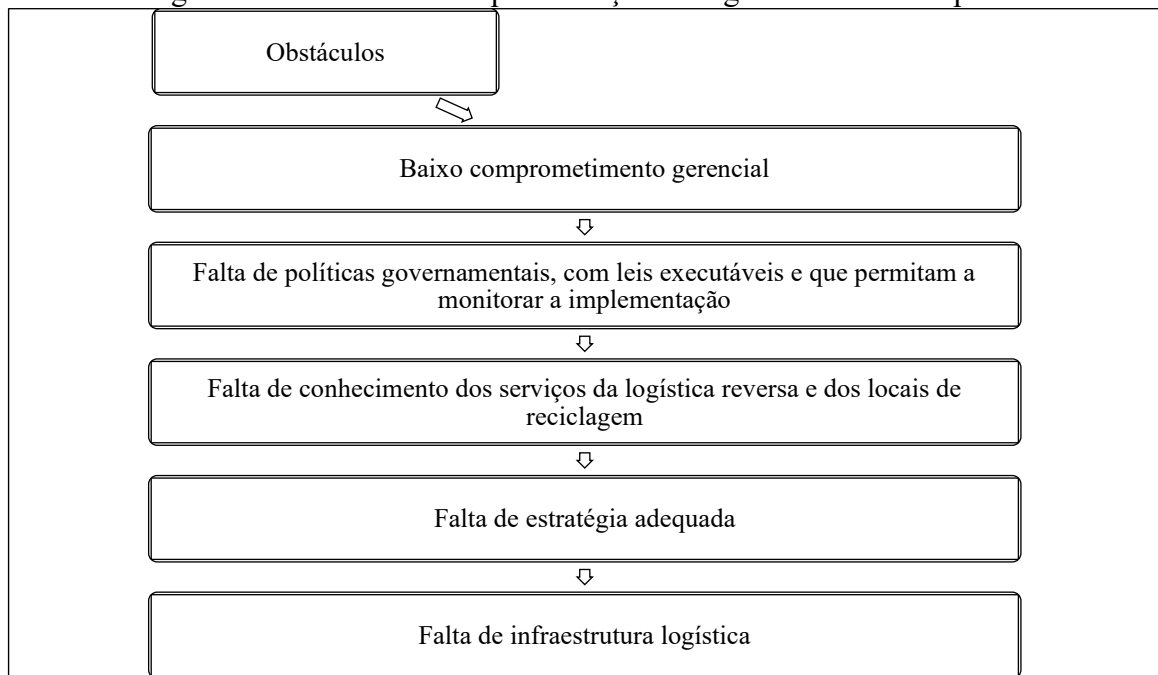
Figura 3: Razões para aplicação da logística reversa no Brasil



Fonte: Costa e Vale (2011)

Conforme Figura 3, o atendimento às exigências legais e a devolução de produtos por problemas de qualidade, totalizam 49% das razões para aplicação da logística reversa, ou seja a logística reversa engloba o fluxo dos produtos e materiais no pós consumo, se tornando uma necessidade para pessoas e entidades implementar esse processo não apenas para cumprir as exigências legais, mas também gerar benefícios econômicos, ambientais e sociais, que ficam abarcadas nas demais razões, sequencialmente avaliadas como: proteção ambiental (19%); visão do lucro (15%); maior competitividade (17%). Na figura 04 é apontado os principais obstáculos que impedem as empresas de progredirem ao implementar uma logística reversa de pneus:

Figura 4: Obstáculos na implementação da logística reversa de pneus



Fonte: Adaptado de Arantes; Santos; Silva (2023)

A partir dos obstáculos apresentados na Figura 4 é possível perceber que a implementação da logística reversa de pneus ainda precisa de muita atenção tanto do governo quanto das empresas. Quando não há um gerenciamento comprometido com os ideais da empresa a implementação da logística reversa se torna inconsistente e os objetivos não são alcançados. A falta de políticas governamentais também se torna um grande obstáculo, pois quando os governantes não estabelecem regras bem definidas a execução se torna inviável e os processos não são cumpridos. A falta de conhecimento, estratégia e infraestrutura logística das empresas são obstáculos que estão ligados diretamente com a escassez do processo de educação ambiental dentro da empresa (ARANTES; SANTOS; SILVA, 2023).

Apesar da implementação da logística reversa de pneus ter alguns obstáculos ela também pode trazer vários benefícios. Com uma implementação adequada e com parceiros comprometidos, a logística reversa de pneus se torna eficiente e traz resultados positivos para a empresa e para o meio ambiente. Diante deste contexto foi questionado sobre qual o principal benefício da logística reversa, o entrevistado apontou que é a “*redução do impacto ambiental*”.

Ao implementar uma logística reversa de pneus dentro de uma organização é possível reduzir os impactos ambientais, garantindo que os pneus sejam direcionados de volta a sua cadeia produtiva, confirma (LEITE, 2017). Nesse sentido, as empresas que implementam a logística reversa de pneus também ajudam a preservar o meio ambiente através da destinação correta dos pneus inservíveis. Portanto, eles precisam ser dispostos em locais que sejam

adequados para não poluírem o meio ambiente. Nesse sentido foi perguntado para o entrevistado onde eram armazenados os pneus inservíveis que não eram mais utilizados, ele informou que o armazenamento era feito em um “*armazém fechado*”.

No que se refere a destinação dos pneus inservíveis, foi questionado também para o entrevistado como é o descarte dos pneus inservíveis na empresa, o gestor citou que “*O descarte é feito em um depósito da prefeitura onde eles emitem um documento de descarte*”. Dessa forma, o descarte adequado e a reciclagem dos pneus inservíveis trazem grandes benefícios para o meio ambiente e economia (PLEM; PESTUN; GODOY, 2021), sendo alguns deles:

1. Redução dos resíduos sólidos: com a reciclagem, os componentes dos pneus são separados e podem se transformar em outros produtos, reduzindo os pneus dispostos em locais inapropriados.
2. Preservação dos recursos naturais: com a reutilização dos pneus é possível reduzir a extração de novas matérias primas contribuindo com a preservação delas.
3. Redução de custos: com a gestão eficiente da logística reversa de pneus é possível evitar multas e otimizar o uso dos recursos.
4. Aumento da competitividade e imagem sustentável: com a implementação da logística reversa de pneus as empresas melhoram a sua imagem para os consumidores, tornando-se mais competitivas no mercado.

Dentre esses benefícios, é apresentado cinco fatores que auxiliam na implementação da logística reversa de pneus, conforme Quadro 7:

Quadro 7: Fatores para aplicação da logística reversa de pneus.

Econômicos	relacionam-se com o custo da produção, por necessidade de adaptação dos produtos e processos para evitar ou diminuir o impacto ao meio ambiente, ganhos direto e indireto
Governamentais	Relacionam-se à legislação e à política de meio ambiente
Responsabilidade Corporativa	relacionam-se ao comprometimento das empresas fabricantes com a coleta de seus produtos ao final da vida útil
Tecnológicos	ligam-se aos avanços tecnológicos da reciclagem e projetos de produtos com finalidade de reaproveitamento após descarte pela sociedade
Logísticos	relacionam-se aos aspectos logísticos da cadeia reversa, como por exemplo, a coleta de produtos.

Fonte: Costa e Valle (2011)

Para uma eficaz aplicação da logística reversa de pneus dentro das organizações é necessário que alguns fatores estejam alinhados e estabelecidos para impulsionar essa implementação. Os autores Costa e Valle (2011) descrevem como esses fatores influenciam na aplicação da logística reversa de pneus:

- a. Fator econômico, as empresas estão desenvolvendo vários processos de recuperação dos produtos pós-consumo. As empresas se beneficiam também com o ganho direto e indireto. No ganho direto os custos são reduzidos e os insumos são reaproveitados, já o ganho indireto as empresas se antecipam às imposições da legislação e se protegem dos competidores do mercado, garantindo sua imagem sustentável.
- b. O fator governamental, através das legislações, impõem regras e normas sobre a questão da responsabilidade pelos produtos produzidos e pela destinação adequada desses produtos no pós-consumo.
- c. A responsabilidade corporativa é iniciada dentro das organizações, esse fator está em conjunto com os princípios da empresa, ou seja, é a conscientização que começa internamente.
- d. O fator tecnológico, esse fator está ligado a competitividade da empresa, pois com os avanços das tecnologias a reciclagem se torna mais eficiente, otimizando os processos do reaproveitamento após o descarte.
- e. O fator logístico refere-se a infraestrutura logística, pois as empresas precisam de locais adequados para a armazenagem, veículos adequados para o transporte e coleta dos pneus inservíveis.

Portanto, a logística reversa de pneus é um grande aliado das empresas, da sociedade e do meio ambiente. Logo, é possível perceber que para a eficiência da logística reversa de pneus o governo precisa contribuir diretamente provendo a coleta seletiva, instituindo incentivos para as empresas que praticam a logística reversa, promover a conscientização da sociedade em geral e assim cooperar com a melhoria da qualidade de vida e preservação dos recursos naturais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como principal objetivo demonstrar os principais desafios, impactos e oportunidades que uma transportadora em Araguaína – TO enfrenta ao implementar uma logística reversa de pneus. A partir do conteúdo teórico apresentado, verificou-se a importância da implementação da logística reversa, reciclagem, descarte e a destinação adequada dos pneus inservíveis.

A questão problema de pesquisa foi respondida quando foi apresentado as legislações que disciplinam a gestão dos resíduos sólidos nas empresas, a importância do descarte adequado e a apresentação do ciclo reverso do pneu, mostrando as etapas que precisam ser feitas para reciclar ou realizar a destinação ambientalmente correta para o pneu inservível. Apontando também como a logística reversa diferencia as empresas no mercado, deixando elas mais competitivas quando se tem uma gestão eficiente dos resíduos.

O objetivo geral foi alcançado quando foi abordado a questão da quantidade de pneus que são descartados anualmente sendo a maioria de carros de passeio, informando que os pneus inservíveis representam um problema de ordem sanitária quando são dispostos de forma incorreta. O primeiro objetivo específico foi alcançado quando vários autores discorreram sobre o funcionamento da logística reversa de pneus. No segundo objetivo específico foi apresentado no quadro 06 os principais desafios para a implementação da logística reversa. E no terceiro objetivo específico foi apresentado cinco tópicos informando sobre as principais vantagens que a logística reversa de pneus traz para a organização e apresentado também, os principais fatores para a aplicação dela.

Logo, a empresa pesquisada consegue cumprir com eficiência a armazenagem, o transporte e a destinação ambientalmente adequada para os pneus inservíveis. Além disso, a empresa evidencia ter o conhecimento das práticas que precisam ser realizadas para a gestão eficiente da logística reversa de pneus, dispondo de locais para a armazenagem, vários veículos a disposição e recursos humanos para auxiliarem na separação e destinação adequada dos pneus inutilizados pela empresa. Foi concluído também que a organização cumpre com as normas e regras da Política Nacional dos Resíduos Sólidos Lei N° 12.305/2010 dando uma destinação apropriada para os resíduos.

Uma das limitações desta pesquisa foi o estudo de caso, fato este que, para futuras pesquisas recomenda-se a abrangência do estudo realizado na cidade de Araguaína (estudo de campo) para fins de ampliar os dados e conhecer a realidade do município. Outra sugestão é

identificar os atores de logística reversa presentes no município de Araguaína, como consumidores, catadores, setor empresarial, distribuidores e comerciantes, e aplicar uma pesquisa exploratória a fim de levantar dados sobre suas responsabilidades e o cumprimento de suas atribuições específicas. E por fim, recomenda-se ainda, investigar as atribuições na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos no Poder Público Municipal da cidade de Araguaína.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Fernanda Paes; SANTOS, Rosineide Araujo dos; SILVA, André Ricardo Fonseca da. **Desafios para implementação da logística reversa**. Direito e Desenvolvimento, João Pessoa, v. 14, n. 1, p. 06-22, jan./jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS – ANIP. **Indústria nacional de pneumáticos coletou mais de 42,4 milhões de unidades de pneus em todo Brasil**. Disponível em: <<https://www.reciclanip.org.br/noticia/industria-nacional-de-pneumaticos-coletou-mais-de-380-mil-toneladas-de-pneus-inserviveis-em-todo-o-brasil/>>. Acesso em: 4 mai. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA BORRACHA – ABTB. **Reciclagem de pneus: como funciona e porque é importante**. Disponível em: <<https://www.abtb.com.br/noticia/reciclagem-de-pneus-como-funciona-e-por-que-e-importante>>. Acesso em: 21 abr. 2025.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4ª ed. Porto Alegre, 2001.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior-Mdic. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-Inmetro. **Portaria Nº 5, de 14 de janeiro de 2000**. Aprova o regulamento técnico para pneus novos, Anexo na forma de revisão da Portaria Inmetro N. 194, de 27 de dezembro de 1996. Publicada no DOU de 31 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Resolução N. 416, de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Publicada no DOU Nº 188, de 01/10/2009, págs. 64-65

CAVALCANTE, Monique Hanna da Costa; LOPES, Luane das Neves; NOGUEIRA, Mariana Fortunato de Lima; ALBINO, Maria da Glória do Nascimento. Responsabilidade compartilhada: seu protagonismo na busca por um meio ambiente ecologicamente equilibrado e a desinformação e negligência ambiental como seus principais empecilhos. **Anais: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Vitória/ES – 23 a 26/11/2020**.

CERBERUS, André. **Tudo sobre Pneus – Parte I**. Disponível em: <<https://andrecerberus.wordpress.com/2010/09/23/tudo-sobre-pneus-parte-i/>>. Acesso em: 5 abr. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. Transporte é o maior segmento do setor de serviços. **Transporte é o maior segmento do setor de serviços**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/transporte-maio-segmento-setor-servicos>>. Acesso em: 23 mar 2025.

COSTA, Luciângela Galletti da Costa. VALLE, Rogério. Logística reversa: importância, fatores para a aplicação e contexto brasileiro. **Anais: III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2011.

COUTO, Maria; LANGE, Lisete. Logística reversa de produtos pós-consumo: modelo matemático para localização de instalações. **Logística reversa de produtos pós-consumo: modelo matemático para localização de instalações**. Book: January 2023.
DOI:10.36524/9788582636565, ISBN: 9788582636565

FLEISCHMANN, M. et al. THE IMPACT OF PRODUCT RECOVERY ON LOGISTICS NETWORK DESIGN. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 156–173, 5 Jan. 2009.

GIACOMELLI. Giancalo; PIRES, Marcelo. **Logística e distribuição**. Porto Alegre, 2016.

GODOY. Arilda. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**. São Paulo, V. 35, N 2, p. 57-63, 1995.

LAGARINHOS. Carlos; TENÓRIO, Jorge. **Logística reversa dos pneus usados no Brasil**. 2013.

LEITE. Roberto. **Logística Reversa: Sustentabilidade e Competitividade**. 3ª ed., São Paulo: Saraiva, 2017.

LEMBKE, R. S.; ROGERS, D. **Differences between Forward and Reverse Logistics in a retail environment**. Supply Chain Management: An International Journal Volume 7 . Number 5 . 2002 . pp. 271±282 # MCB UP Limited . ISSN 1359-8546 DOI 10.1108/13598540210447719

LUZ, Charlene; BOOSTEL, Isis. **Logística reversa**. Porto Alegre, 2018.

MATOS, Douglas Carlos Soares de. Alternativas para redução do volume de pneus em uma transportadora da região metropolitana de Goiás. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**.

MEDEIROS. João de. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 9ª ed. São Paulo, 2023.

MEDEIROS. João de. **Metodologia Científica**. 8ª ed., São Paulo, 2022.

PLEM. Emanuely Taborda. PESTUN. Matheus Juan. GODOY. Paulo Henrique Fernandes de. Logística reversa: um estudo dos benefícios econômicos e ambientais resultante da implantação do processo reverso na empresa “x” situada no município de Ponta Grossa – Paraná. **Anais: Congresso Acadêmico Faculdade Sagrada Família**, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAGUAÍNA. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Agricultura, Meio Ambiente e Turismo (Sedemat). **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**.

RECICLANIP. **Ciclo do Pneu**, 2019. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/formas-de-destinacao/ciclo-do-pneu/>

RUBIO, S.; CHAMORRO, A.; MIRANDA, F. J. Characteristics of the research on reverse logistics (1995–2005). **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 4, p. 1099–1120, 15 fev. 2008.

SERVIÇO SOCIAL DO TRANSPORTE E SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM DO TRANSPORTE – SEST/SENAT. Campanha Nacional do – SEST/SENAT faz alerta sobre a importância da reutilização e reciclagem do material, 2017.

Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos, 2019. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa/pneus-inserviveis/>>.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE GESTÃO DOS RESÍDUOS – SINIR. SOUZA, José Fernando Vidal de. O confronto entre falsos valores e o saber ambiental: o conceito de desenvolvimento sustentável como uma nova visão do desenvolvimento humano. **Revista Aracê**, São José dos Pinhais, v.7, n.2, p.9704-9730, 2025. Universidade Federal de Goiás. Faculdade de Ciências e Tecnologia Curso de Engenharia de Transportes, 2023.

VALLE. Rogerio. SOUZA. Ricardo Gabbay de. **Logística Reversa: processo a processo.** São Paulo, 2014.

YIN. Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5ª ed. Porto Alegre, 2015

APÊNDICE ÚNICO

Pesquisa: Logística Reversa de Pneus

Você está sendo convidado a participar da pesquisa "Diagnóstico da logística reversa de pneus e seus impactos ambientais e econômicos em uma transportadora de Araguaína – TO ", cujo pesquisador responsável é Andressa Alves de Sousa, sob a orientação da Professora Clarete de Itoz. A pesquisa é uma das etapas de elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) a ser apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Logística da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para compor os dados do TCC, não tendo outra finalidade. Agradecemos sua valiosa participação e que muito colaborará para a elaboração do texto a ser apresentado.

1 - Qual o volume de pneus descartados por mês pela empresa? *

Entre 100 e 200 pneus

2 - Como a logística reversa de pneus funciona dentro da empresa? *

Os pneus que não tem mais uso para a empresa são enviados para um depósito da prefeitura, de lá são destinados para os locais corretos, evitando assim o descarte de forma incorreta.

3 - Como que a empresa aplica no seu dia-a-dia as diretrizes da lei N° 12.305/2010 Lei nacional de resíduos sólidos? *

Temos empresas parceiras que são especialistas em coleta e destinação dos resíduos sólidos, todos os resíduos gerados pela empresa são devidamente dispensados da forma correta!

4 - Segundo a Resolução CONAMA N°416/2009 os pneus inservíveis precisam ter uma destinação adequada, porque se descartados de forma incorreta causam sérios problemas ao meio ambiente. Como é feito o descarte dos pneus inservíveis na empresa? *

Descarte é feito em um depósito da prefeitura, onde eles emitem um documento de descarte.

5 - Como são armazenados os pneus utilizados? *

- Armazéns fechados
- A céu aberto
- Contentêineres

6 - Quais são os principais desafios enfrentados pela empresa para implementar a logística reversa de pneus? Selecione as alternativas: *

- Falta de infraestrutura
- Falta de recursos financeiros
- Falta de conhecimentos técnicos
- Dificuldade em encontrar parceiros
- Dificuldade no gerenciamento dos pneus usados
- Outro:

7 - Quais os principais benefícios da logística reversa de pneus para a empresa? Selecione as alternativas: *

- Redução dos custos
- Redução do impacto ambiental
- Melhoria na imagem da empresa
- Redução da geração de resíduos
- Contribuição para a sustentabilidade
- Melhorar na eficiência das operações
- Outro: