

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NÍVEL MESTRADO**

**MARCOS VINICIUS MOREIRA**

**ESTUDO DE CASO APLICADO A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS  
INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO/RO**

São Leopoldo  
2021

MARCOS VINICIUS MOREIRA

**ESTUDO DE CASO APLICADO A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS  
INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO/RO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação PPGEC da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof (a). Dra. Regina Célia Espinosa Modolo.

São Leopoldo

2021

M838e    Moreira, Marcos Vinicius.  
      Estudo de caso aplicado a logística reversa de pneus inservíveis no município de Porto Velho/RO / Marcos Vinicius Moreira. – 2021.  
      75 f. : il. ; 30 cm.

      Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2021.  
      “Orientadora: Prof (a). Dra. Regina Célia Espinosa Modolo”.

      1. Resíduo sólido. 2. Logística reversa. 3. Pneus inservíveis. 4. Reciclagem. I. Título.

CDU 628.4

MARCOS VINICIUS MOREIRA

**ESTUDO DE CASO APLICADO A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS  
INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO/RO**

Dissertação apresentado(a) como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Civil, pelo  
Programa de Pós-Graduação PPGECC da  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -  
UNISINOS

Aprovado em (dia) (mês) (ano)

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes – Universidade Unisinos PPG

---

Prof.(a) Dr. Feliciane Andrade Brehm – Universidade Unisinos PPG

---

Prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento – Universidade Federal da Bahia.

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo avaliar a aplicação da logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Porto Velho-RO, com base no diagnóstico do processo e orientada pelos princípios e diretrizes da Lei nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) para um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e segundo preconizam as Resoluções do Conselho Nacional de Resíduos Sólidos (CONAMA) nº 258/1999 e nº 416/2009. A metodologia envolveu pesquisa de campo no município e remeteu a uma abordagem quali-quantitativa, que se configurou em um estudo de caso, e na qual foi avaliada a atual situação das ações realizadas para o gerenciamento de pneus considerados inservíveis. A pesquisa teve como etapas a identificação dos agentes envolvidos, diagnóstico do gerenciamento de resíduos de pneus inservíveis do município, a identificação das falhas e oportunidades de melhoria com base nos requisitos para o atendimento das Resoluções do CONAMA nº 258/1999 e 416/2009 e nos requisitos para o atendimento à legislação. O estudo também visou a proposição de diretrizes para o gerenciamento desses resíduos do município visando o seu aproveitamento como matéria-prima. Os resultados obtidos com a pesquisa demonstram que a maioria das empresas avaliadas recebem pneus que não estão em condição de uso. Observa-se que a maioria das empresas não recebe apoio de fornecedores no que implica a falta de informação sobre a logística reversa de pneus inservíveis. Como diretrizes, e com base no diagnóstico realizado através da pesquisa exploratória via questionário em entrevistas, propõe-se que as empresas forneçam cursos de capacitação sobre a PNRS e conscientização da importância do gerenciamento adequado dos resíduos de pneus inservíveis; propõe-se que as autarquias realizem o aumento do número de ecopontos espalhados em locais estratégicos no município, e também, elaborem planos de monitoramento e fiscalização tanto da coleta como para o destino final desses resíduos.

**Palavras-chave:** Resíduo sólido. Logística reversa. Pneus inservíveis. Reciclagem

## **ABSTRACT**

This study aims to evaluate the application of the reverse logistics of waste tires in the city of Porto Velho-RO, based on the diagnosis of the process and guided by the principles and guidelines of Law No. 12,305 - National Solid Waste Policy (PNRS) for a Solid Waste Management Plan (PGRS) and as recommended by CONAMA (National Solid Waste Council) Resolutions No. 258/1999 and No. 416/2009. The proposed methodology involves field research in the municipality and refers to a quali-quantitative approach, which is configured in a case study, and in which the current situation of actions taken to manage waste tires was evaluated. The research had as steps the identification of the agents involved, diagnosis of waste tire management in the municipality, the survey of environmental aspects and impacts based on the sources of generation, final disposal and quantification of waste, the identification of failures and opportunities for improvement based on the requirements for compliance with CONAMA Resolutions No. 258/1999 and 416/2009 and on the requirements for compliance with legislation. The study also aimed at proposing guidelines for the management of these wastes in the municipality with a view to their use as raw material. The results obtained from the survey show that most companies evaluated receive tires that are not in use. It is observed that most companies do not receive support from suppliers, which implies the lack of information about the reverse logistics of waste tires. As guidelines, and based on the diagnosis carried out through exploratory research via a questionnaire in interviews, it is proposed that companies provide training courses on the PNRS and awareness of the importance of proper management of waste tires; it is proposed that the autarchies carry out the increase in the number of ecopoints scattered in strategic locations in the municipality and also draw up monitoring and inspection plans for both the collection and the final destination of these wastes.

**Keywords:** Solid waste. Reverse logistic. Waste tires. Recycling.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Destinação final dos pneus inservíveis .....	19
Figura 2 - Componentes e camadas do pneu .....	21
Figura 3 - Granulado de Pneu inservível .....	53
Figura 4 - Pneus inservíveis amontoados no galpão .....	58
Figura 5 - Galpão com pneus inservíveis amontados .....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de indivíduos que trocaram mensalmente os pneus nas empresas abordadas na pesquisa.....	44
Gráfico 2 - Quantidade de pneus novos vendidos mensalmente .....	45
Gráfico 3 - Informes da taxa dos sujeitos que realizaram maneiras de descartes dos pneus velhos .....	48
Gráfico 4 - Demonstração da taxa de informações sobre o descarte adequado ofertadas pelas empresas que realizaram as trocas de pneus para os indivíduos da pesquisa .....	49
Gráfico 5 - Verificação da porcentagem de indivíduos que conhecem a Resolução Conama 416/2009 sobre logística reversa de pneus inservíveis .....	50
Gráfico 6 - Quantidade de pessoas que conhecem o sistema de processamento do granulado de pneu reversível para capeamento asfáltico, fabricação de tapetes, pisos industriais, solas de sapatos, e dutos de águas pluviais.....	52
Gráfico 7 - Taxa de informações ofertadas ao cliente a respeito da situação do descarte correto de pneus e as principais escolhas para os mesmos .....	54
Gráfico 8 - Quantidade de empresas que possuem Ecoponto e recolhimento de pneus reversíveis e que não tem relação com a venda de pneus novos .....	55
Gráfico 9 - Demonstração da quantidade de empresas que realizam Logística Reversa e que recolhem os pneus inservíveis nas lojas de vendas .....	57

## LISTA DE SIGLAS

ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LR	Logística Reversa
OMC	Organização Mundial do Comércio
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
SGR	Sistema de Gestão de Resíduos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 TEMA .....	11
1.2 PROBLEMA .....	11
1.3 OBJETIVOS .....	12
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b> .....	12
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b> .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1 PRODUÇÃO DE PNEU NO BRASIL .....	14
<b>2.1.1 Histórico</b> .....	14
<b>2.1.2 Fábricas, Distribuidoras, Varejistas e Consumidores</b> .....	15
<b>2.1.3 Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos</b> .....	15
2.2 LEGISLAÇÃO E AÇÕES SETORIAIS PARA A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEU INSERVÍVEL.....	16
<b>2.2.1 A Influência do Setor Automotivo</b> .....	17
<b>2.2.2 Criação da Reciclanip</b> .....	18
<b>2.2.3 Ciclo do Pneu</b> .....	20
<b>2.2.4 Ecopontos</b> .....	21
<b>2.2.5 Iniciativas das Empresas</b> .....	22
2.3 PNEU INSERVÍVEL .....	23
<b>2.3.1 Contextualização da Logística Reversa</b> .....	24
<b>2.3.2 Logística reversa de pneus inservíveis</b> .....	26
<b>2.3.3 Problemas Socioambientais Causados pelo Descarte Inadequado de Pneus Inservíveis</b> .....	27
<b>2.3.4 Resolução CONAMA 421/2009 e Lei Estadual</b> .....	29
<b>3 RECICLAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS</b> .....	31
<b>4 A CADEIA DE DESTINAÇÃO DE PNEUS INSERVÍVEIS</b> .....	32
4.1 REFORMA .....	32
4.2 TRITURAÇÃO .....	33
4.3 LAMINAÇÃO .....	33
4.4 COPROCESSAMENTO .....	34
4.5 RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	34

4.6 REUSO DO PNEU INSERVÍVEL .....	35
4.7 REGENERAÇÃO .....	35
<b>5 NORMAS VIGENTES .....</b>	<b>38</b>
<b>6 METODOLOGIA .....</b>	<b>39</b>
6.1 ETAPA 1. Identificação dos agentes envolvidos e diagnóstico da gestão de resíduos de pneus inservíveis do município e empresas.....	39
6.2 ETAPA 2. Identificação das falhas de processo e oportunidades de melhoria com base nos requisitos para o atendimento das Resoluções do CONAMA nº 258/1999 e 416/2009.....	40
6.3 ETAPA 3. Requisitos para o atendimento à legislação e proposição de diretrizes para o gerenciamento de resíduos de pneus inservíveis do município.....	40
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
7.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DO PNEU INSERVÍVEL DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO.....	42
7.2 DIRETRIZES PROPOSTAS PARA GERENCIAMENTO DOS PNEUS INSERVÍVEIS, COM BASE NO DIAGNÓSTICO E NA LEGISLAÇÃO VIGENTE RELATIVAMENTE AO USO DA LOGÍSTICA REVERSA.....	64
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.305/2010, no Art.1 sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), diz que o Estado e o Município têm responsabilidade a implantação da coleta seletiva de resíduos sólidos de forma estruturada e efetiva para o seu adequado e correto gerenciamento.

A resolução do CONAMA nº 416/09 sobre o gerenciamento para o descarte do pneu inservível propõe a prevenção e o impacto ambiental provocado por pneus inservíveis e seu destino exposto no Art.3 que expõe que, para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

Visto que, a população mundial alcançou cerca de 7,6 bilhões de indivíduos nos últimos anos, com base neste pressuposto, a geração de produtos destinados ao consumo pode ser avassaladora no decorrer no ciclo da vida humana (SIENKIEWICZ *et al.*, 2012).

A sustentabilidade é empregada para que o uso dos recursos naturais, não se tornem inesgotáveis, em virtude com o progresso econômico e a proteção ecológica. À vista disso, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou o primeiro debate no ano de 1972, com a pauta voltada sobre a degradação ambiental e que, portanto, a produção em massa não seria possível sem considerar a reciclagem para melhorar o uso do material em si.

É muito necessário fazer advertências nacionais e até internacionais para apontar as razões pelas quais o meio ambiente e a sociedade defrontaram riscos iminentes no futuro. Desse modo, procederam-se diversos eventos posteriormente à conferência da ONU, com a atenção voltada não apenas para à produção, mas também a destinação final desses resíduos.

No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2021), a produção de automóveis e veículos comerciais leves teve alta de 8,7% em 2021, com a fabricação de 2,07 milhões de unidades. Estima-se que a frota total, incluindo comerciais leves, caminhões e ônibus, soma 46,2 milhões de veículos, alta de apenas 0,7% em relação a 2019 e também o menor crescimento da série.

No município de Porto Velho/RO dispõe de 41,1% do número de veículos (automóveis) equivalente a 121.187 carros. Em seguida estão as motocicletas, com 91.706 registros (31,1%) e as caminhonetes com 27.826 (9,4%), sendo que o descarte de pneus inservíveis é contrariamente proporcional ao de pneus novos, ou seja, para cada pneu novo inserido em um veículo, ocorre a remoção do pneu velho (IBGE, 2021).

No Brasil, há um sistema de logística reversa de resíduos de pneus, que é operado em cooperação com as prefeituras. Esses órgãos autoritários poderão disponibilizar áreas de armazenamento temporário aos pneus inservíveis como pontos de coleta e destinação adequada, cabendo ao Ministério do Meio Ambiente a responsabilidade da coleta aos fabricantes, revendedores e distribuidores.

Em síntese, é de caráter urgente que os gestores públicos formulem propostas e metas para a reciclagem de pneus inservíveis, sem dúvida, que isso evitará problemas de saúde a população, como a disseminação de insetos causadores da dengue (*Aedes aegypti*).

Portanto, reduzir a necessidade de descarte inadequado ou descuido no processo de coleta tornou-se uma discussão urgente sobre o tema, por isso, alguns países já realizam pesquisas para o desenvolvimento de novas tecnologias e processos, empregado no processo de reciclagem de pneus usados.

## 1.1 TEMA

O tema dessa pesquisa está relacionado à proposta de aplicação da logística reversa para a correta destinação de pneus inservíveis na cidade de Porto Velho-RO.

## 1.2 PROBLEMA

A coleta seletiva de Porto Velho/RO, ainda não atende à correta e efetiva aplicação da legislação, evidenciando que a gestão da coleta seletiva depende de políticas públicas e órgãos responsáveis pela limpeza da cidade, ou seja, os materiais coletados no município em questão.

Os problemas relacionados pelo descarte inadequado constituem despesas de gerenciamento que poderiam ser evitáveis, neste caso, a administração pública deve conter um plano de gestão ambiental para tratar dos impactos ambientais causados pela destinação inadequada de resíduos de pneus.

Citando o caso análogo, os pneus se desintegram totalmente na natureza em cerca de 600 anos (SANTOS *et al.*, 2016). Neste caso, a reciclagem e a reutilização são possibilidades realizáveis para minimizar o agravo ao meio ambiente.

Nota-se que há uma carência de planejamento para novas formas da utilização de pneus inservíveis, pois não se pode mais descartá-los ou armazená-los de forma incorreta.

Nesta situação, a logística reversa se mostra como sendo um instrumento da PNRS eficaz para garantir um bom desempenho do processo de gerenciamento desse tipo de resíduo. Diante da problemática aqui apresentada, surgem as questões de pesquisa relevantes desse estudo:

a) é possível melhorar a forma de coleta dos pneus inservíveis e posteriormente as rotas de reciclagem e reutilização, desde que, empresas revendedoras, distribuidoras de pneus e consumidores se prontifiquem em contribuir para a coleta deles?

b) a coleta seletiva é uma alternativa para reduzir o descarte inadequado dos pneus inservíveis?

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Porto Velho-RO.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

a) Elaborar um questionário específico para o levantamento de informações sobre a problemática da pesquisa junto aos agentes envolvidos;

- b) Realizar um diagnóstico da gestão no município da situação atual do gerenciamento de pneus nas empresas do município; e
- c) Propor novas diretrizes para os pneus inservíveis gerados na cidade de Porto Velho/RO com base nos resultados do diagnóstico e na legislação vigente.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente, a logística é considerada uma área de ampla importância para a empresa. Trata de todas as atividades de movimentação e armazenamento que facilitam o fluxo dos produtos desde o ponto de compra da matéria-prima até o ponto de destinação final, bem como uma série de informações para gerir o produto, com o objetivo de prestar serviços suficientemente em níveis acessíveis para a clientela a um valor razoável (BALLOU, 2006).

A relevância social desta pesquisa é evidenciar a legitimidade do tratamento da questão ambiental, ou seja, demonstrar teoricamente se as operações de logística reversa podem ser realizadas, tendo os gestores como agente principal, abordando também como caráter social, a combinação da sociedade e suas esferas administrativas que conduz à melhoria ambiental.

Desse modo, constata-se um ensejo da destinação final de forma adequada, e geração do pneu inservível, de modo a que o pneu possa se tornar matéria-prima para outros processos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresenta-se o histórico da produção de pneu no Brasil, fábricas, distribuidores, varejistas e consumidores e ANIP.

### 2.1 PRODUÇÃO DE PNEU NO BRASIL

No período de 2014 a 2020 houve um aumento significativo no processamento, na comercialização e na distribuição de pneus novos. O Brasil produziu 854,6 milhões de pneus no período de 2014 a 2020, em termos de pesquisa, em 2019 foram fabricados 67,3 milhões de pneus, 18,1 milhões exportados e 23,9 milhões importados. Os principais canais de distribuição são: 45,2% para mercados de reposição e revenda, 30% para indústrias automotivas e de montagem e 25% é para exportação (FERREIRA, 2019).

#### 2.1.1 Histórico

O primeiro pneu constituído de borracha a ser elaborado foi para bicicleta, criado por Jhon Boyd Dunlop um veterinário escocês residente da Irlanda, o material era composto por uma câmara de ar com uma válvula (câmara de ar) e coberto com uma lona (pneu) que estavam presos às rodas. Todavia, para Lacerda (2015), o engenheiro escocês Robert W. Thompson foi o criador dos primeiros pneus de borracha que tinha como propósito promover maior conforto para a locomoção.

Os irmãos Michelin criaram uma mascote chamado *Bibemdon* e alcançaram sucesso global, tornando-os os primeiros autores da patente, seguidos por Firestone, Goodyear, Pirelli, Continental e várias outras empresas. Sendo que o destaque foi de Frank A. Sciberling, que fundou a American Goodyear Tire and

Rubber Company para homenagear Charles Goodyear, o inventor da vulcanização da borracha (GOODYEAR, 2018).

O primeiro pneu *tubeless* foi patenteado pela Goodyear Tire & Rubber Company em 1903, mas só foi lançado no mercado em 1954. Logo, no início dos anos 1900, várias coisas aconteceram que levaram a grandes mudanças no progresso dos pneus. Como no caso que procedeu no ano de 1904, em que a Continental processou o primeiro pneu com desenho de banda de rodagem.

No ano de 1908, a Continental produziu as rodas removíveis dos carros e prosseguindo a produção por meio de testes de borracha sintética, no mesmo ano, a Goodyear inventou as ranhuras nos pneus de tração.

As mudanças que ocorrem nos pneus baseiam-se na junção de elementos que promovam qualidade e economia, ou seja, custo-benefício para torná-los mais resistentes. Devido à diversidade do processo de fabricação e à variedade de componentes colocados na borracha para a obtenção do produto final os tornam mais dispendiosos (GOODYEAR, 2018).

### **2.1.2 Fábricas, Distribuidoras, Varejistas e Consumidores**

Cabe ressaltar que na Lei nº 12.305/2010 foi instituída as responsabilidades conjuntas dos geradores de resíduos, os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e detentores de serviços municipais de gestão de resíduos sólidos e de logística reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo (GARDIN; FIGUEIRÓ; NASCIMENTO, 2015).

Os fabricantes e importadores realizam a coleta, dão destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida, cabendo aos distribuidores, revendedores, destinadores, consumidores e poder público atuar em articulação com os fabricantes e importadores para implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país.

O sistema de logística reversa funciona mediante a parcerias, em geral com prefeituras, que podem disponibilizar áreas de armazenamento temporário para os pneus inservíveis.

### **2.1.3 Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos**

Para representar a indústria de pneus e câmaras de ar no Brasil, no meante de 1960, a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) foi constituída para com esta objetividade, sendo composta por 12 empresas e 20 fábricas. O setor contava, no término de 2020, com 35,2 mil empregos diretos e 180 mil indiretos, incluindo uma rede de mais de 6,7 mil no Brasil de pontos de venda.

As informações predispostas de 2018 demonstraram que os principais canais de comércio da indústria de pneus são os mercados de devolução e redes de concessionárias, que responderam por 64,1% do total das vendas do setor, as montadoras apresentaram 16,9% e as exportações também representaram 19% de vendas (GOODYEAR, 2018).

Para Motta (2018), um dos objetivos são evitar o dumping por parte de algumas empresas de importações para o Brasil a preços inferiores aos de outros mercados, o que é considerado uma desaprovação da Organização Mundial do Comércio (OMC).

A ANIP está comprometida com o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Resíduos de Pneus desde 1999, em vista disso, a ANIP criou, no ano de 2007, a Reciclanip, uma entidade dedicada a esta atividade no país. A Reciclanip é referência mundial em logística reversa, agregando mais de 1.026 pontos de coleta disseminados em todo o país (RECICLANIP, 2016).

## 2.2 LEGISLAÇÃO E AÇÕES SETORIAIS PARA À LOGÍSTICA REVERSA DE PNEU INSERVÍVEL

Como discutido na literatura, na data do dia 26 de agosto de 1999, a Resolução CONAMA nº 258/99 foi anuída, estabelecendo desígnios e a submeteu aos fabricantes e importadores para determinar a destinação final dos pneus inservíveis. De acordo com a resolução, a partir do ano de 2002, eles tiveram a responsabilidade de coletar e descartar pneus usados, essa função também passou a ser empregada por revendedores, distribuidores, reformadores e consumidores finais.

À vista disso, com a Instrução Normativa nº 008/02, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o número de empresas cadastradas para remoção e destruição de resíduos de pneus aumentou de 6 a 75, por intermédio à autorização legislativa. Em contraste com isso, o Ibama,

registrou em 2020, 230 empresas de reaproveitamento, reciclagem e recuperação energética de pneus (IBAMA, 2020).

No ano de 2006 a Resolução CONAMA nº 258/99 foi revisada pelo IBAMA, e a Resolução CONAMA nº 416/09 foi determinada em setembro de 2009, que modificou o método de cálculo da produção para mercados alternativos. Logo, a Resolução representou um desafio para fabricantes e importadores, ou seja, a tarefa de dar a destinação final de 100% dos pneus que entram no mercado de reposição.

Dessa maneira, as Diretrizes Normativas nº 008/2002, 018/2002 e 021/2002 foram invalidadas e a Portaria Normativa nº 001/2010 do IBAMA determinam procedimentos para que fabricantes e importadores pactuem o registro, o cálculo da meta e a certificação do destino.

As leis ratificadas garantiram progresso para o setor, destacando temas positivos como logística reversa, responsabilidade compartilhada e conceitos de hierarquia da gestão, conforme a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (IBAMA, 2020).

A logística reversa, na prática, deve abordar o compartilhamento de responsabilidades e os acordos departamentais empregando cada detalhes específicos. Como condição revogada, a lei não estabelece a origem dos recursos para financiar essas mudanças, e não especifica os canais de financiamento, benefícios econômicos e financeiros do setor (VIANA, 2009).

### **2.2.1 A Influência do Setor Automotivo**

No eixo global industrial do Brasil, o setor automobilístico desempenha um papel cada vez mais importante, correspondendo a cerca de 22% do PIB industrial no ano de 2017 e, por intermédio de elos, a atividade da indústria automobilística pode afetar significativamente a fabricação de variados outros remos industriais (FREITAS; NÓBREGA, 2017).

Kaddatz, Rasul e Rahman (2013) apontaram que setores como aço e derivados, máquinas e equipamentos, materiais eletrônicos, produtos de metal e produtos de borracha e plástico, os quais pertencem ao exterior da cadeia da indústria automotiva, são altamente valorizados.

Para exemplificar, a indústria do aço e derivados corresponde a uma das mais importantes matérias-primas da cadeia da indústria automotiva, com destaque para as autopeças. Portanto, é relevante destacar que este setor tem forte influência no nível de atividade da indústria de transformação, e o crescimento da produção automobilística pode estimular o aumento de muitos outros ramos da indústria mediante sua cadeia de suprimentos (MORAIS, 2019).

Aliado a estas observações anteriores, e em relação ao modelo tecnológico da indústria e do mercado, a montadora assume maior significância, devido ao desenvolvimento de novos produtos, da publicidade, da instalação de maquinários e ajustes, ao investimento em máquina, em equipamentos de infraestrutura de produção e montagem (SAMPAIO, 2016).

Nota-se que, na maioria dos casos, as empresas deste setor são multinacionais, com atividades com proporções globais ou assistenciais em área geográfica específica, que por meio de várias fábricas empregadas em locais diferentes, geralmente, processam o mesmo tipo e modelo de veículos, ocorrendo uma divisão do trabalho em relação à cadeia de valor do produto (CIMINO, 2014).

A julgar pelo antagonismo das indústrias globais, as montadoras estão cada vez mais acostumadas com subsidiárias operantes, sendo que o critério da unidade central está mais integrado à estratégia de suas filiais.

Conseqüentemente, as subsidiárias passaram a igualar a oferta de artigos na plataforma global e o modo de produção e organização do espaço produtivo, e fez alguns ajustes às peculiaridades do ambiente competitivo local (FREITAS; NÓBREGA, 2017).

Isto mostra, ao mesmo tempo, um distanciamento entre o início e fim da cadeia, o que dificulta a correta gestão das diversas autopeças em relação ao pós-consumo, e os pneus são um exemplo desta problemática.

### **2.2.2 Criação da Reciclanip**

Em março de 2007 foi criada a Reciclanip, a qual é classificada como das maiores iniciativas da indústria brasileira no âmbito de compromisso, com a adesão dos novos fabricantes de pneus Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli e, por fim, a Continental, uma entidade que se incluiu no ano de 2010.

No ano de 1999, deu-se a abertura do projeto, como uma forma de plano nacional para coleta e destinação final de resíduos de pneus que era estipulado pela ANIP, uma organização que corresponde todos os fabricantes de pneus novos do Brasil. O programa ao longo do tempo obteve uma expansão com a sua atuação em todas as regiões, conduzindo ao fabricante a configuração de uma empresa especializada na coleta e beneficiamento de pneus brasileiros, criando assim a Reciclanip.

Desde o ano de 1999, cerca de 1,3 milhão de toneladas de resíduos de pneus inservíveis, o equivalente a 270 milhões de pneus de automóveis, foram devidamente coletados e destinados corretamente, a execução de tal tarefa foi empregada quando os fabricantes começaram a coletar dos resíduos desse material. Foram investidos mais de US \$112 milhões pelos fabricantes para a coleta e destinação final de pneu usado um valor que iria até julho de 2010 (FREITAS; NÓBREGA, 2017).

Figura 1 – Destinação final dos pneus inservíveis



Evidenciou-se, com a criação da Reciclanip, que a responsabilidade da indústria de pneus deve priorizar a proteção da natureza e a qualidade de vida e bem-estar da população, dadas as questões ambientais divergentes, e estabelecer o cumprimento das condições para garantir o desenvolvimento sustentável do país (RECICLANIP, 2016).

### **2.2.3 Ciclo do Pneu**

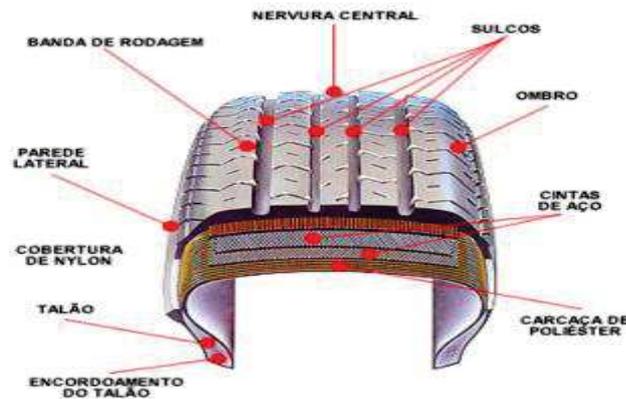
O conceito de pneu é determinado pela parte integrante do sistema de rodagem, composto por elastômeros, produtos têxteis, aço e demais objetos, que, quando instalados nas rodas e contendo fluido sob pressão, acarreta uma dada tração à adesão ao solo para suportar elasticamente a carga do veículo e resistência à pressão causada pela ação da superfície (MOTTA, 2018).

Em relação a figura 2 sobre os componentes e camadas do pneu são compostos por banda de rodagem que é a parte do pneu que fica sobre a superfície, responsável pela aderência do carro ao solo, além de manter sua estabilidade prevenindo a aquaplanagem, a nervura central é a parte central da banda de rodagem.

Os sulcos são canais localizados no sentido tangencial da banda de rodagem e sua função principal é escoar a água para evitar aquaplanagem. Os ombros vão da extremidade da banda de rodagem até a lateral do pneu, já as cintas de aço são constituídas por vários arames de aço com revestimento superficial de latão, revestidos por sua vez com borracha de composição adequada (PIRELLI, 2016).

A carcaça de poliéster é a estrutura interna do pneu, ela é formada por camadas sobrepostas de cintas, também conhecidas como lonas. Essas cintas são compostas por fios de poliéster, nylon ou aço, o encordoamento do talão é feito de arame de aço coberto em borracha, o talão é uma estrutura de fios de aço revestidos com cobre e impermeabilizado com borracha antioxidante. É uma estrutura de alta resistência e a parede lateral conhecida como área de flanco ou de costado, a lateral do pneu é responsável por amortecer irregularidades do solo (LAGARINHOS, 2011).

Figura 2 - Componentes e camadas do pneu



Fonte: Edumar Autopeças<sup>1</sup>, 2015.

Esta conclusão significa que quando o pneu deixa de ser utilizável no veículo, o ciclo do mesmo não termina. Ao contrário, quando o projeto deixa de ser empregado, inicia-se um dos principais transcurso vitais dos pneus, pois, por meio de enormes erros diários cometidos pelos pneus descartados, tal elemento tornou-se uma séria questão ambiental.

Portanto, assim como esclarecem Motta (2018) e Lagarinhos (2011), quando não são capazes de serem modificados no final do ciclo, se definem por pneus inservíveis destinados para pontos de coletas, podendo ter diversos empregos, como combustível de forno com alto teor calórico, dutos de água de chuva, borracha para vias e adornamentos para pisos.

#### 2.2.4 Ecopontos

Assim, a Reciclanip é responsável por toda a gestão da logística para a retirada dos resíduos de pneus do Ponto de Coleta e destinação ambientalmente adequada em empresas licenciadas pelos órgãos ambientais competentes e homologadas pelo Ibama. Ressalta-se que, ao atingir seu ciclo natural de aplicação,

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.edumarautopecas.com.br/pneus>>. Acesso em: 12 out. 2021.

o pneu é encaminhado para Pontos de Coleta Autorizados no Brasil, denominados Ecopontos para destinação final desses resíduos, por meio de convênio.

Nessa abordagem, os acordos firmados com as Prefeituras Municipais permitiram a ampliação do número de Postos de Coleta de Pneus por toda região, em 2020 obteve-se um total de 1.256 pontos de coleta em todo o Brasil, o que se confirma no resumo anual do Programa de Coleta e Descarte de Resíduos de Pneus, o avanço desse programa gradativamente (RECICLANIP, 2020).

### **2.2.5 Iniciativas das Empresas**

À vista disso, a rede DPaschoal, em parceria com a fabricante Goodyear, possui um processo de coleta e destinação final dos pneus utilizados em mais de cerca de 180 de suas lojas em todo o país, as ações em relação à coleta e destinação final de resíduos de pneus no que diz respeito às iniciativas das empresas revendedoras (PIRELLI, 2016).

O Sistema de Gerenciamento de Resíduos (SGR) foi um projeto implantado precisamente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, estendido a todo o território nacional, com o objetivo de operacionalizar, incentivar os colaboradores, consumidores e população, em virtude da destinação final adequada de resíduos de pneus inservíveis.

O programa DPaschoal é efetuado em parceria com a empresa Mazola Logística e Reciclagem, com sede em Valinhos (SP). A mesma, trata da gestão de resíduos em sete estados, desde a fiscalização do local de armazenamento dos resíduos nas lojas até o monitoramento da destinação dos produtos (DPASCHOAL, 2017).

Dado este fato, a DPaschoal realizou o plano em cooperação com a Goodyear e a Goóc, em virtude do pressuposto de que todas as empresas devem se responsabilizar pelas questões ambientais (CIMINO, 2014, p.77).

Logo, as ações da Bridgestone Firestone compreendem a trituração de pneus descartados em seu processo de produção e os de pneus inúteis na própria fábrica e, em seguida, enviá-los para o processo de reciclagem. Através das notícias veiculadas nesta revista, a empresa destacou a importância da destinação final adequada desses pneus e manifestou sua preocupação (PIRELLI, 2016).

Sendo assim, a empresa está disposta a fazer a coleta de resíduos de pneus inservíveis por meio de seu posto de coleta Truck Center Pirelli e, se a quantidade de pneus existentes não constituir uma carga, a própria deve alertar sobre as cautelas que devem ser tomadas quando esses pneus são armazenados temporariamente.

### 2.3 PNEU INSERVÍVEL

A literatura conceitua o pneu inservível como os pneus cuja vida útil terminou e que precisam ser descartados em um ambiente correto de modo que não cause o desequilíbrio ecológico e ambiental.

De acordo com Specht (2013), os pneus têm uma função básica e indiscutível no cotidiano dos indivíduos, seja para a condução de cargas ou de passageiros, este processo tem se tornado mais importante nos países em desenvolvimento, onde o transporte de valores é feito principalmente por veículos de grande porte.

Diante disso, o CONAMA promulgou as Resoluções de nº 258/1999 e 301/2002, estipulando a tarefa de coletar e a destinação final de todos os resíduos de pneus produzidos ou importados por fabricantes nacionais e importadores de pneus, de uso nacional.

Com o propósito de regularizar a coleta e a destinação final adequada dos pneus inservíveis, com a autorização da Lei nº 12.305/2010 que regula a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a logística reversa de pneus inservíveis passando ser atribuição legítima dos fabricantes, distribuidores, importadores e comerciantes de pneus.

Devido os pneus serem produzidos a partir de fontes naturais, como borracha e petróleo, os inutilizáveis não são biodegradáveis carecem de ter um tratamento adequado, e ao mesmo tempo existem diversas possibilidades de reutilização e reciclagem (MORAIS, 2019).

Há diversas oportunidades de uso para os pneus inservíveis, como por exemplo, os elementos ou pó desses materiais são adicionados ao asfalto para pavimentar estradas e avenidas. Segundo Specht (2013), a borracha triturada pode ser adicionada ao concreto para substituir o cascalho na produção de blocos, pisos, trilhos e diversas peças pré-fabricadas.

### 2.3.1 Contextualização da Logística Reversa

Segundo Leite (2016), a logística reversa é um conjunto de procedimentos e meios para recolher e dar encaminhamento pós-venda ou pós-consumo ao setor empresarial, para reaproveitamento ou destinação correta de resíduos. O crescimento do proveito nessa área deu-se pela preocupação com o meio ambiente e, acima disso, de atender aos objetivos dos clientes e diminuir os custos, por meio das legislações ambientais.

Diante do exposto, são implementadas políticas e programas para descarte de resíduos sólidos e administrativos através da logística reversa, para atender ao objetivo da legislação de proteção ao consumidor.

A LR é utilizada quando houver um problema com o produto vendido, seja um problema de garantia, falha no envio ou data de validade, deve-se discutir a melhor forma de retirá-lo com a empresa (LEITE, 2016). Ao formular um plano para isso, a empresa pode ganhar uma reputação maior do ponto de vista do cliente, com possíveis retornos em relação ao aumentando das vendas de produtos e provavelmente ganhar uma posição de destaque no mercado (AZEVEDO, 2017).

Andrade, Ferreira e Santos (2019) frisam que os importantes coeficientes que levam as empresas a implantar a RL são: legislação, motivos de concorrência, atualização da imagem corporativa, reavaliação econômica, atualização de estoques, lucro econômico, responsabilidade socioambiental, recuperação de ativos e/ou valor e a prestação de serviços diversos.

Considerando que o resíduo gerado por cada habitante/ano no Canadá e nos Estados Unidos seja equivalente a um pneu, de acordo com a ANIP, estima-se que mais de 2 bilhões de pneus sejam descartados anualmente (ANDRADE, 2017).

Dessa capacidade, menos de 20% é recuperado. No ano de 2015, havia cerca de 300 milhões de pneus, o que resultaram em mais de 2 milhões de toneladas de pneus chegando ao fim de sua vida útil a cada ano (ANIP, 2016).

Conforme Demajorovic *et al.* (2012), a importância dos gestores na prática da logística reversa está crescendo devido a vários fatores, como o endurecimento da legislação ambiental, pressão do consumidor e a visão da empresa.

A competitividade e o avanço tecnológico, por um lado, proporcionam a obsolescência e a redução dos ciclos de vida dos produtos, e o desenvolvimento de

novos materiais e tecnologias, por outro lado, favorecem atividades de reutilização e reciclagem, o que possibilita a inserção no processo de gestão da logística reversa (DEMAJOROVIC et al., 2012).

De acordo com Rogers e Tibben-Lembke (2008), Logística Reversa é a técnica de organização, implementação e controle do fluxo reverso de matérias-primas, estoque em processo, embalagem e produtos acabados.

Leite (2016) destacou que a logística reversa é um ramo da logística comercial, na qual prepara, administra e determina os processos e referências de logísticas adequadas ao pós-venda e pós-consumo de bens de consumo que retornam ao ciclo de negócios ou de produção ou canais de distribuição que aumenta a economia os atributos ecológicos e outros valores.

Segundo a PNRS, a logística reversa é vista como uma ferramenta de desenvolvimento econômico e social, configurando-se por uma série de ações, métodos e vias que visam a possibilidade da coleta e da devolução dos resíduos sólidos ao setor comercial para a reciclagem ou outros ciclos de destinação final adequados (LACERDA, 2015).

Para Fonseca et al. (2017), em um modo geral, essas definições descrevem a logística reversa como uma série de atividades de planejamento, controle e tomada de decisão para o fluxo de mercadorias, resíduos, materiais ou peças a montante da rede de abastecimento, isto é, do consumidor ao produtor, tendo com pragmatismo reavaliar e estender o ciclo de vida e reduzir os descartes incorretos.

Para Pedram et al. (2017) o sistema de logística reversa é considerado uma importante ferramenta para amenizar o problema dos resíduos de pneus, pois sua correta implantação pode reduzir esses resíduos por meio da coleta, transporte e destinação ambientalmente correta. Conforme Lagarinhos e Tenório (2013), a problematização para a implantação da logística reversa no Brasil é o recolhimento e a locomoção, pois em determinadas questões tais pneus estão situados em áreas restritas, o que inviabiliza esse procedimento.

Viana (2009) destaca que a maneira habitual de destinação dos pneus inservíveis no Brasil é como via de combustível alternativo à indústria de cimento, que representou 60,23% do total no ano de 2017. O segundo lugar é a fabricação de grânulos e pó de borracha utilizados para produtos de borracha ou asfalto, respondendo por 27,15% dos destinos.

Portanto, devido ao sucesso da operação do Reciclanip, especialmente pela execução por meio da PNRS em 2010, houve um aumento na atenção da situação dos Resíduos de pneus no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) das determinantes cidades e capitais do Brasil (FLORIANI; FURLANETTO; SEHNEM, 2016).

### **2.3.2 Logística reversa de pneus inservíveis**

Conforme Lagarinhos (2011) e Sienkiewicz et al. (2012), percebe-se, que os pneus possuem ciclo vital estipulada e invariavelmente terão deteriorações irreversíveis na organização, definindo-se, assim, como inservíveis, e ainda, que formam um grupo de resíduos devido à sua composição e estrutura serem complexas, os resíduos de pneus ganham um destino final adequado.

Para Lagarinhos (2011), as tecnologias mais utilizadas para o reaproveitamento, reciclagem e recuperação energética de pneus são: almofadas de reposição industrial, engenharia de contenção de encostas, isto é, engenharia geotécnica, desvulcanização, indústria moveleira, indústria de mineração, tapetes de automóveis, solas de calçados, borrachas, coprocessamento em forno de cimento, coprocessamento com xisto asfáltico, pavimentação de asfalto, aplicação na construção civil, pisos esportivos, leitos de escoamentos de aterros e demais.

Segundo os autores Lagarinhos e Tenório (2013), a definição de logística reversa remonta à década de 1970, quando se apresentaram conceituações como canais reversos ou fluxos reversos, especificamente relacionados à reciclagem. Os termos relativos à empresa surgiram na década de 1990 no Brasil e estão vinculados à logística por meio de matérias-primas, itens e processamentos, os quais representam uma despesa enorme e devem ser gerenciados adequadamente no pós-venda ou no pós-consumo.

Assim, surgiu um novo modelo de gestão do conjunto complementar de suprimentos com o surgimento da demanda dos consumidores por períodos de garantia estendidos, as oportunidades econômicas trazidas pelas devoluções de materiais e a destinação correta dos resíduos sólidos.

A ANIP esclarece que a destinação final de pneus é um processo complexo que envolve múltiplos participantes que operam nessa situação, porém, justifica que

a resolução determina o encarregamento exclusivo dos fabricantes e importadores com o descarte correto dos pneus inúteis (ANIP, 2016).

Almeida Junior *et al.* (2013) ressaltam que, levando em conta cada novo pneu consumido no comércio de reposição, os produtores e importadores são responsáveis pela destinação correta de seus resíduos.

### **2.3.3 Problemas Socioambientais Causados pelo Descarte Inadequado de Pneus Inservíveis**

Verifica-se que as barreiras provenientes no processo do descarte correto dos pneus inservíveis que podem ser fundamentadas pela escassez de locais adequados com o propósito de diminuir os impactos ambientais, ou quando existem, não divulgados para a população. Segundo Morais (2019), os executores da cadeia de logística reversa, incluindo os impulsores e as finalidades desses pneus, necessitam planejar suas ações para que possam compartilhar os benefícios entre si.

Na perspectiva de Rodrigues *et al.* (2016), quando se trata de resíduos armazenados a céu aberto, são capazes de provocar sérios problemas de saúde pública e de danos ambientais.

Viana (2009) destacou que, quando descartados no solo, os pneus inservíveis podem causar sérios danos e amolecê-los, por isso, não é recomendável acumulá-los, pois podem causar explosões muito graves ou ameaças superficiais, minimizando assim a vida útil do solo área. Nessa perspectiva, pneus inservíveis descartados em terrenos abandonados e rios não só causarão poluição visual, mas também se tornarão portadores de doenças como dengue, leptospirose e malária.

Segundo Andrieta (2012), os pneus são rapidamente sucateados em termos de durabilidade, no caso, um pneu de viagem percorre cerca de 60.000 quilômetros e tem uma vida útil de dois anos, caso não seja manuseado de forma adequada, poluirá o ambiente por aproximadamente 800 anos, ocasionando a privação dos caminhos de escoamento de água da chuva, levando a inundações em áreas residenciais perigosas.

Vale ressaltar que a queima de pneus liberará substâncias tóxicas, que causarão sérios danos ao meio ambiente, como mudanças climáticas e aquecimento

global. Portanto, deveras que, cada pneu irá liberar cerca de 10 litros de óleo no solo ao queimar até atingir o nível do lençol freático (SANTOS et al., 2016).

Andrade (2017) expõem que não é recomendável acumular uma grande quantidade de estoque de pneus, pois requerem um espaço coberto e são altamente inflamáveis, sua combustão é difícil de controlar, existindo riscos muito graves de mortes, doenças respiratórias, cardiovasculares e distúrbios neuropsiquiátricos.

Para Viana (2019) uma das explicações para doenças respiratórias ou cardiorrespiratórias é a queima de pneus inúteis em fornos industriais, descoberta que requer investimentos substanciais em fornos com filtros chamados de clínquer, encontrados nas fábricas de cimento, estes filtros podem prevenir emissões para o ambiente, reduzindo assim os níveis da impureza.

Os pneus são carbonizados a cerca de 200° C e descartados de maneira inapropriada e de acordo com sua aparência, o que remete dificuldades de armazenamento e transporte (MOTTA, 2018).

A destinação final dos pneus usados é uma adversidade séria que precisa ser resolvida, pois são objetos que têm grande volume que precisam ser colocados em condições adequadas para minimizar a ameaça de incêndio. A fim de reduzir os problemas de transporte, recomenda-se a trituração (SANTOS et al., 2017).

Os autores Oliveira et al. (2017) os pneus que estão nesta forma, absorvem o gás liberado pela decomposição, ocasionando na expansão e explosão do excesso de resíduos, o que pode causar combustão espontânea, liberando poluentes tóxicos, como enxofre e carbono.

#### **2.3.4 Resolução CONAMA 416/2009 e Lei Estadual**

A Resolução nº 416/2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente exige que os produtores de pneus sejam responsáveis por sua destinação final. Como as fábricas não possuem representantes em Porto Velho, foram contatados os revendedores que aderiram à campanha, inclusive financiando a logística necessária, com o pagamento de material de divulgação e a cedência de veículos.

Ainda segundo a Lei, além de fixar placa comunicando à população a respeito do potencial poluidor do pneu quando descartado na natureza, ela ainda indica que os lugares para o armazenamento provisório esteja pertinente com o volume e a segurança dos materiais a serem processados, lacrados e isolados para

evitar o acúmulo de água, devidamente sinalizados para alertar sobre os riscos de estocagem de materiais, não podendo possuir drenagem ligada a redes de esgoto ou pluvial e os resíduos de pneus devem ser armazenados na instalação de maneira ordenada e catalogada por tamanho.

Além disso, os estabelecimentos que trabalham com pneus devem comprovar, a cada 90 dias, a destinação ambientalmente adequada dada aos pneus, realizada junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA), sob pena de sanções administrativas.

A Prefeitura do Município de Porto Velho adotou o princípio da logística reversa estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da SEMA e em cooperação com a ANIP e a empresa Vital Garcia, para a gestão conjunta dos hangares que armazenam os pneus inservíveis.

Desde 2013, por meio da cooperação entre a prefeitura e a ANIP, cerca de 26 mil pneus deixam de ser queimados e lançados nos córregos de Porto Velho a cada ano. Promovendo, assim, a qualidade ambiental dos recicladores envolvidos que produzem matérias-primas do processamento de pneus para uma variedade de finalidades reutilizáveis, como é o caso do desenvolvimento de asfalto (VIANA, 2019).

A Lei nº 2.594/2019 de 21 de maio de 2019, cria o Programa Ecológico - Eco Móvel Ponto Móvel para recolhimento e destinação de pneus Inservíveis/Inutilizados e dá outras providências. Fica instituído, no âmbito do Município de Porto Velho e Distritos, o programa "ECO MÓVEL", para recolhimento e destinação de pneus inservíveis/inutilizados na região urbana, rural, periféricas e Distritos.

Esta entidade recolhe pneus nos municípios de Ji-Paraná, Cacoal, Vilhena e Ariquemes, em Rondônia. Os pneus inservíveis encontrados na cidade são levados para os transportadores pela Reciclanip, criando assim uma rotina para o recolhimento de pneumáticos na Capital.

### **3 RECICLAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Morais (2019), em seus estudos, relata que a reciclagem se fez uma das eletivas opções para dificultar a deterioração ainda maior dos produtos no meio ambiente, sendo responsabilidade e obrigação de todos, ainda que um terço do lixo doméstico seja composto de embalagens, podendo ser reciclados. O autor acredita

que devido ao descarte ineficiente dos resíduos sólidos urbanos, a poluição ambiental do no país é grave.

Vale ressaltar que o Brasil produzia cerca de 60 milhões de pneus em meados de 2008, dos quais, cerca de metade foram descartados no mesmo ano. Pior ainda, foi que a maior parte desses materiais foram descartados em locais inadequados, como terrenos abandonados. Fatores que causam sérios danos ao ecossistema, portanto, o emprego de tecnologias de reutilização e reciclagem é a solução para impossibilitar que tais incidentes aconteçam (NOVAES, 2017).

Portanto, resíduos de pneus não se tornou somente uma questão acerca do ecossistema, mas também de saúde pública, visto que armazenam água das precipitações, criando um lócus muito propício para a propagação da dengue e da febre amarela, logo, deve-se evitar o crescimento indevidamente desses resíduos sólidos (MORAIS, 2019).

No entanto, expõe-se que a maior parcela dos mercados para a utilização de pneus reciclados são indústrias, como a de papel e fornos, que utilizam o produto como combustível e respondem por dois terços das empresas de reciclagem.

Dessa forma, as ações dessas indústrias demonstram que é possível desenvolver o crescimento e promover a sustentabilidade sem destruir e danificar o ecossistema. Segundo o autor Moraes (2019), aproximadamente mais de 2 milhões de pneus foram reciclados, e cada pneu reciclado produziu cinco chinelos.

Logo, nota-se que essa medida obviamente trouxe lucros para a investidora, além de mostrar a imagem de uma indústria socialmente incumbida, vale destacar que com o surgimento dos métodos de reciclagem, muitos tipos de produtos passaram a ser reciclados, oportunidades de geração de renda e novas práticas que conceberam recentemente cerca de US \$ 1,2 bilhão em receitas anuais no Brasil, que podem chegar a US \$ 5,8 bilhões nos próximos anos (GRECA; MORILHA, 2013).

#### **4 A CADEIA DE DESTINAÇÃO DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Nesta seção apresenta-se a cadeia de destinação de pneus inservíveis com diversos autores, essa destinação inicia-se com a necessidade do consumidor de reposição dos pneus de veículos motorizados e bicicletas. A partir desta necessidade, o pneu pode percorrer diversos caminhos até sua deposição final.

#### 4.1 REFORMA

Os pneus utilizados que não são vistos como inservíveis, provavelmente passarão através da técnica de reparos e retornam ao comércio desempenhando funções afins. A reformação de pneus pode ocorrer de três maneiras: recapagem, recauchutagem e remoldagem. Para Lagarinhos e Tenório (2013), o método de recapagem refere-se à remoção da banda de rodagem, reparando a estrutura da carcaça com corda de borracha e conectando a banda de rodagem à carcaça com cimento.

Gardin, Figueiró e Nascimento (2015) utiliza-se da seguinte argumentação que as partes laterais dos pneus não são retiradas nessa técnica, e que o processamento de recauchutagem se baseia na extração na parte da rodagem e nas laterais dos pneus, existindo dois tipos de procedimentos para o reparo dos pneus, como o processamento em meio frio e em meio quente. O primeiro processo, a frio, usa bandas pré-curadas que são presas nas carcaças após a reparação das mesmas; no segundo processo, para a recauchutagem a quente, é usada uma manta de borracha, e entre elas, um molde é indispensável para a vulcanização e uma estrutura é formada na banda de rodagem.

Durante o processo de reconstrução dos pneus, fundamenta-se em deslocar a armação da borracha, de talão para talão, por conseguinte, o pneu é completamente reformado e vulcanizado, não tendo nenhuma emenda, possibilitando balanceamento, apresentação e segurança de utilização (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2013).

#### 4.2 TRITURAÇÃO

Lagarinhos e Tenório (2013) relata que o procedimento para a trituração de pneus mais utilizado em temperatura ambiente ou resfriamento a baixa temperatura, sendo o primeiro pertinente no Brasil. O critério de pulverização a temperatura normal pode ser usado a uma temperatura de até 120° C, e os resíduos de pneus são reduzidos a partículas abaixo de 0,2 mm, que fundamentalmente passam pelo trituramento e granulação.

Os autores Lagarinhos e Tenório (2013) também descreve que a remoção de peças de aço e náilon, rayon e poliéster é executada em um separador

magnético de correia cruzada, enquanto se remove o coletor de pó de borracha, portanto, o mesmo é fracionado em diferentes tamanhos de partículas por meio de um sistema de vibradores de fio e peneira.

Nesse processo de baixa temperatura, os pneus são resfriados com nitrogênio líquido a temperaturas abaixo de  $-120^{\circ}$  C. Neste processo, fragmentos de pneu são resfriados em um túnel de resfriamento contínuo e, em seguida, jogados no peletizador (ROMUALDO et al., 2014). Esse processo exige custos mínimos de manutenção e consumo de energia, por outro lado, apresenta elevados custos operacionais com o consumo de nitrogênio líquido.

### 4.3 LAMINAÇÃO

O método de laminação é fundamentado em múltiplas operações de cortes em pneus inservíveis para retirada das lâminas e das peças que definem o contorno. A empresa que utiliza o processo de laminação de pneus possui uma organização para coleta de pneus tradicionais ou diagonais, e esses pneus não possuem tela de aço, alguns laminadores também utilizam pneus radiais inúteis para o processo (LAGARINHOS, 2011).

O talão dos pneus radiais e polarizados e a banda de rodagem da tela de aço dos pneus radiais não são reaproveitados na técnica de laminação, pois o método de corte é difícil de ser executado e deve ser devidamente descartado.

Assim, os pneus laminados são empregados em diversas ações, tais como: estofamento, fabricação de calçados, fazendas, rodos, tubos de água da chuva, tubos anti-erosões e tubos de camada cruzada, solas de sapatos, saltos e palmilhas de pneus, bem como tiras de sofás, solas de sapatos, barras de móveis, sofás e poltronas, cestos e inúmeras outras utilizações (CIMINO, 2014).

Conforme Andrade (2017), um total de cerca de 120,36 mil toneladas de resíduos de pneus foram utilizados no processo de laminação, trituração e fabricação de produtos de borracha, no ano de 2016, no Brasil. O que corresponde a 24,07 milhões de resíduos de pneus, representando 50,02% da totalidade da reciclagem daquele mesmo ano, além disso, os pneus tradicionais são usados no processo de laminação e a tendência desse tipo de pneus é reduzir gradativamente a produção de pneus radiais em todo o mundo.

#### 4.4 COPROCESSAMENTO

O autor Lagarinhos (2011) caracteriza o coprocessamento como o emprego de materiais inúteis para seu gerador em outra técnica, no qual o mesmo pode compor relevância em matérias-primas ou energia. O coprocessamento de pneus em um forno de clínquer que pode usar o calor e reduzir a queima de combustíveis fósseis não renováveis e, ademais, serve como agregação através do aço contido nos pneus.

Motta (2018) afirma que há 14 fábricas com licenças de coprocessamento no Brasil, e 11 em fase de licenciamento, sendo que a capacidade vigente de coprocessamento de pneus são cerca de 350.000 toneladas por ano, com potencial para chegar a 700.000 toneladas anualmente.

Portanto, os pneus inservíveis usados no coprocessamento de fornos de clínquer têm alto poder energético e podem substituir o óleo combustível e o carvão, de forma que algumas pessoas não os classificam como resíduos, mas sim como combustíveis. Hodiernamente, a despesa do coprocessamento de pneus é de cerca de 15 a 20 dólares americanos por tonelada de pneus (LAGARINHOS, 2011).

#### 4.5 RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Romualdo et al. (2014), frisa que o reaproveitamento do pneu como associado do concreto pode incumbir uma função primordial na proteção ao meio ambiente, pois, além de reduzir a remoção de recursos naturais como a areia e a brita, podendo minimizar a acumulação desses resíduos nas zonas urbanas.

Albuquerque et al. (2017), descreve que o uso de pneus triturados em vez de materiais de construção tradicionais tem várias vantagens, tais como: densidade reduzida, melhor desempenho de drenagem e melhores efeitos de isolamento térmico e acústico. Bignozzi e Sandrolini (2016) conduziram pesquisas semelhantes e concluíram que, comparado com concreto tradicional, o concreto com adição de borracha tem maior permeabilidade.

As colocações dos autores afirmam que o pneu triturado pode ser utilizado nas construções civis que não necessitam de certa resistência como, por exemplo, a

criação de blocos entornados de concreto simples, assentos para jardins, pontos de coletivos e postes para iluminação pública (ANDRADE, 2017).

Para a reutilização, reciclagem e recuperação de energética de resíduos de pneus adotam-se: a recauchutagem, a remodelação de pneus, o coprocessamento em forno de cimento, que usa xisto de pirobetuminoso, a pavimentação de asfalto de borracha, a queima de pneus em caldeiras, para engenharia civil, a desvulcanização e a construções de contenção geotécnica (VIANA, 2019).

#### 4.6 REUSO DO PNEU INSERVÍVEL

Segundo Novaes (2017), hodiernamente, mediante ao crescente problema que se tornou o destino final dos resíduos de pneus, algumas opções foram elaboradas para que esses resíduos possam ser reaproveitados como insumos para novos produtos ou usados para outros fins que não apenas o setor de transporte, assim, foi desenvolvido para apoiar o uso dessas novas tecnologias para os pneus.

Diante disso, é primordial ressaltar que o pneu, quando atinge seu ciclo de vida, pode ser dividido em reformável ou não reformável, sendo este um fator relacionado ao problema de reforma, reforma ou reconstrução de pneus, somente aqueles classificados como não reformados podem fazer a destinação final de pneus inservíveis.

Vale destacar que o mecanismo de reforma do pneu resume-se no prolongamento do ciclo de vida do mesmo, e por se tratar de uma ferramenta mais cara para os proprietários de automóveis, é muito trabalhoso encontrar uma alternativa a este serviço antes da substituição definitiva do objetivo.

Para Andrade (2017), o processo de reconstrução tem um grande subsídio para a redução do impacto relacionado à etapa de destinação final de pneus de automóveis, sendo que, em comparação com pneus novos, os reformados podem reduzir os custos de manutenção do veículo, utilizando o mínimo com estes pneus, e economizando insumos por meio de derivados do petróleo e da quantidade elétrica usados para fazer novos.

Alguns resíduos de pneus são triturados e separados de outros elementos os quais fazem parte de tal, principalmente do aço, e reciclados de diversas maneiras. Os produtos da borracha reutilizados incluem materiais de vedação, canos de chuva

e tapetes de automóveis (CIMINO, 2014). Assim, separa-se a borracha em categorias que são destinados à pavimentação de estradas, para a produção de asfalto de borracha que há muitos benefícios, e a maioria dos quais são queimados como combustíveis alternativos em fábricas de cimento.

Os autores Santos e Silva (2019) aponta que os gases produzidos pela pirólise podem ser utilizados como combustíveis, e o carvão como matéria-prima para a produção de carvão ativado. Esta gestão ambientalmente correta de resíduos de pneus visa dar prioridade ao uso de novas tecnologias de reaproveitamento e reciclagem, devido suas divergências ambientais.

Andrietta (2012) expõem que diversas outras formas de utilização ainda podem ser destacadas: a reciclagem em que as condições que permitem a aderência do pneu ao solo não podem apresentar cortes, alterações e bandagens, podendo ser recauchutado. No caso do processo de reciclagem, a trituração de pneus reduz até os resíduos triturados em pó fino. Logo, os pneus reciclados são empregados para agregar com asfalto para pavimentação de estradas e fábricas de cimento.

Por conseguinte, esta demanda dobrou muito a longevidade do asfalto, e os fabricantes de borracha asfáltica prometeram demais benefícios, como maior aderência e redução significativa do ruído de fricção. Segundo os fabricantes, o custo de mercado do asfalto de borracha é 30% superior ao do asfalto convencional, comprovando o investimento e enfatizando uma vida útil de até três vezes, dependendo das condições climáticas e do tráfego rodoviário (SANTOS; SILVA, 2019).

#### 4.7 REGENERAÇÃO

Segundo Lagarinhos (2011), outra condição relevante é a regeneração, que é um método de desvulcanização, no qual os pneus são triturados e subordinados a temperatura e pressão em autoclave rotativa. O autor ainda relata que os que os pneus inservíveis são cortados em fragmentos ou fissuras, que são transformados em pó de borracha durante o processo de retificação mecânica e apresentados por meio do método de separação de telas magnéticas e cilindros.

O autor Motta (2018) informa que essas suposições demonstram que a massa de borracha obtida nesse processo é triturado mecanicamente, aumentando

a viscosidade, e depois será comprimida, sendo que ao final desse processo o material atinge a forma de um pacote de borracha.

Nessa premissa, Lagarinhos (2011) mostrou que esse tipo de borracha pode ser empregue na elaboração de novos produtos de borracha com necessidade e execuções limitadas devido às suas propriedades mecânicas inferiores em relação à borracha original. Sendo que, este objeto aprimorado tem muitas utilizações, como cobertura de áreas de entretenimento e campos esportivos, tapetes de automóveis, câmaras de ar para pneus tradicionais ou diagonais, rodos de metais, tiras para a indústria de estofados, e demais usos.

## 5 NORMAS VIGENTES

Em relação a Lei 2594/2019, no Art. 1º Fica instituído no âmbito do Município de Porto Velho e Distritos o programa "ECO MÓVEL", para recolhimento e destinação de pneus inservíveis/inutilizados na região urbana, rural, periféricas e Distritos. Nos demais artigos da referida lei, seguem as disposições:

Art. 2º Os estabelecimentos comerciais do Município compreendidos por distribuidores, revendedores de pneus novos, usados e recauchutados, borracharias, prestadores de serviço e demais segmentos que manuseiam pneus inservíveis/inutilizados, ficam obrigados a possuir locais seguros para armazenamento dos referidos produtos até a coleta e destinação final, atendendo as normas técnicas e legislação em vigor no país.

Art. 3º Os pneus inservíveis deverão ser armazenados no estabelecimento de maneira ordenada e classificada de acordo com suas dimensões.

Art. 4º Os locais deverão ser:

- I - Compatíveis com volume e segurança do material armazenado;
- II - Cobertos e fechados de maneira a impedir o acúmulo de água;
- III - sinalizados corretamente alertando para os riscos do material armazenado.

Art. 5º Os estabelecimentos mencionados no caput do artigo 1º, deverão encaminhar e/ou entregar no final de cada mês os pneus armazenados à URPI (Utilidade de Recolhimento de Pneus Inservíveis "ECO-MÓVEL")

Parágrafo único. Os estabelecimentos elencados no caput do artigo 1º, ficam obrigados a apresentar à Secretaria Municipal de Saúde documentação comprobatória de destinação ambientalmente correta, caso não seja para o ECO-MÓVEL.

Art. 6º Os estabelecimentos ficam obrigados a sinalizar em pontos visíveis, colocando-se prontos a receber da população qualquer pneu inservível, para posteriormente encaminhá-los ao ECO-MÓVEL.

Art. 7º Enquanto os fabricantes, importadores ou órgãos nacionais de responsabilidade civil de pneus responsáveis pelo recolhimento ou recebimento de resíduos de pneus não tiverem um sistema de coleta e destinação ambientalmente adequado, a prefeitura pode fornecer locais suficientes para receber esses resíduos de pneus e dar-lhes uma destinação adequada.

Art. 8º Para a devida execução desta Lei, os órgãos administrativos atuarão em conjunto, por meio da secretaria responsável, no fornecimento de relatórios e acesso às pessoas listadas no parágrafo primeiro do art. 2º desta lei.

Art. 9º A prefeitura poderá instituir coligações com entidades não-governamentais, agregações, assembleias e organizações civis para o recolhimento e reutilização seletiva de pneus inutilizados e sua destinação correta.

Art. 10. Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação. (PORTO VELHO, 2010).

## 6 METODOLOGIA

A proposta deste trabalho se baseia em uma abordagem quanti-qualitativa, que se configura em um estudo de caso, que busca investigar a atual situação das ações realizadas para o gerenciamento de pneus “considerados” inservíveis com foco no município de Porto Velho estado de Rondônia. Para propor diretrizes para o gerenciamento de pneus inservíveis, foi realizado um estudo de caso seguindo os métodos propostos e detalhados nesse item, de acordo com as respectivas etapas.

### 6.1 ETAPA 1. Identificação dos agentes envolvidos e diagnóstico da gestão de resíduos de pneus inservíveis do município e empresas

Diagnóstico do objeto de estudo: foi realizado o levantamento de dados relativos à identificação de revendas, os distribuidores, os fabricantes e os ecopontos onde é feita a destinação final dos pneus inservíveis. Os dados foram coletados junto a Fercomércio, Secretaria Municipal do Meio Ambiente e o Ibama.

Trata-se de uma pesquisa exploratória, com abordagem quanti-qualitativa com base em questionário com perguntas fechadas, registro fotográfico e análise documental. Esta etapa foi desenvolvida com a realização de uma entrevista semiestruturada com o secretário da SEMA, sendo aplicado o questionário com as seguintes perguntas:

- a) na sua opinião, a destinação final dos pneus inservíveis está sendo adequada para o cumprimento das obrigações legais;
- b) você tem conhecimento sobre a Política Nacional de Resíduos;
- c) você tem conhecimento acerca de quem é a responsabilidade pela destinação final dos pneus inservíveis;
- d) existe um local de armazenamento para estes pneus? Se sim, qual a capacidade;
- e) você conhece algum programa de destinação adequada de pneus inservíveis? Se sim? Quais?
- f) e quais os impactos ambientais referentes ao gerenciamento de pneus inservíveis do município?

Em relação à quantificação e classificação dos pneus inservíveis, o montante foi mensurado através na análise documental da pesquisa mediante a um

questionário aplicado, no município de Porto Velho, através de visitas feitas a centros automotivos, distribuidores, comparando com os dados informados pela secretaria de meio ambiente, em que a classificação e caracterização dos pneus inservíveis foi através de amostras coletadas, levantamento *in loco* dos pneus depositados em locais irregulares.

Para diagnosticar os locais de disposição final dos pneus inservíveis foi realizado um levantamento junto a SEMA, Secretaria de Meio Ambiente, onde o secretário respondeu esses questionamentos sobre a destinação destes pneus. A efetuação desta etapa do estudo foi fundamentada pelas seguintes questões de pesquisa:

- a) quem faz a coleta dos resíduos de pneus inservíveis do município?
- b) onde os resíduos são depositados?
- c) qual a documentação que é gerada no processo de coleta e disposição final? verificação do documento recebido que comprova a quantidade mês e dia.
- d) qual é o agente/entidade que fiscaliza esse processo?
- e) quem é o agente responsável pela coleta de resíduos de pneus inservíveis? Respostas sugeridas: distribuidora, empresas varejistas e/ou empresas parceiras governo municipal de cada região.
- f) como é feita a coleta?
- g) como é feito o transporte? Foi feito um levantamento preliminar na Secretaria do Meio Ambiente em relação à forma de atuação da Prefeitura na questão dos resíduos sólidos urbanos e qual a estrutura de coleta de resíduos no Município.

6.2 ETAPA 2. Identificação das falhas de processo e oportunidades de melhoria com base nos requisitos para o atendimento das Resoluções do CONAMA nº 258/1999 e 416/2009.

Foi aplicado um questionário nas empresas distribuidoras e revendedoras de pneus que se transformaram em ecoponto de armazenamento dos pneus coletados com 15% dos envolvidos na pesquisa, assim como as autarquias do município de Porto Velho/RO. Em relação às perguntas do questionário, foram descritas assim:

- a) você já trocou os pneus do seu carro; quantos pneus novos são vendidos mensalmente?;
- b) ao colocar os pneus novos, o que você fez com os pneus velhos?;
- c) ao trocar os pneus, a loja que efetuou o serviço, lhe informou sobre a destinação final correta do pneu?;
- d) você conhece, ou já ouviu falar na Resolução CONAMA 416/2009?;
- e) você sabia que é possível utilizar o granulado do pneu inservível, para capeamento asfáltico, fabricação de tapetes, pisos industriais, solas de sapatos e dutos de águas pluviais?;
- f) ao fazer a troca de pneu, você informa ao cliente a situação da destinação final correta do pneu?;
- g) a empresa possui Ecoponto?;
- h) além dos pneus, a empresa também aceita recolher pneus inservíveis, os quais não tem relação com a venda de um pneu novo?;
- i) quantas empresas de Logística Reversa passam para recolher os pneus inservíveis na loja?.

### 6.3 ETAPA 3. Requisitos para o atendimento à legislação e proposição de diretrizes para o gerenciamento de resíduos de pneus inservíveis do município

Através de análise da resolução do CONAMA 416/2009 foram verificados os requisitos para o atendimento da legislação e proposição de diretrizes para o município tendo em conta o instrumento de logística reversa conforme preconiza a política nacional de resíduos sólidos.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste capítulo estão organizados conforme os subtítulos definidos abaixo. a) realizar um diagnóstico da situação atual do gerenciamento de pneus nas empresas do município; b) propor novas diretrizes para reciclagem de pneus inservíveis gerados na cidade de Porto Velho/RO com base nos resultados do diagnóstico e na legislação vigente. Iniciemos pela apresentação dos resultados que buscam descrever o diagnóstico da situação atual do pneu inservível do município de Porto Velho.

### 7.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DO PNEU INSERVÍVEL DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO

Verificou-se que no município de Porto Velho, aproximadamente 42% dos estabelecimentos pesquisados armazenam seus pneus inservíveis em locais cobertos e fechados, porém, 29% não possuem nenhum tipo de armazenamento dos pneus usados.

O município de Porto Velho/RO possui seis ecopontos, distribuídos nos municípios de Ariquemes, Ji-Paraná, Pimenta Bueno, Porto Velho, Rolim de Moura, Vilhena. A SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade) é quem realiza a fiscalização, para verificar se as empresas estão realizando o descarte de forma adequada, se caso não estiver fazendo o descarte dos pneumáticos inservíveis de forma correta, a empresa recebe notificações, multas e até perda do alvará.

Assim elencam-se as seguintes propostas de melhoria do diagnóstico atual do pneu inservível que foram a implantação no município de Porto Velho-RO.

Caberá à empresa parceira a coleta de pneus nas unidades geradoras elencada na SEMA, entrelaçando-os nos ecopontos de reciclagem, e informando mensalmente a quantidade existente à Secretaria como aspecto de subsidiar a tomada de convocação da coleta (BRUNETTO; PASSOS, 2015).

O monitoramento possuiu início no meante de 2010 através de uma coparticipação elencada entre a Prefeitura de Porto Velho e a ANIP. Para tanto, foram estruturados três blocos catalogados para monitorar a quantidade de pneus

coletados pela ANIP. Sendo que anteriormente, o galpão estava localizado na Vila Princesa.

Os fabricantes de pneus da cidade se agruparam para organizar e financiar a viabilidade de novos armazéns de acordo com os requisitos da logística reversa da Lei nº 12.305/10, a qual refere-se na relação de que cada agente terá a incumbência de fornecer um Ecoponto para armazenamento até que os pneus sejam devidamente descartados, assim como o antigo depósito da Vila Princesa.

Em 2013, a ANIP constituiu representante legal em Porto Velho, empresa do setor de transportes, já realizou coleta de pneus na cidade e se dispõe a reservar um galpão para recebimento de pneus.

Entre meados de 2014 e 2015, um novo acordo foi estipulado entre a ANIP, a transportadora e a SEMA, no qual a ANIP cobrirá todo o descolamento fora do estado, e a transportadora irá receber os pneus que serão coletados dos consumidores finais de maneira gratuita em locais definidos, e a SEMA teria que monitorar a quantidade de pneus, fiscalizar, licenciar e realizar educação ambiental sobre a temática (SEMA, 2015).

Com o término do convênio, a coleta de pneus continuou, enquanto a SEMA realizava especificamente as inspeções e fiscalizações e formulava documentos para asseverar que o município entenda o processo em questão. Concernindo a ANIP como única responsável por caminhões com uma estipulada quantidade de pneus do país. Portanto, os autores afirmam que é plausível ponderar a capacidade de pneus produzidos por Porto Velho e coletados pela ANIP.

Nessa perspectiva, os autores esclareceram que, assim como os três blocos de matrícula catalogados juntamente com os ofícios, somente garantem que a SEMA saiba a quantidade de pneus produzidos por Porto Velho recolhidos pela ANIP. De acordo com alguns autores, torna-se essencial expandir a fiscalização das entidades que descartam pneus de outras formas, o que já consta no Relatório de Monitoramento Ambiental (RMA) apresentado na licença (SANTOS; GUIMARÃES, 2021).

Andrieta (2012) destacou que cada transporte irá gerar um número de convênio, que hodiernamente é encaminhado à SEMA para acompanhamento e fiscalização. E cada vez que RECICLANIP libera um número, o servidor SEMA irá ao lugar de carga para monitorá-la para evitar danos ao meio ambiente.

Segundo Santos et al. (2016), as instituições de pneus que passaram a compor parte da RECICLANIP são Bridgestone, Goodyear, Michelin, Pirelli, Continental e Dunlop, que são algumas das maiores fabricantes de pneus. Todavia, a ANIP e suas atividades são monitoradas, sendo que em novembro de 2018, a quantidade de pneus produzidos em Porto Velho e descartados de forma ambientalmente correta era de 1.593 toneladas.

A empresa Ecopneu Reciclagem de Pneus Ltda, é a responsável pela coleta de resíduos não-perigosos, sendo quem realiza o transporte dos pneus inservíveis é a transportadora Transfran Logística – Eireli, esse transportador realizar o transporte remunerado de cargas, situada na Rua N, Bairro: Dist. Industrial, CEP: 78098-420 localizada na cidade de Cuiabá-MT (BERTOLLO, 2017).

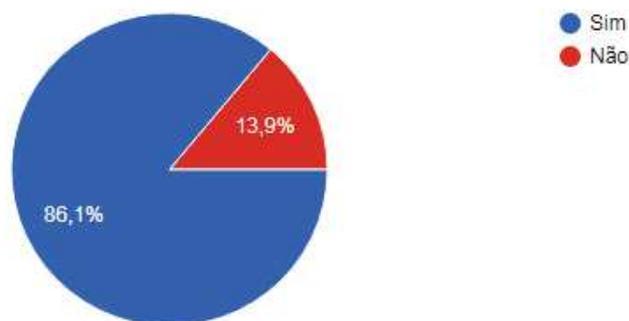
O interesse e o conhecimento das empresas que trabalham com pneu inservível em Porto Velho/RO, principalmente em relação à destinação que é dada ao pneu, bem como avaliar se os representantes têm a prática de impor a legislação da logística reversa aplicada no descarte de pneus inservíveis.

Foram expostos os aspectos mais significativos do caso em estudo, no que se refere no Gráfico 1 sobre a quantidade de indivíduos que trocaram mensalmente os pneus nas empresas abordadas na pesquisa, observa-se que 86,1% já realizaram a troca de pneus do automóvel e 13,9% não fizeram essa devida troca.

Gráfico 1 - Quantidade de indivíduos que trocaram mensalmente os pneus nas empresas abordadas na pesquisa

1. Você já trocou os pneus do seu carro?

158 respostas



Fonte: O autor.

Na opinião dos consumidores sobre pneus inservíveis, os entrevistados disseram que acham que os tais ainda não entendem o conteúdo dos regulamentos da PNRS, isto é, suas incumbências e compromissos para efetuarem a troca em distribuidores ou varejistas, onde ocorreu a compra ou não.

Em relação ao Gráfico 1, ele apresenta os resultados obtidos em relação à troca de pneus. Nota-se o aumento da substituição de pneus usados pelos consumidores, porém, existe uma grande proporção de consumidores que adquirem pneus novos e não devolvem os usados, o que os entrevistados acreditam que isso pode ser devido à problemática relatada.

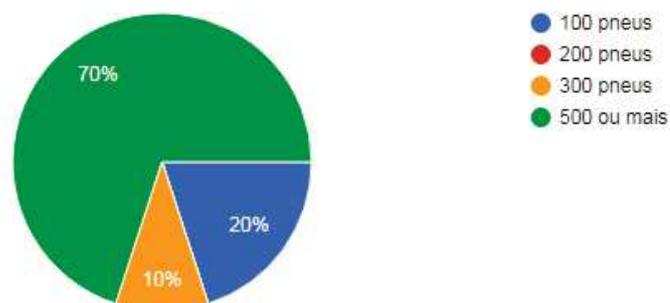
Oliveira et al. (2017) afirma que, devido às quantidades serem pequenas, muitas vezes ocorre a comercialização desses pneus no mercado informal para borracheiros em oficinas de pequeno porte.

No Gráfico 2, em relação a quantos pneus novos são vendidos mensalmente nas empresas pesquisadas como a Fox Pneus, Pemaza, Rondobras, GP2 e TRUCK Center todas no ramo automobilísticos e autopeças, na quantidade de 500 ou mais pneus vendidos mensalmente têm-se um percentual de 70%, e de 100 pneus para venda obtêm-se um percentual de 20% e 300 pneus vendidos mensal obtêm-se 10%.

Gráfico 2 - Quantidade de pneus novos vendidos mensalmente

Quantos Pneus novos é vendido Mensalmente?

10 respostas



Fonte: O autor.

Participaram da pesquisa 10 empresas e 158 consumidores, a Tabela 1 mostra um contraste em relação aos pneus inservíveis recolhidos nas empresas que foram pesquisadas, com 55,9% a empresa Rondobrás Pneus destinou uma

quantidade de 401 pneus inservíveis, com um percentual de 32,5% a empresa Fox Pneus com 294 pneus inservíveis e 11,6% a Amazon Pneus com a quantidade de 114 pneus.

Tabela 1 - Destinação de pneumáticos inservíveis

<b>Empresa</b>	<b>Quantidade</b>	<b>(%)</b>
Fox Pneus	294	32,5%
Amazon Pneus	114	11,6%
Rondobrás Pneus	401	55,9%
<b>Total</b>	<b>809</b>	<b>100%</b>

Fonte: O autor.

O resultado da Tabela 1 mostra que o recolhimento de pneus inservíveis é repassado para os revendedores, a partir do momento em que o cliente deixa o pneu velho na loja, enquanto compra um novo.

Albuquerque et al. (2015) descrevem em seu estudo que, na maioria dos casos, há um registro de quantos pneus velhos são coletados e designados ao descarte.

Para Brunetto e Passos (2015), o descarte dos pneus velhos é feito por meio de envio para as áreas que realizam coletas que geralmente é através de um caminhão da própria empresa, que efetua o procedimento da retirada de materiais duas vezes por mês.

A empresa transportadora Transfran Logística – Eireli, realizou a destinação correta dos pneus inservíveis no mês de maio com uma quantidade de 122.400 toneladas de pneus inservíveis, no mês de agosto 77.270 toneladas, no mês de setembro um valor de 64.670 toneladas e o mês de outubro com 69.330 toneladas de carregamento dos pneus inservíveis (SANTOS et al., 2017). Sim, correto referentes aos pneus.

Nesse contexto, a empresa Ecopneu é responsável por gerenciar este serviço, enviando mensalmente carretas para as distribuidoras e varejistas em Porto Velho/RO. O controle de recebimento e destinação é realizado por meio do cadastro técnico federal com periodicidade semestral e anual (SANTOS; GUIMARÃES, 2021).

Novaes (2017) enfatiza que, nas visitas aos revendedores de pneus e pequenas lojas de comercialização, se pode constatar que estas empresas estão oferecendo o serviço de coleta de pneus inservíveis e que possuem locais específicos para armazenamento destes.

Portanto, Santos e Silva (2019) destacaram que isso é importante para a destinação correta de resíduos de pneus, visto que a Resolução Conama nº 416/2009 estipula que para cada pneu novo vendido para o comércio de restituição, a empresa operaria ou importadora precisa destinar adequadamente dos resíduos de pneus.

Para Luz e Durante (2013), os clientes carecem de informações sobre o plano de logística reversa ofertado pela empresa, o que muitas vezes leva ao manuseio indevido por parte do mesmo.

Diante disso, a empresa que faz o descarte de pneus usados deve informar o CNPJ da empresa de sua preferência, ou seja, fabricante ou importador e o destino a ser processado (VIANA, 2019).

À vista disso, para Fonseca et al. (2017), torna-se importante especificar a quantidade em quilogramas e o tipo de destino a ser utilizado. Logo, o processo de vinculação de informações permite que as empresas acompanhem a evolução de seus objetivos de destino e se são corretamente alcançados.

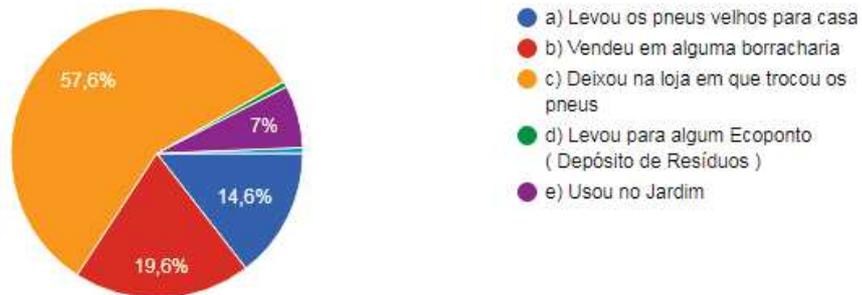
Contudo, os distribuidores de pneus dos fabricantes das marcas nacionais Goodyear e Pirelli são adeptos ao sistema de coleta da Reciclanip (ANDRADE, 2017). Assim, este sistema é considerado o maior sistema logístico de destinação de pneus no Brasil, existe desde 2007 sendo executado pela ANIP. Os pneus inservíveis são coletados dos clientes pessoas físicas ou jurídicas e transportados até o ecoponto, que é o local de coleta e armazenagem (LEITE, 2019).

De acordo com o Gráfico 3, um percentual de 57,6% dos entrevistados relatou que deixaram os pneus inservíveis na loja em que trocou os pneus, 19,6% afirmaram que venderam em alguma borracharia, 14,6% levaram os pneus para suas residências e 7% utilizam os pneus em seus jardins.

### Gráfico 3 - Informes da taxa dos sujeitos que realizaram maneiras de descartes dos pneus velhos

2. Ao colocar os pneus novos, o que você fez com os pneus velhos?

158 respostas



Fonte: O autor.

Luz e Durante (2013) demonstraram em sua pesquisa que os indivíduos acreditam que se deve à ocorrência de clientes retirarem pneus de outros locais ou mesmo trazendo pneus de outros locais para troca.

No estudo de Albuquerque et al. (2015), da quantidade de pneus relacionados à troca, cerca de 59% dos pneus foram descartados em revendas e oficinas mecânicas, e esses pneus são definidos pelas empresas entrevistadas como sendo inúteis.

Freitas e Nóbrega (2017) apresentaram que, quando o cliente substitui pneus velhos por novos, pode deixá-los na empresa para o destino final ou levá-los para casa, portanto, se optarem por deixar os pneus na entidade, devem incluí-los na fatura. E conseqüentemente, os pneus usados são deixados no estabelecimento para destinação final. Mas caso opte por levá-los para casa, na nota fiscal é obrigatório incluir o ponto de coleta mais próximo do destino final.

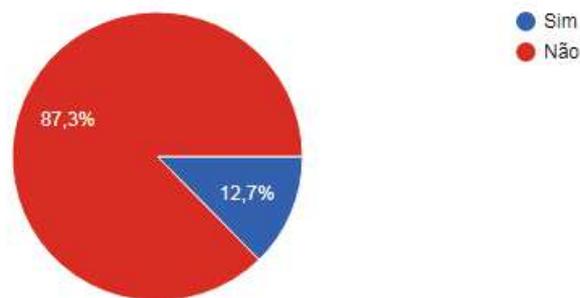
Com base nos desfechos da pesquisa, os participantes informaram que os pneus usados são admitidos na empresa e armazenados no depósito, com dimensões diferentes em relação à procura de produtos e o espaço físico da organização. Todavia, nas lojas que foram abordadas as pesquisas, confirma-se que os caminhões coletam esses resíduos uma ou duas vezes por mês e os transportam até o ponto de coleta.

Em relação ao Gráfico 4, verifica-se que os entrevistados relataram que 87,3% que a loja informou sobre o descarte correto dos pneus e 12,7% não informaram. O resultado deste gráfico mostra que a maioria dos participantes referem que a loja não informou sobre a destinação correta dos pneus usados.

Gráfico 4 - Demonstração da taxa de informações sobre o descarte adequado ofertadas pelas empresas que realizaram as trocas de pneus para os indivíduos da pesquisa

3. Ao trocar os pneus, a loja que efetuou o serviço, lhe informou sobre o descarte correto do pneu?

158 respostas



Fonte: O autor.

Além disso, Diniz (2014) destacou que o descarte adequado dos pneus é fundamental para asseverar a proteção do meio ambiente, sendo que o pneu se tornará inutilizável, no caso, quando não tiver mais a função correspondida, o correto é encaminhá-lo para um lugar determinado para impedir obstrução da rede de esgoto, o que leva a enchentes e poluição de rios, acúmulo de aterros, principalmente mosquitos causadores da dengue.

Aguiar e Furtado (2010) acrescenta que para desprezar pneus usados de forma adequada há algumas alternativas, como reutilizar pneus para a fabricação de vasos, móveis ou reaproveitar itens, ou aplicar a logística reversa e devolver os pneus antes da compra para o fornecedor encaminhar para o destino final.

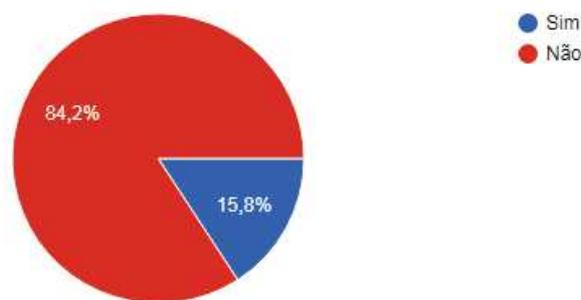
Portanto, Andrade (2017) apontou que ao aumentar o número de pneus usados no país, antagonicamente alcançaram alocar a quantidade necessária e se apresentar ao comércio como uma instituição voltada para a ecologia sem os custos de coleta da empresa fabricante.

Visualiza-se no Gráfico 5 que o percentual de 84,2% dos participantes relatou que conhecem ou já ouviram falar na Resolução Conama 416/2009 sobre Logística Reversa de Pneus Inservíveis e 15,8% não souberam responder.

Gráfico 5 - Verificação da porcentagem de indivíduos que conhecem a Resolução Conama 416/2009 sobre logística reversa de pneus inservíveis

4. Você conhece, ou já ouviu falar na Resolução Conama 416/2009 sobre logística Reversa de pneus inservíveis?

158 respostas



Fonte: O autor.

Os fabricantes e importadores são obrigados a implementarem procedimentos de coleta de resíduos de pneus em conjunto com distribuidores, transportadores, consumidores finais de pneus e governo.

No que diz respeito à armazenagem de pneus usados, a Resolução CONAMA 416/2009 estipula que os pneus não deveriam ser alocados ou queimados a céu aberto e, por fim, dispostos em corpos d'água descobertos ou pântanos e aterros sanitários. Além disso, de acordo com a resolução, o armazenamento de pneus tem que ofertar as situações favoráveis para evitar danos ao meio ambiente e à saúde da população (ANDRADE, 2017).

À vista disso, Freitas e Nóbrega (2017) enfatiza que é recomendável não acumular pneus múltiplos em uma armazenagem temporária. Isso deve ser feito em um ambiente coberto, protegido de fatores naturais e nunca incendiados.

Segundo Scagliusi (2016), a coleta no exterior da empresa, pode-se verificar que as instituições entrevistadas realizam o transporte de seus resíduos para diferentes locais.

Dessa forma, Sampaio (2016) frisa que o controle da destinação de pneus é realizado através do sistema de Cadastro Técnico Federal do IBAMA, o qual é alimentado pelos importadores clientes da destinadora a relação entre a quantidade de pneus novos importados e vendidos. Os importadores possuem saldos e metas de destinação conforme a resolução normativa nº 416/2009 do CONAMA.

Os distribuidores têm a responsabilidade de coleta e destinação final dos pneus destes estabelecimentos comerciais. Algumas empresas buscam conscientizar os clientes sobre os riscos dos pneus inservíveis, enquanto outras não recebem os pneus usados (ANDRADE, 2017).

O artigo 8º estipula que os fabricantes têm a obrigação de estabelecer um ponto de coleta de pneus para cada 100.000 residentes, no artigo 9º, as empresas de pneus são obrigadas a recolher provisoriamente pneus inutilizáveis e, de acordo com o artigo 10, os mesmos não podem ser armazenados ao ar livre. No artigo 15, é proibida a destinação final de pneus no meio ambiente, como descarte ou liberação em corpos d'água, terrenos abertos ou pântanos, aterros sanitários e carbonizados ao ar livre.

Os pneus estão sendo armazenados em locais específicos cobertos nas instalações comerciais até destinação final para prefeitura, Reciclanip ou comércio informal. Existem oficinas de pequeno porte que têm a prática de comprar pneus usados, entretanto, constata-se a necessidade de adoção de uma análise mais técnica em relação às reais condições de reusos destes pneus para que não proporcionem riscos inerentes à vida das pessoas (LEITE, 2019).

Em relação à coleta de resíduos de pneus, por meio das colaborações e associações, a Reciclanip é incumbida pela coordenação da logística para a saída de resíduos de pneus dos pontos de coleta e destinação ecologicamente correta de tais materiais fornecidos pelas entidades homologadas pelo órgão de proteção ambiental competente e o Ibama (RECICLANIP, 2016).

Nesse íterim, Santos et al. (2017) enfatiza que, apesar das empresas conhecerem a lei de PNRS, não existe o hábito de realizar o descarte apropriado. Observou-se que em muitos locais visitados havia “depósitos” de pneus inservíveis irregulares.

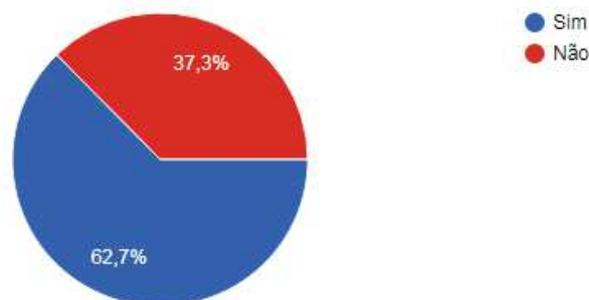
O Gráfico 6 evidencia que as respostas obtidas através da sexta questão, mostrando que 62,7% dos participantes responderam que sabiam que é possível

utilizar o granulado do pneu inservível, para capeamento asfáltico, fabricação de tapetes, pisos industriais, solas de sapato e dutos de águas pluviais, e 37,3% não sabem sobre a utilização dos pneus inservíveis nesses itens.

Gráfico 6 - Quantidade de pessoas que conhecem o sistema de processamento do granulado de pneu reversível para capeamento asfáltico, fabricação de tapetes, pisos industriais, solas de sapatos, e dutos de águas pluviais

Você sabia que é possível utilizar o granulado do pneu inservível, para capeamento asfáltico, fabricação de tapetes, pisos industriais, solas de sapatos e dutos de águas pluviais?

158 respostas



Fonte: O autor.

Conforme a literatura, a técnica envolve essencialmente a incorporação da borracha do pneu na massa asfáltica, que será aplicada no processo de elaboração do mesmo. Segundo Lacerda (2015), na reforma de estradas, o método também reaproveita o pavimento em reparo, o qual é demolido e organizado nos instrumentos que servem de suporte para o novo asfalto.

Nesse caso, Motta (2018) evidenciou que esses pneus estão sendo descartados em campos, terrenos baldios, aterros, beira de estradas, córregos ou queimados ao ar livre atualmente, sendo que a composição da borracha produz poluentes para o meio ambiente.

Conforme Sampaio (2016), em dados lugares, certos pneus têm sido reaproveitados como matéria-prima para a edificações para a criação de espécies marinhas ou para a fabricação de tatames e tapetes de carros.

A Figura 2 retrata sobre o granulado de pneu inservível que a característica das partículas de resíduos de pneus é geralmente uma porção de borracha do material, que é usado para geração energética em fornos de cimento. Normalmente,

o tamanho dos fragmentos de pneus inservíveis é de duas polegadas, mas outros formatos são possíveis, conforme o emprego (LACERDA, 2015).

Figura 3 - Granulado de Pneu inservível



Fonte: O autor.

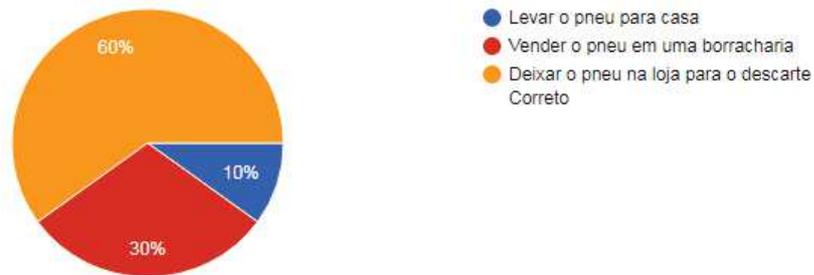
Em relação ao Gráfico 7, as empresas relataram que 60% dos clientes deixam os pneus na loja para a destinação correta, 30% vendem o pneu para uma borracharia e 10% levam o pneu para casa.

Gráfico 7 - Taxa de informações ofertadas ao cliente a respeito da situação do descarte correto de pneus e as principais escolhas para os mesmos

Ao fazer a troca do pneu, você informa ao cliente a situação do descarte correto do pneu, e quais são as principais escolhas dos clientes?



10 |



Fonte: O autor.

Em relação à quantidade de pneus deixados nas lojas para a reciclagem final, todos os participantes afirmaram que podem controlar a quantidade de pneus de clientes que ficam na loja e o número de entregas até o destino correto (LEITE, 2019).

Da mesma forma, todas as instituições têm lugares de armazenagem para esse material. Oliveira et al. (2017) determinaram que o processo de descarte de resíduos é realizado principalmente pela oficina de pneus que paga a taxa de remoção.

Portanto, o percentual de clientes que consentem em deixar os pneus nas empresas ao trocar para novos é aproximadamente 60%, equivalendo-se na maior parte deles estarem sendo vendidos para reformadoras como principal destino.

Na visão de Andrieta (2012), os reparadores de pneus que comercializam pneus de meia-vida ou substituem pneus novos que costumam ser trocados pelos proprietários de automóveis, precisam encaminhar os pneus usados até o ponto de coleta, para que tenham a organização da reciclagem e coleta no local.

De acordo com o Gráfico 8, as empresas relataram que 60% não possuem Ecopontos, guardam no armazém com os demais materiais, 20% relatam que sim, possui ecopontos e aceitam pneus da sociedade, e por fim 20% possui os ecopontos mais não aceita pneus que não sejam trocados pela empresa.

### Gráfico 8 - Quantidade de empresas que possuem Ecoponto e recolhimento de pneus reversíveis e que não tem relação com a venda de pneus novos

A empresa possui Ecoponto, além dos seus pneus, a empresa também aceita recolher pneu inservível, os quais não tem relação com a venda de um pneu novo?

10 respostas



Fonte: O autor.

Os resultados demonstram que embora exista a implantação dos ecopontos, a empresa ainda não consegue recolher a quantidade esperada de pneus. Conforme a ANIP, a complexidade é devido aos empregos que os indivíduos disponibilizam para os pneus usados, e o Ibama não realiza o reconhecimento.

Para Lacerda (2015), os pneus inservíveis são coletados dos clientes pessoas físicas ou jurídicas e transportados até o ecoponto, que é o local de coleta e armazenagem. Assim, no momento da substituição do pneu o cliente tem a opção de deixá-lo de forma voluntária e não remunerada, ou providenciar outra destinação final específica.

Morais (2019) descreve que os distribuidores têm a responsabilidade de coleta e destinação final dos pneus destes estabelecimentos comerciais. Algumas empresas buscam conscientizar os seus clientes sobre os riscos dos pneus inservíveis, enquanto outras não recebem os pneus usados.

Diante disso, Monteiro e Mainier (2018) apontam que devido às quantidades serem pequenas, muitas vezes ocorre a comercialização desses pneus no mercado informal para borracheiros em oficinas de pequeno porte. Os pneus estão sendo armazenados em locais específicos cobertos nas instalações comerciais até destinação final para prefeitura, reciclanip ou comércio informal.

Portanto, o comércio informal na cidade de Porto Velho é composto por borracheiros e empresas que comercializam por preço mais barato pneus usados,

desta forma, podem proporcionar sérios riscos no deslocamento de seus clientes finais (SANTOS; GUIMARÃES, 2021).

Existem oficinas de pequeno porte que têm a prática de comprar pneus usados, entretanto, constata-se a necessidade de adoção de uma análise mais técnica em relação às reais condições de reusos destes pneus para que não proporcionem riscos inerentes à vida das pessoas (NOGUEIRA, 2012).

Por isso, esses usos prolongarão a vida útil dos pneus usados e evitarão seu descarte final. Por motivos de exigências legislativas, as instituições de comércio, as importadoras e as distribuidoras são incumbidas a destinar adequadamente os resíduos de pneus em cidades com uma população de mais de 100.000 em pontos de coleta, e os fabricantes e importadores devem instalá-los compulsoriamente para atender a essa exigência da legislação, assim, a Reciclanip elaborou os determinados Ecopontos (SEHN, 2012).

Os Ecopontos são lugares cedidos pela prefeitura, onde são retirados os pneus recolhidos pela limpeza pública municipal, sendo também fornecidos prontamente por reparadores, reformadores, e empresas de vendas de pneus. Esses pontos de recolhimento têm padrões de segurança e saneamento, e o revestimento pode impedir que os pneus sejam ostensivos aos fatores da natureza (SAMPAIO, 2016).

Destarte, ao atingir o número de 2.000 pneus de passageiros ou 300 pneus de caminhões, e demais, a Reciclanip coleta os pneus armazenados em Ecopontos, e desenvolve metas de proteção ambiental adequadas para empresas que obtiveram a aprovação do órgão competente e do IBAMA (LEITE, 2019).

O grande entrave do processo de recolhimento de pneus inservíveis na cidade verificado nas entrevistas é o mercado informal, o qual os clientes os julgam ainda em condições comerciais, enquanto já ocorreu desgaste superior às condições de reuso (ANDRADE, 2017).

No estudo de Morais (2019), observou-se também que as fiscalizações por parte dos órgãos de licenciamento e defesa dos interesses públicos ocorrem esporadicamente com base em denúncias.

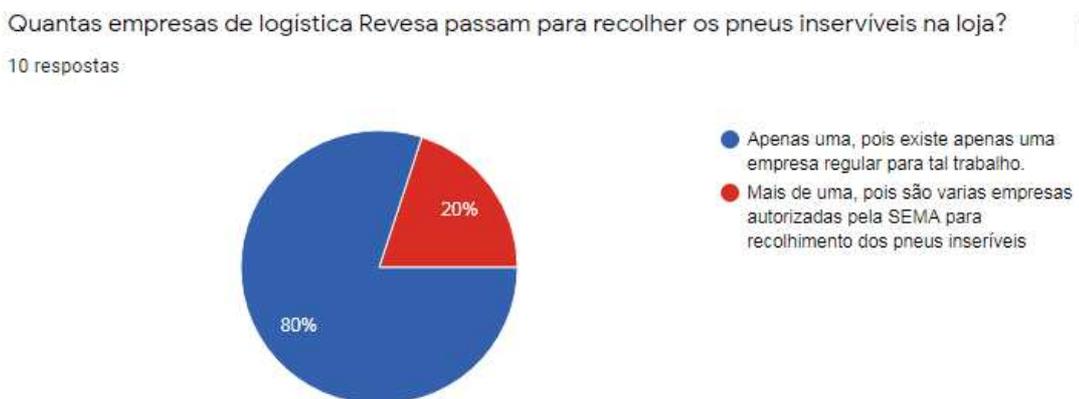
Pode-se constatar que dificilmente os pequenos comerciantes adotam um controle com a relação entre pneus novos vendidos e pneus velhos inservíveis, enfatizando os aspectos lucrativos e não os ambientais (VIANA, 2019).

Portanto, é quase inexistente a fiscalização por órgãos ambientais sobre o armazenamento e a destinação de pneumáticos a esses pequenos comerciantes. É importante ressaltar que os pneus com defeito de fabricação, não tendo condições de uso, são encaminhados para o processo reverso do próprio fabricante através recall (SANTOS et al., 2017).

Logo, as entidades de triagem devem classificar os pneus como utilizáveis ou sucateados, despachando notas fiscais para envio de resíduos de pneus em pontos de coleta ou destinos finais e notas fiscais para venda como pneus de meia-vida ou empresas de restauração.

Em relação ao Gráfico 9, as empresas relataram que 80% uma empresa passa para recolher os pneus inservíveis na loja, pois existe apenas uma empresa regular para o recolhimento dos pneus e 20% afirmam que há mais de uma, pois são várias empresas autorizadas pela SEMA para o recolhimento dos pneus inservíveis.

Gráfico 9 - Quantidade de empresas que realizam Logística Reversa e que recolhem os pneus inservíveis nas lojas de vendas



Fonte: O autor.

Na cidade de Porto Velho/RO apenas a empresa Ecopneus é responsável por gerenciar este serviço, enviando mensalmente carretas para as distribuidoras e varejistas em Porto Velho/RO.

Mediante ao exposto, o controle de recebimento e destinação são realizados por meio do cadastro técnico federal com periodicidade semestral e anual. Nas visitas aos revendedores de pneus e pequenas lojas de comercialização se pode constatar que estas empresas estão oferecendo o serviço de coleta de pneus

inservíveis e que possuem locais específicos para armazenamento destes (SAMPAIO, 2016).

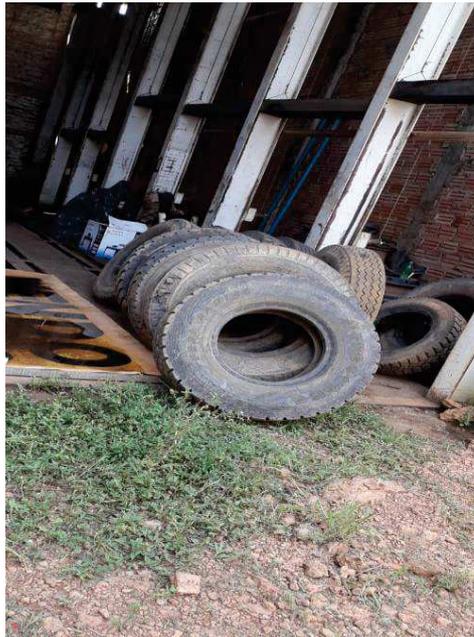
Motta (2018) afirmam que quem realiza o transporte dos pneus inservíveis é a transportadora Transfran Logística – Eireli, esse transportador está apto a realizar o transporte remunerado de cargas, situada na Rua N, Bairro: Dist. Industrial, CEP: 78098-420 localizada na cidade de Cuiabá-MT.

De acordo com Santos et al. (2016), é necessário que as prefeituras e os órgãos de proteção ambiental fortaleçam as fiscalizações, pois ainda há muitas entidades que não descartam adequadamente os pneus, direcionando para aterros sanitários, ou mesmo deixando ao ar livre. Assim, devido à falta de inspeção e à utilização dessas empresas em mercados paralelos, a logística reversa não funciona.

Para entender melhor os possíveis motivos dessa falta de conscientização, os entrevistados consentem que o consumidor não tem compromisso ambiental, e além dessa problemática, muitos procuram arrecadar fundos com a venda desses pneus a certos destinatários que os utilizam para artesanato.

Nas Figuras 4 e 5, verificou-se que o gerenciamento de armazenamento dos pneus inservíveis e em processamento possui falhas estruturais. Visualizou-se que os pneus se encontram amontoados e sem uma organização mínima em condições inseguras. No armazém não existe proteção contra incêndios, o que demonstra um perigo para a comunidade próxima à destinadora, pois os pneumáticos apresentam alto poder.

Figura 4 - Pneus inservíveis amontoados no galpão



Fonte: O autor.

Figura 5 - Galpão com pneus inservíveis amontoados



Fonte: O autor.

De acordo com Deitos (2015), a determinação do descarte incorreto de pneus trata-se de um problema cada vez mais grave, que se torna mais crítico à medida que o número de veículos aumenta significativamente. Devido à gravidade dos danos causados por este material, uma solução adequada está se tornando cada vez mais urgente.

A taxa de destinação é diretamente afetada por planos elaborados pelos fabricantes e importadores de pneus, assim, ocasionando no pragmatismo de facilitar a devolução da mercadoria após sua vida útil. O plano principal para essa

finalidade é o projeto da ANIP, alcunhado como Reciclanip, uma organização que foi elaborada para atender às exigências legais e que estabeleceu uma parceria com toda a prefeitura brasileira para dispor de um local denominado ecopontos, no caso, são pontos ecológicos com a finalidade de receber resíduos de pneus produzidos em seu território (CIMINO, 2014).

Nessa cooperação, a Reciclanip é responsável pela coleta de pneus nos ecopontos e pela disponibilização de seus destinos, tornando-se uma entidade que vem cumprindo com sucesso essa função há muitos anos, superando principalmente os destinos nacionais dispostos pelas empresas que custearam a tal (FORTES et al., 2018).

Gardin, Figueiró e Nascimento (2015) acredita que a dificuldade de o pneu chegar corretamente ao destino final está na escala do município, pois muitos sabem que a responsabilidade da logística reversa dos resíduos de pneus é única e exclusiva do fabricante. Certas prefeituras instituem contrato com a Reciclanip, porém, não traçam nenhuma providência além da disponibilização de lixeiras, nem controlaram a geração dessas responsabilidades em seus territórios.

A pesquisa de Gomes, Lima e Lima (2013) constataram que um dos motivos do descarte indevido é a falta de publicidade efetiva, que deve ser veiculada por meio de campanhas contínuas, outdoors, folders, rádio, televisão e mídias sociais ao longo do ano. Quando os proprietários de automóveis trocam os pneus, os revendedores ou distribuidores aquiescem de alguma forma, que os pneus inapropriados têm valor agregado resultando na recusa de deixá-los nesses locais.

Chaves e Batalha (2016), enfatizaram que a informação e o preparo dos usuários são capazes de formar uma compreensão de contribuições, atuação ativa no processo de coleta, doando pneus para a loja da concessionária que acompanhe a destinação correta dos pneus até o ponto de coleta Reciclanip.

Essas campanhas contínuas de educação ambiental forem executadas em empresas, comunidades e campos políticos, com foco nas melhores formas de uso e destinação de pneus, ocasionará um balanço positivo para as futuras gerações na esfera da educação ecológica (CHAVES; BATALHA, 2016).

Do ponto de vista dos autores, permitir que o consumidor substitua pneus usados por pneus novos e depois permaneça na loja deve trazer alguns benefícios, pois eles acreditam que o produto tem certo valor. Tais benefícios podem ser

considerados como forma de descontos na aquisição de pneus novos, incentivo à reciclagem com a participação de importadores e fabricantes, em outras palavras, medidas de incentivo ao descarte adequado (DINIZ, 2014).

Segundo Leite (2019), uma rede de logística voltada para pneus inservíveis sucederá em um fluxo contínuo, no qual consumidores, importadores, revendedores, reparadores de pneus e entidades de fabricantes atuarão na coleta e armazenamento dos pneus usados. Em contraste com a situação real encontrada no município, onde apenas algumas empresas descartam seus pneus no ecoponto da Reciclanip, em detrimento aos que fazem de forma inapropriada.

A autora enuncia que a instalação de mais pontos de coleta intermediários ao ecoponto da Reciclanip, em lugares estratégicos e de fácil acesso, melhorando o recolhimento deste material a fim de facilitar a participação da população, que muitas vezes usa como argumento a dificuldade de encontrar lugares corretos para deixar seus pneus inservíveis em pontos apropriados (MAGALHÃES, 2016).

Logo, uma solução viável seria a implantação desses ecopontos intermediários pela cidade, em lugares estratégicos e de fácil acesso, melhorando o recolhimento desse material, por exemplo, em faculdades por se tratar de pontos de grande aglomeração de carros, conseqüentemente de pessoas usuárias de condução com rodas e que serviriam também de pontos de divulgação das campanhas de coleta.

As recomendações da SEMA em relação aos pneus inservíveis devem ser realizadas por fabricantes, importadores, recicladores e/ou coprocessadores de pneus compromissados em implantar programa de responsabilidade pós-consumo (logística reversa), indicando conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a destinação final ambientalmente adequada de pneus inservíveis.

Motta (2018) especificam que esses locais devem ter as áreas cobertas para conter esse material, e que não tenham o menor risco de se transformarem em criadouros de insetos como são vistos nos ecopontos de coletas existentes nas cidades, devido à falta de um suporte de cobertura para mantê-lo, acarretando a proliferação de insetos, como os mosquitos que são vetores de doenças.

Segundo Novaes (2017), determinadas empresas tentam conscientizar os clientes sobre os riscos dos pneus usados, enquanto as demais não aceitam velhos

pneus. Devido à pequena quantidade, esses pneus costumam ser vendidos no mercado informal para reparadores de pneus em pequenas oficinas.

Os autores evidenciam-se que, na maioria das pequenas empresas visitadas, utilizava-se o serviço de descarte ofertado pela prefeitura através da Administração das Zoonoses. De acordo com Santos e Guimarães (2021), a condutora dos resíduos de pneus encaminha para um Ecoponto maior administrado pela secretaria, que recebe todos os resíduos de pneus em Porto Velho.

Porém, se a capacidade máxima do caminhão for suficiente, o mesmo chegará ao seu destino final, na Reciclanip, local em que os pneus inservíveis serão utilizados como insumos para outros processos de produção (SAMPAIO, 2016).

Além disso, no que diz respeito à Lei Municipal, as empresas que comercializam pneus são obrigadas a colocar placas em locais bem visíveis, e se empenhar em comunicar e educar os consumidores sobre os efeitos negativos do manuseio incorreto dos pneus, isto significa, a respeito do impacto à saúde e o meio ambiente (ANDRADE, 2017).

Em consonância com a resolução do CONAMA, a empresa tem que ser cumpridora acerca da implantação da logística reversa de resíduos de pneus, e estabelecer uma relação de descarte com o objetivo na destinação final com os agentes competentes.

Contudo, mesmo com a legislação existente, e conjecturando que antes da Lei nº 12.305/2010 na qual determina a “Política Nacional de Resíduos Sólidos”, o aterro sanitário municipal prestava serviço de coleta de destino final dos resíduos, diante disso a prefeitura manteve o atendimento, modificando apenas o foco no combate aos vetores da dengue e outras patogenias.

No entanto, é preciso fazer mais divulgações ao público por meio da mídia especializada para conscientizar a população sobre a importância dos serviços de cobrança prestados e ao mesmo tempo, atentar para os danos cometidos pelos pneus ao meio ambiente (CONAMA, 2009).

As empresas destinadoras têm como regra básica a resolução normativa nº 416/2009 do CONAMA, que tem como premissa aos fabricantes e importadores a relação pneus novos e suas metas de destinação. Essa relação consiste que a cada três pneus novos, dois devem ter destinação adequada, considerando-se o percentual de desgaste de 30%.

Por esse motivo, a resolução exige que as entidades e importadoras de pneus novos com peso superior a 2 quilos por unidade colem e, por fim, descartem seus resíduos ao final de sua vida útil. A apuração do peso do pneu leva em conta a equivalência de 30% da condição de desgaste (MOTTA, 2018).

A Resolução nº 416/2009 é um procedimento técnico para remover as características morfológicas originais do pneu e para reaproveitar, reciclar ou reprocessar os elementos constituintes do tal por meio de tecnologia aprovada por órgão vigente. Os departamentos competentes dos órgãos ambientais devem cumprir as normas operacionais específicas para evitar danos ou riscos à saúde e segurança pública e minimizar os impactos ambientais (CONAMA, 2009, p.2).

A mesma resolução estipula que empresas e importadoras têm que instalarem postos de recolhimento em cidades com mais de 100 mil habitantes ou, desde que o serviço esteja definido em seus planos de manejo, podem ser terceirizados. E as organizações comerciais são obrigadas a receber e armazenar temporariamente resíduos de pneus. Na troca, a instituição que os vende precisa receber os pneus usados e entregues por seus clientes, contudo, a empresa adotar tem que ter controle de origem e destino dos pneus.

Azevedo (2017) frisou que a fiscalização da destinadora de pneus ocorre através do IBAMA por meio do Cadastro Técnico Federal, por meio do cruzamento de informações entre importador, destinador e local de destino; por parte da receita federal, na emissão de notas fiscais; e quando a gerência de zoonoses fiscaliza por inspeções mensais sobre o armazenamento de pneus.

Aguiar e Furtado (2019) evidenciaram em sua pesquisa que essas fiscalizações dos demais órgãos de controle dificilmente ocorrem de forma preventiva, verificando que o gerenciamento de armazenamento dos pneus inservíveis e em processamento possui falhas estruturais, a maioria dos pneus se encontram amontoados e sem uma organização mínima em condições inseguras.

Porém, constatou-se na pesquisa de Bignozzi e Sandrolini (2016) que as ações de fiscalizações são realizadas de maneira esporádica, o controle é realizado de forma não preventiva e ocorre quando há uma ação do Ministério Público ou da comunidade relacionada aos impactos ambientais causados pneumáticos inservíveis, desta forma, falta rigor nas fiscalizações.

Pode-se constatar que dificilmente os pequenos comerciantes adotam um controle com a relação entre pneus novos vendidos e pneus velhos inservíveis enfatizando os aspectos lucrativos e não, os ambientais. É quase inexistente a fiscalização por órgãos ambientais sobre o armazenamento e destinação de pneumáticos a esses pequenos comerciantes (ANDRADE, 2017).

É importante ressaltar que os pneus com defeito de fabricação não tendo condições de uso, são encaminhados para o processo reverso do próprio fabricante através recall.

O fato de existir uma coleta de pneus inservíveis, que não é liderada pelos fabricantes e depende do serviço público, comprova-se que a Lei nº 12.305/2010, que obriga as instituições de pneus elaborarem e implantarem sistemas de logística reversa, por meio da devolução do produto ao consumidor posteriormente ao seu emprego, de maneira autônoma em relação aos serviços de limpeza pública municipal e gerenciamento de resíduos, fabricantes de pneus, importadores, distribuidores e revendedores que não atendem à questão.

Além disso, ainda existem receptores que os empregam para artesanato, embora mediante esse problema, os varejistas adotam especialmente políticas de treinamento interno para os vendedores, para que consigam mostrar aos consumidores as responsabilidades que lhes são impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) na venda de pneus novos, muitas vezes desconhecidas (BRUNETTO; PASSOS, 2015).

Por esse motivo, a política mostra que os resultados de consumidores devolvendo pneus inservíveis aumentaram, porém, até então existe uma grande proporção de consumidores que consomem pneus novos e não devolvem pneus usados, e assim, os entrevistados acreditam que isso pode ser devido a um problema relatado anteriormente.

Diante do exposto, no Estado de Rondônia não se realizou pesquisas sobre o fluxo logístico veiculado aos pneus novos e de armazenamento dos usados para determinar o tamanho da rede de coleta de dados dos mesmos, o que problematiza o estabelecimento de metas de coleta, reporte, controle e fiscalizações para o governo municipal.

Nesse ínterim, as ações de melhoria propostas como alteração das diretrizes do plano de gerenciamento dos pneus inservíveis no município de Porto Velho são

com base em outros municípios que promulgaram o descarte de resíduos de pneus, mediante a elaboração da legislação municipal para regular a destinação final desses.

Para isso, com o apoio da Secretaria de Comunicação e Relações Institucionais (SECOM), elaborar e conservar procedimentos regulares de exposições, como cartilhas explicativas, folders e reportagens veiculadas nas redes de comunicabilidade local.

Portanto, empregar esse instrumento de comunicação para dar visibilidade à definição de ecopontos como um plano adequado de destinação de resíduos de pneus com o objetivo de obter a cooperação com o processo.

Desde modo, posteriormente à assinatura do acordo de cooperação mútua, realiza inspeções oportunas no ponto de produção para garantir que uma vez que o desejo de logística reversa de resíduos de pneus seja respondido nas concessionárias de veículos.

## 7.2 DIRETRIZES PROPOSTAS AO GERENCIAMENTO DOS PNEUS INSERVÍVEIS, COM BASE NO DIAGNÓSTICO E NA LEGISLAÇÃO VIGENTE RELATIVAMENTE AO USO DA LOGÍSTICA REVERSA

Estima-se que a população de Porto Velho é 548.952 habitantes, no município de Porto Velho/RO existe 41,1% de veículos (automóveis) representa 121.187 carros. Em seguida estão as motocicletas, com 91.706 registros (31,1%) e as caminhonetes com 27.826 (9,4%), sendo que o descarte de pneus inservíveis é proporcional ao de pneus novos, ou seja, para cada pneu novo inserido em um veículo, ocorre a remoção de um pneu velho (IBGE, 2021).

As propostas ao gerenciamento dos pneus inservíveis para Porto Velho foram elencadas a seguir: elaboração de um banco de dados com o diagnóstico da situação atual dos pneus inservíveis; proposição de ações que visem o monitoramento, fiscalização e manutenção do programa e análise das possíveis condições de deposições dos resíduos.

Segundo Silva, Koopmans e Daher (2016), o diagnóstico situacional é definida como a análise da técnica de coleta, processamento e investigação das informações coletadas no lugar de execução previsto, sendo caracterizado como um significativo mecanismo de gestão.

A carência de ecoponto no município impossibilita os consumidores finais e empresas vinculadas a descartarem os resíduos de pneus de forma correta e permite que os mesmos sejam dispostos em aterros por meio de coleta regular ou irregular em áreas inadequadas.

Speranza e Moretti (2014) apontaram em uma pesquisa, que a técnica de logística reversa da rede de pneus inservíveis em relação aos Ecopontos podem ser entregues ao consumidor final para reduzir o custo operacional da coleta e o esforço do poder público para auxiliar essas instituições na coleta, transporte e armazenamento contribuindo para o método Reciclanip.

Em tais circunstâncias, os pneus usados são empregados de diferentes formas, apesar de que muitas alternativas sejam de baixo custo e envolvam operações relativamente simples, em concordância com as alternativas de destinação final, visto que são as mais citadas pelos entrevistados no questionário, todos os que apresentam alta procura por resíduos de pneus, exceto os que não expressam decisões limitadas e saturáveis no curto prazo (AZEVEDO, 2017).

Nesse caso, a tamanha grandeza em que os pneus são descartados, a população vem procurando maneiras de empregá-los em suas condições sem conferir impactos ao meio ambiente.

No entanto, por motivo da grande quantidade de materiais e às questões de destinação final que vêm sendo formuladas, diversas opções para a destinação final de pneus têm sido praticadas no Brasil e em alguns países. O método de reaproveitamento de pneus envolve um fluxo que inclui o recolhimento, locomoção, fragmentação e o fracionamento de seus constituintes, no caso borracha, aço e lona, e a conversão dos resíduos em matérias-primas que serão encaminhadas à comercialização (SANTOS; GUIMARÃES, 2021).

Bertolo et al. (2017) demonstraram que quão inferior a granulometria dos tamanhos das partículas, maior o custo do processo, o que inviabilizaria o desenvolvimento de determinados mercados potenciais. Nessa circunstância, a cooperação entre as universidades e as empresas é fundamental, visando analisar vantagens de mercado e desenvolvimento tecnológico apropriado à realidade brasileira, para que a borracha reciclada possa ser utilizada em grande demanda.

Assim, a logística reversa exigida por lei conta com o suporte de entidades singulares da sociedade para a recuperação dos resíduos sólidos gerados a partir de insumos (AZEVEDO, 2017).

De fato, no processo de logística reversa, o resultado da chegada dos resíduos de pneus ao destino está legalmente estabelecido, que é o produto da cooperação entre os setores público e privado, em e os agentes sociais têm evidenciado sua obrigação com o meio ambiente.

Logo, os pneus usados no senso comum são categorizados como lixo, mas no âmbito da logística reversa podem ser reciclados ou reconicionados e reaproveitados, ou seja, o que antes era lixo passa a ser matéria-prima. No entanto, para que essa situação esteja prestes a ser atuante, as normas devem ser respeitadas para a reciclagem eficaz de resíduos de pneus.

Destarte, a logística reversa é elaborada e executada para dar suporte similar com as ações da empresa, segundo Novaes (2017), a logística reversa necessita de uma organização bem instruída suficiente para desenvolver os fluxos de entrada e saída de materiais. Nessa situação, a instituição entende esse sistema dentro do seu mercado e, devido à falta de reavaliação contínua, as perspectivas de ajuste são escassas.

Portanto, a logística reversa necessita do avanço contínuo de metodologias convencionais, com o objetivo de aprimorar a organização do sistema e aumentar a competência do mesmo para garantir benefícios suas ações.

Como diretrizes, e com base no diagnóstico realizado através da pesquisa exploratória via questionário em entrevistas, propor que as empresas forneçam cursos de capacitação sobre a PNRS e conscientização da importância do gerenciamento adequado dos resíduos de pneus inservíveis, propõe-se que as autarquias realizem o aumento do número de ecopontos espalhados em locais estratégicos no município, e também, elabore planos de monitoramento e fiscalização tanto da coleta como para o destino final desses resíduos.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa trouxe como princípio a origem dos pneus e sua produção nos últimos anos. Foram abordadas no estudo as principais formas de destinação e reciclagem de pneus inservíveis existentes atualmente. A temática da destinação de pneus é complexa e demanda estudo constante, no sentido de melhorar os processos de destinação deste resíduo.

No Brasil a logística reversa tem avançado de maneira contínua, principalmente em razão à nova legislação que exige que as empresas planejem melhor seus produtos para que, ao chegarem ao fim de suas vidas uteis, não se tornem um agravante social e gerem novas oportunidades a partir desses resíduos.

Desse modo, a fração desses pneus em todo o país ainda não é estipulada, no entanto, supõe-se que 100 milhões existam localizados em áreas abertas ou lixões, tornando-os adequados para a reprodução de insetos e outros animais transmissores de doenças.

À vista disso, existem os pneus inservíveis em todo o país, então a coleta de tais se tornou uma enorme problematização. Da mesma maneira, a porção e a posição desses pneus não auxiliam a organização de um projeto de recolhimento para uso posterior ou destinação final adequada.

Os resultados obtidos com o estudo de campo demonstram que a maioria das empresas questionadas recebem pneus que não estão em condição de uso ou as que têm frotas de caminhões produzem uma quantidade considerável de pneu inservível. Observa-se, também, que a maioria das empresas não recebem apoio de fornecedores, o que implica na falta de informação sobre a logística reversa do pneu inservível, demonstrando a dependência das empresas com os fornecedores.

O processo de logística reversa de pneus inservíveis é iniciado nas revendedoras, a partir do momento em que o cliente deixa o pneu velho na loja, ao realizar a compra de um novo. Na maioria dos casos estudados, existe um registro de quantos pneus velhos são coletados e destinados. Esses resíduos são armazenados em depósitos, com capacidades variáveis.

É de profunda importância destacar que as empresas estão dispostas a ajudar no recolhimento de pneus que não servem mais para o consumo e usá-los

em projetos de reciclagem. Apesar de a maioria das empresas afirmarem conhecer a lei de PNRS, não existe a tradição de realizar o descarte apropriado.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. M. S; FURTADO, C. F. C. A aplicação da logística reversa nas revendas de pneus em Fortaleza. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO (SEMEAD), 13., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2019.
- ALBUQUERQUE, A.C et al. Adição de borracha de pneu ao concreto convencional e compactado com rolo. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENERGIA ELÉTRICA (CITENEL), 3., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2015.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. F et al. Uso de sucata de borracha de pneu no lugar de SBS no asfalto modificado como alternativa ambientalmente correta para o Brasil. **Journal of Cleaner Production**, v. 33, p. 236-238. 2013.
- ANDRADE, E. M.; FERREIRA, A. C.; SANTOS, F. C. A. Tipologia de sistemas de logística reversa baseada nos processos de recuperação de valor. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009. **Anais...** São Paulo: FGV:EAESP, 2019.
- ANDRADE, H. S de. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. 2007. 101 f. Monografia (Graduação)— Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina Centro Socioeconômico, Florianópolis, 2017.
- ANDRIETTA, A. J. **Pneus e meio ambiente: um grande problema requer uma grande solução**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/15706935/Pneus-e-Meio-Ambiente>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS — ANIP. **Anip**. 2016. Disponível em: <<https://www.anip.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- AZEVEDO, C. A. **Viabilidade segura, econômica e ambiental do uso de pneus recapados em ônibus urbano**. 2017. 66 f. Relatório Técnico Científico (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BERTOLLO, S. et al. **Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Revista Limpeza Pública, Rio de Janeiro, n. 54, jan. 2017. Disponível em: <<http://www.revistaocarreteiro.com.br/ano2000/Edicao316/reciclagem.htm>>. Acesso em: 31 out. 2020.
- BIGNOZZI, M. C.; SANDROLINI, F. Reciclagem de borracha de pneus em auto compactação: concreto. **Cimento e Pesquisa em Concreto**. v. 36, n. 4, p. 735-739, 2016.

BRASIL. **Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 2.594 de 21 de maio de 2019**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ro/p/porto-velho/lei-ordinaria/2019/260/2594/lei-ordinaria-n-2594-2019-cria-o-programa-ecologico-eco-movel-ponto-movel-para-recolhimento-e-destinacao-de-pneus-inserviveis-inutilizados-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 05 set. 2021

BRUNETTO, A.; PASSOS, M. G. Logística reversa de pneus inservíveis: estudo de caso no município de Xanxerê—Sc. **Latin American Journal of Business Management**, v. 6, n. 3, 2015.

CHAVES, G. L. D. de; BATALHA, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, São Carlos, set./dez. 2016.

CIMINO, M. A. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis**: análise crítica de procedimentos operacionais e tecnologias para minimização adotadas no território nacional. 2014. Dissertação (Mestrado)— Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <[http://www.btdt.ufscar.br/tde\\_arquivos/11/TDE-2004-11-24T14:36:19Z-247/Publico/DissMAC.pdf](http://www.btdt.ufscar.br/tde_arquivos/11/TDE-2004-11-24T14:36:19Z-247/Publico/DissMAC.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 301, de 21 de março de 2002**. Altera os dispositivos da Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999, que dispõe sobre pneumáticos. Disponível em: <[http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legislacao/leg\\_federal/leg\\_fed\\_resolucoes/leg\\_fed\\_res\\_conama/ResolCONAMA-301-02\\_\(revogada\\_pela\\_Resol-416-09\).pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/ResolCONAMA-301-02_(revogada_pela_Resol-416-09).pdf)>. Acesso em: 17 out. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 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. Disponível em: <<http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Conama-416-Destina%C3%A7%C3%A3o-de-pneus.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999**. Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. Disponível em: <<https://direitosp.fgv.br/sites/direitosp.fgv.br/files/ap7.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2020.

DEITOS, M. A. **O contencioso internacional do comércio de pneumáticos**: politização da política externa e internacionalização da política doméstica. 2010. 278 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

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

DINIZ, A. Contra lixões, Minas tem um fiscal para cada 12 municípios. **O Tempo**, Belo Horizonte, ago. 2014. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/cidades/contra-lixoes-minas-tem-um-fiscal-para-cada-12-municipios-1.893402>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

DPASCHOAL. **Passa a fornecer pneus usados para Goóc**. 2017. Disponível em: <[www.intellog.com.br/artigosnoticias/go.asp?ID=250516-48k](http://www.intellog.com.br/artigosnoticias/go.asp?ID=250516-48k)>. Acesso em: 01 out. 2020.

FERREIRA, D.H. **Análise da resistência de misturas de CA pelo método Marshall com utilização de agregados de nobres/MT**. Trabalho de graduação FAET/UFMT. Cuiabá, 2019 p. 12-63. Disponível em: <https://ampllaeditora.com.br/books/2020/08/eBook-Resiliencia-Sustentabilidade-e-DS.pdf>. Acesso em: 22 out. 2021.

FLORIANI, M. A.; FURLANETTO, V. C.; SEHNEM, S. Descarte sustentável de pneus inservíveis. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 37-51, 2016.

FONSECA, E. et al. Evolução dos estudos de logística reversa realizados no contexto nacional: uma análise bibliométrica. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 1457-1480, out./dez. 2017. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2006>>. Acesso em: 4 set. 2020.

FORTES, R. R. et al. Estudo da destinação de pneus usados e inservíveis na Baixada Fluminense. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 29., 2018, Salvador. **Anais...** Salvador: [s.n.], 2009.

FREITAS, S. S.; NÓBREGA, C. C. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 293-300, jul./set. 2017.

GARDIN, J.; FIGUEIRÓ, P.; NASCIMENTO, L. Logística reversa de pneus inservíveis: discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental. **Gestão e Planejamento**, v. 11, n. 2, p. 232-249, 2015.

GOMES, R. C.; LIMA, W. B.; LIMA, M. L. R. P. Avaliação da situação e propostas para destinação final de pneus inservíveis no município de Vitória/ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL, 23., 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: [s.n.], 2016.

GOODYEAR. **Vida útil de um pneu**. 2018. Disponível em: <<https://www.goodyear.com.br/maximizar-vida-pneu>>. Acesso em: 06 out. 2020.

GRECA, M. R.; MORILHA, A. **Asfalto borracha: ECOFLEX**. São Paulo: [s.n.], 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2021. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS — IBAMA. **Relatório de pneumáticos**. 2020. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/4%3Fdownload%3D9649%253Arelatorio-pneumaticos-2014+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>.

KADDATZ, K. T.; RASUL, M. G.; RAHMAN, A. **Combustíveis alternativos para uso em fornos de cimento**: modelagem de impacto do processo. **Engenharia Procedia**, v. 56, p. 413-420. 2013.

LACERDA, L. Logística reversa: **uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. 2015. Disponível em: <[http://www.sargas.com.br/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=78&Itemid=29](http://www.sargas.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=78&Itemid=29)>. Acesso em: 15 maio 2021.

LAGARINHOS, C. A. F. **Reciclagem de pneus**: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa. 2011. 291 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. **Polímeros**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

LUZ, L.; DURANTE, D. A guerra dos pneus: a controvérsia entre Brasil e Comunidades Europeias sobre o comércio internacional de pneus usados. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 27, p. 37-55, jan./jun. 2013.

MAGALHÃES, M. A. Tempo de degradação de materiais descartados no meio ambiente. **Centro Mineiro para Conservação da Natureza (CMCN)**, Viçosa, n. 37, jan./mar. 2016.

MONTEIRO, L. P. C.; MAINIER, F. B. Queima de pneus inservíveis em fornos de clínquer. **Engevista**, v. 10, n. 1, p. 52-58, jun. 2018.

MORAIS, N.S. **Desenvolvimento sustentável**: reciclagem de pneus. Cuiabá, 2019. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAqZMAF/reciclagem-pneus>>. Acesso em: 05 out. 2020.

MOTTA, F.G. A cadeia de destinação dos pneus inservíveis: o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. **Ambiente & Sociedade**, v. 11, n. 1, p. 167-184, jan./jun. 2018.

NOGUEIRA, A.S. **Logística empresarial**: uma visão local com pensamento globalizado. São Paulo: Atlas. 2012.

NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

OLIVEIRA, L. S. da et al. Logística Reversa no Varejo: Barreiras e Motivações para Retorno de Produtos e suas Embalagens. ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 1., 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2017. Disponível em:

<<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/100.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2021.

PEDRAM, A. et al. Cadeia de suprimentos integrada para frente e para trás: um estudo de caso de pneus. **Gerenciamento de Resíduos**, São Paulo, v. 60, p. 460-470, 2017.

PIRELLI CLUB TRUCK. **Destinação correta para os pneus inservíveis**. 2016.

Disponível em:

<<http://www.pirelliclubtruck.com.br/revistaclubtruck/revista/truck09/alerta.html>>.

Acesso em: 24 set. 2020.

RECICLANIP. **Coleta e destinação de pneus inservíveis**. 2016. Disponível em:

<<https://www.reciclanip.org.br/>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

RODRIGUES, R. et al. Logística reversa: **conceitos e componentes do sistema**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2016, Curitiba.

**Anais...** Curitiba: [s.n.], 2016. Disponível em:

<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegeptr11\\_0543.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegeptr11_0543.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2020

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. Diferenças entre avanço e reverso logística em um ambiente de varejo. **Renov: Gestão da Cadeia de Abastecimento**, v. 7, n. 5, p. 271-282, 2008.

ROMUALDO, A. C. et al. **Pneus inservíveis como agregados na composição de concreto para calçadas de borracha**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2011.

SAMPAIO, E. A. N. **Análise da viabilidade técnica do uso de borracha de pneus inservíveis como modificadores de asfaltos produzidos por refinarias do Nordeste**. Salvador: Unifacs, 2016.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

SANTOS, S. C dos; GUIMARÃES, S. C. P. O problema dos pneumáticos em Rondônia: Impactos ao meio ambiente em Porto Velho. **Revista Geonorte**, v.12, n.39, p.238-252, 2021. Disponível em:

<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/8070/6660>. Acesso em: 05 set. 2021.

SANTOS, C. A et al. Logística reversa em redes de drogarias: coleta de pilhas e baterias pós-consumo. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 97-112, 2016. Disponível em:

<<https://periodicos.unb.br/index.php/regis/article/view/18856/17519>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

SANTOS, S. C.; SILVA, C. A. A educação ambiental na perspectiva da geografia humanista: entre o ser e o ter a natureza. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 36, p. 36-51, 2019.

SCAGLIUSI, S. R. **Reciclagem de pneus inservíveis**: alternativa sustentável à preservação do meio ambiente. 2011. Universidade de São Paulo, 2016.

SEHN, A. **Logística reversa dos pneus inservíveis**: um estudo da gestão pelos autos centers da grande Florianópolis. 2012, 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SIENKIEWICZ, M. et al. Um progresso no gerenciamento de pneus usados na União Europeia: uma revisão. **Gestão de resíduos**, v. 32, n. 10, p. 1742-1751, 2012.

SILVA, C. S. S. L.; KOOPMANS, F. F.; DAHER, D. V. O Diagnóstico situacional como ferramenta para o planejamento de ações na Atenção Primária a Saúde. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 7, n. 2, p. 30-33, 2016. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/52331/logistica-reversa-de-pneus-inserviveis-diagnos>. Acesso em: 10 out. 2021.

SOUZA, T. F.; GUIMARÃES, T. A. Escolha e utilização de um modelo de previsão de demanda em serviços: estudo de caso em uma empresa prestadora de serviços de recapagem de pneus. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: [s.n.], 2016.

SPECHT, L. P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus**. 2013. Tese (Doutorado)— Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SPERANZA, L. G.; MORETTI, R. S. **Logística reversa: análise de processos implementados. oculus ens**. Campinas, v. 11, N. 2, 2014, 287-299. Jul-Dez, 2014. Disponível em: <http://periodicos.puccampinas.edu.br/seer/index.php/oculum/article/view/2547/1881> >. Acesso em: 14 set. 2021.

VIANA, L. O. **A logística reversa e o tratamento de pneus inservíveis no Estado do Piauí**. 2019. 159 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2009.

**APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO**

Questão 1.	Na sua opinião, a destinação final dos pneus inservíveis está sendo adequada para o cumprimento das obrigações legais?
Questão 2.	Você tem conhecimento sobre a Política Nacional de Resíduos?
Questão 3.	Você tem conhecimento acerca de quem é a responsabilidade pelo descarte dos pneus inservíveis?
Questão 4.	Existe um local de armazenamento para reunir estes pneus? Se sim, qual a capacidade?
Questão 5.	Você conhece algum programa de destinação adequada de pneus inservíveis? Se sim? Quais?
Questão 6.	Quais os impactos ambientais referentes ao gerenciamento de pneus inservíveis do município?