

**CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC DARCY PEREIRA DE MORAES  
CURSO TÉCNICO EM ADMINISTRAÇÃO**

**PETERSON MARINHO DOS SANTOS**

**DESCARTE SUSTENTÁVEL DE PNEUS INSERVÍVEIS**

**ITAPETINGA**

**2024**

**PETERSON MARINHO DOS SANTOS**

**DESCARTE SUSTENTÁVEL DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção da Habilitação Profissional de Técnico em Administração, no Eixo Tecnológico de administração, a Escola Técnica Estadual de Itapetininga, sob orientação da Professora Joseane Siqueira de Almeida Machado.

**ITAPETININGA**

**2024**

## RESUMO

Este estudo propõe a utilização de pó de pneu inservível para a produção de asfalto de borracha ecológico, com o objetivo de contribuir tanto para a saúde pública quanto para a economia. No Brasil, a indústria asfáltica oferece uma variedade de materiais betuminosos para pavimentação, cada um com características específicas. Embora a indústria de pneus seja vital para o setor automotivo, ela também representa uma fonte significativa de problemas ambientais. O descarte inadequado de pneus pode levar vários anos para a decomposição, causando sérios danos ao meio ambiente. Portanto, o uso de borracha proveniente de pneus descartados na composição de pavimentos apresenta-se como uma solução ecologicamente correta e economicamente viável. Este estudo aborda o destino adequado dos pneus e maneiras sustentáveis de utilizá-los. A logística dos pneus, especialmente no contexto dos pneus inservíveis, envolve o gerenciamento do ciclo de vida completo dos pneus, desde a produção e comercialização até o descarte e reciclagem.

**PALAVRA-CHAVE:** Pneus, Brasil, Ecológico.

## **ABSTRACT**

This study proposes the use of waste tire dust for the production of ecological rubber asphalt, with the aim of contributing to both public health and the economy. In Brazil, the asphalt industry offers a variety of bituminous materials for paving, each with specific characteristics. Although the tire industry is vital to the automotive sector, it also represents a significant source of environmental problems. Improper disposal of tires can take up to 600 years to decompose, causing serious damage to the environment. Therefore, the use of rubber from discarded tires in the composition of pavements presents itself as an ecologically correct and economically viable solution. This study addresses the appropriate disposal of tires and sustainable ways to use them. Tire logistics, especially in the context of scrap tires, involves managing the complete life cycle of tires, from production and marketing to disposal and recycling.

**KEYWORD:** Tires, Brazil, Ecological.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                 | 7  |
| 2. JUSTIFICATIVA.....                               | 7  |
| 3. OBJETIVO .....                                   | 7  |
| 3.1 OBJETIVOS GERAIS: .....                         | 7  |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                     | 8  |
| 4. METODOLOGIA.....                                 | 8  |
| 5. PROBLEMATIZAÇÃO .....                            | 8  |
| 6. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA ADMINISTRAÇÃO..... | 9  |
| 6.1 TAYLORISMO.....                                 | 9  |
| 6.3 MARKETING INSTITUCIONAL.....                    | 10 |
| 6.4 MARKETING VERDE .....                           | 11 |
| 7. SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL.....                | 11 |
| 8. A HISTÓRIA DO PNEU - ORIGEM .....                | 12 |
| 8.1 COMPOSIÇÃO DO PNEU .....                        | 14 |
| 8.2 DANOS CAUSADOS AMBIENTALMENTE .....             | 16 |
| 8.3 ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO DE PNEUS ..... | 17 |
| 9. LEGISLAÇÃO DA RECICLAGEM DO PNEU .....           | 17 |
| 10. CONCEITO - LOGÍSTICA REVERSA.....               | 18 |
| 11. LOGÍSTICA REVERSA DO PNEU.....                  | 18 |
| 12. DADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE PNEU .....            | 20 |
| 12.1 ETAPAS DA PRODUÇÃO DE PNEUS .....              | 20 |
| 12.2 PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DO PNEU.....      | 21 |
| 12.3 QUANTIDADE DE PNEUS DESCARTADOS.....           | 22 |
| 12.4 SITUAÇÃO DO PNEU INSERVÍVEL NO MUNDO .....     | 22 |
| 12.5 SITUAÇÕES DO PNEU INSERVÍVEL NO BRASIL.....    | 23 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 13.  | VANTAGENS E DESVANTAGENS DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS   | 23 |
| 13.1 | VANTAGENS  | 23 |
| 13.2 | DESVANTAGENS   | 24 |
| 14.  | A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS COMO ESTRATÉGIA PARA EVITAR O DESCARTE IRREGULAR NO MEIO AMBIENTE | 24 |
| 14.1 | EXEMPLOS DA PRÁTICA DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS  | 25 |
| 15.  | CONSIDERAÇÕES FINAIS   | 26 |
| 16.  | REFERENCIAS BIBIOGRAFICAS  | 27 |

## **1. INTRODUÇÃO**

O manejo ambientalmente correto de pneus inutilizados representa um desafio significativo tanto do ponto de vista ambiental quanto logístico. A crescente preocupação com os impactos negativos do acúmulo desses resíduos no meio ambiente e na saúde pública tem levado à adoção de estratégias inovadoras, como a logística reversa, para assegurar um destino adequado para pneus usados. Este estudo visa explorar práticas e vantagens associadas ao manejo sustentável de pneus inutilizados, enfatizando a necessidade de adotar medidas responsáveis e eficazes para promover a reciclagem e reutilização desses materiais. Dessa forma, busca-se contribuir para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da sociedade.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A aplicação da logística reversa de pneus para a produção de asfalto-borracha é um assunto de grande importância e atualidade devido aos desafios ambientais e econômicos enfrentados pela sociedade hoje em dia. O aumento na quantidade de resíduos, especialmente no setor automotivo, tem levado à necessidade de encontrar soluções novas e sustentáveis para lidar com esses materiais que são descartados. Diante dessas informações, buscamos alternativas promissoras que possam diminuir o impacto ambiental provocado pelos pneus usados e ao mesmo tempo proporcionar benefícios econômicos tanto para as empresas quanto para a sociedade em geral. A logística reversa desempenha um papel crucial nesse processo, permitindo a coleta, transporte e reaproveitamento eficaz dos pneus descartados, reintegrando-os à cadeia produtiva.

## **3. OBJETIVO**

### **3.1 OBJETIVOS GERAIS:**

Temos como objetivo demonstrar através de uma pesquisa bibliográfica como um descarte e reaproveitamento correto pode trazer uma melhor eficiência no

descarte correto dos pneus, assim podendo diminuir a poluição ambiental e visual, e ajudando também na durabilidade dos asfaltos entre outros benefícios

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De forma bem resumida nosso objetivo com este trabalho é utilizar a logística reversa como um importante sistema para poder fazer todo o processo da retirada dos pneus do meio ambiente, pontos de coletas e o transporte, não esquecendo também dos processos para poder reutilizar os pneus na fabricação do asfalto ecológico.

## 4. METODOLOGIA

Nossos estudos foram feitos através de pesquisas bibliográficas e, sites acadêmicos e livros com o foco em destacar os benefícios que a reutilização do pneu irá trazer, começando pela diminuição na poluição do meio ambiente.

## 5. PROBLEMATIZAÇÃO

O presente estudo analisa a viabilidade técnica da utilização de borracha de pneus como ligante asfáltico em projetos de pavimentação. Essa diversidade visa solucionar um grande problema ambiental, já que mais de 30 milhões de pneus são descartados no Brasil todos os anos, sendo que a maior parte deles é descartada de forma incorreta, espalhando doenças e causando poluição ambiental.

O efeito de diversas variáveis, como teor de borracha, tamanho de partícula, temperatura da mistura e tempo de reação, foi avaliado usando testes tradicionais de aderência asfáltica e o método Superpave, (Superior Performing Asphalt Pavement), que determina as principais características da estrada. A análise estatística de estudos laboratoriais mostra a importância do teor de borracha, o que indica que os ligantes asfáltico-borracha podem prevenir a deformação permanente e a fissuração por fadiga do pavimento.



## 6. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA ADMINISTRAÇÃO

A contextualização histórica da administração é um estudo que explora o desenvolvimento e a evolução das práticas administrativas ao longo do tempo, desde as civilizações antigas até os dias atuais. Essa análise permite entender como diferentes épocas e culturas influenciaram as técnicas e teorias de gestão, refletindo as mudanças sociais, econômicas e tecnológicas de cada período.

Para Marx (1996), o grande 'salto evolutivo' da Primeira Revolução Industrial não se deu necessariamente com a máquina a vapor, mas com as relações econômicas e sociais forjadas desde a manufatura e que levaram os capitalistas a lançar mão da maquinaria como um eficaz e incomparável instrumento de produção de lucro/mais-valia, consolidando efetivamente o capitalismo como o modo de produção da era moderna.

### 6.1 TAYLORISMO

A estrutura de administração de Frederick Winslow Taylor, conhecida como Administração Científica ou Taylorismo, é um conjunto de princípios e práticas desenvolvidas por Taylor no final do século XIX e início do século XX.

O objetivo era aumentar a eficiência e a produtividade das organizações através da aplicação de métodos científicos à gestão do trabalho.

A Administração Científica propõe uma divisão de responsabilidades entre a administração e os trabalhadores organizando o trabalho e direcionando os colaboradores a executarem as tarefas conforme as instruções. Criou um sistema para recompensar os trabalhadores por sua produtividade. Isso ajudaria os trabalhadores a serem melhores e cumprirem as metas. Também criou o planejamento e controle rigoroso para garantir tarefas conforme o planejado e objetivos atingidos.

## 6.2 TEORIA DA FADIGA HUMANA

A teoria da fadiga humana de Henry Fayol aborda os impactos da fadiga nos trabalhadores e sugere formas de mitigá-los. Fayol, um líder da administração científica, descobriu que a falta de energia física e mental afeta a produtividade dos funcionários. Fayol sabe que a fadiga pode ser tanto física quanto mental. A fadiga física é causada por exercícios muito longos e a fadiga mental é causada por atividades muito intensas e estresse.

O que pode causar a fadiga: Horas de trabalho excessivas, condições de trabalho inadequadas, falta de pausas regulares etc. Pois a fadiga pode levar a uma diminuição na produtividade, aumento de erros, acidentes de trabalho, e impacto negativo na saúde geral dos trabalhadores.

## 6.3 MARKETING INSTITUCIONAL

- Imagem e posicionamento

Relembrando seu significado, posicionamento representa a imagem que desejamos que nossos públicos tenham em mente. Em seguida, discutiremos como aplicar esses conceitos ao marketing da instituição.

- Atitudes e comportamento favoráveis

Para influenciar atitudes e comportamentos positivos em nossos públicos, devemos nos posicionar como uma organização digna dessas disposições. Isso inclui ações de marketing social e societal, destacando nossa responsabilidade social e integração com a comunidade, promovendo uma interação cidadã em nosso ambiente

- Apoio e parceria

Esses são os principais temas do Marketing de Relacionamento, abordados em um componente específico do curso.

Desta forma, podemos agregar a ideia de Vaz (1995, p. 59), que destaca como função dos profissionais de Marketing Institucional o monitoramento contínuo da adequação das ações da organização ao seu apelo ideológico, para evitar problemas de imagem que se reflitam nos resultados operacionais e financeiros.

## 6.4 MARKETING VERDE

De acordo com (GONZAGA, 2005), marketing verde retrata os instrumentos mercadológicos utilizados para mostrar os benefícios proporcionados ao meio ambiente por um produto, e os benefícios ambientais mais valorizados são aqueles que contribuem para a sustentabilidade dos ecossistemas do planeta.

Nestes termos e com o mesmo pensamento, Polonsky (1994), diz que o marketing verde engloba todas as atividades desenvolvidas para produzir e facilitar qualquer tipo de troca com a finalidade de agradar os desejos e necessidades dos consumidores, de forma em que ocorra o mínimo prejuízo ao meio ambiente.

Além disso, o autor menciona que as empresas podem obter diversos benefícios ao adotar o marketing verde, devido ao aumento do número de consumidores que consideram esse fator ao escolher um produto. Em um mercado competitivo, é fundamental diversificar os produtos para garantir uma posição de destaque. Investir em marketing verde pode ser uma estratégia eficaz para alcançar esse objetivo, uma vez que a consciência ecológica dos consumidores influencia diretamente suas decisões de compra, criando, assim, mais oportunidades para as empresas.

## 7. SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

A sustentabilidade empresarial envolve a condução de negócios de maneira economicamente viável, responsável e ambientalmente consciente. Ela integra princípios sustentáveis em todas as operações da empresa, focando em três pilares principais:

- **Econômico:** Visa garantir que a empresa seja financeiramente sustentável e continue crescendo, utilizando menos recursos, inovando e sendo responsável.

- **Ambiental:** Busca minimizar o impacto ambiental das atividades empresariais, o que pode incluir a redução de emissões de carbono, a gestão de resíduos, o uso de energia renovável e a conservação dos recursos naturais.
- **Social:** Foca no apoio aos colaboradores, clientes e comunidades onde a empresa atua, promovendo um ambiente de trabalho justo e significativo, investindo na comunidade e sendo socialmente responsável.

Empresas sustentáveis se esforçam para equilibrar esses três aspectos, com o objetivo de criar valor, melhorar sua reputação, reduzir riscos e contribuir positivamente para a sociedade e o meio ambiente.

Para Savitz e Weber (2014), ser sustentável compreende a progressão de negócios que não depredem, mas, sim, restaurem o meio ambiente, causando o menor impacto possível ao mesmo e às criaturas que nele habitam. Ser sustentável compreende operar um negócio, conhecendo as necessidades e interesses das partes, reforçando suas relações e promovendo benefícios para os dois lados. Ser sustentável é entender que a preservação da natureza é tão importante para a humanidade quanto às relações sociais e o desenvolvimento econômico.

## 8. A HISTÓRIA DO PNEU - ORIGEM

Os pneus são uma peça fundamental e muitas vezes subestimada na indústria automotiva, desempenhando um papel crucial em segurança, conforto e eficiência dos veículos.

A primeira concessão de patente para um pneu inflável foi concedida a Robert William Thomson na Inglaterra em 1845, por um pneu de couro oco preenchido com ar. Embora um conjunto de "rodas aéreas" de Thomson tenha percorrido 1.900 quilômetros em um veículo inglês, os pneus de borracha sólida do mesmo inventor eram mais amplamente adotados. Por quase cinquenta anos, os pneus infláveis foram negligenciados.

No entanto, foi no século XIX que ocorreu um avanço significativo com a descoberta da borracha vulcanizada por Charles Goodyear, em 1839. Esse processo permitiu a fabricação de pneus mais duráveis e resistentes. Logo depois, em 1888, John Dunlop patenteou o primeiro pneu pneumático, inflado com ar, que revolucionou a maneira como os veículos se moviam, proporcionando um passeio mais suave e confortável.

Desde então, os pneus evoluíram enormemente em termos de materiais e tecnologia. O desenvolvimento de novas formulações de borracha, compostos sintéticos e tecidos reforçados melhoraram a durabilidade e a aderência dos pneus, proporcionando maior segurança em diferentes condições de estrada.

No século XX, os pneus radiais se tornaram dominantes, oferecendo maior eficiência de combustível e desgaste mais uniforme. Além disso, a preocupação com a sustentabilidade levou ao desenvolvimento de iniciativas de reciclagem de pneus usados, minimizando o impacto ambiental desta importante parte dos veículos.

Nos dias de hoje, a tecnologia continua a avançar, com modelos computacionais sofisticados ajudando no design de pneus para otimizar desempenho e durabilidade. Materiais como sílica e polímeros especiais estão sendo empregados para melhorar a aderência em diferentes condições climáticas e reduzir o consumo de energia.

Além disso, a pesquisa em pneus sem ar está explorando novas possibilidades, buscando uma solução que não apenas seja mais resistente a furos, mas também contribua para uma economia circular mais eficiente.

Assim, a história do pneu não é apenas a história de um componente mecânico, mas sim um testemunho da inovação contínua na indústria automotiva,

impulsionada pelo desejo de melhorar a segurança, eficiência e sustentabilidade dos veículos modernos.

De acordo com Carvalho Filho (2002 apud Clavelario, 2012), a história do pneu começou a ser escrita em 1834, quando Charles Goodyear foi designado para buscar soluções para um dos maiores problemas apresentados pela borracha, o fato de derreter no calor e endurecer no frio.

## 8.1 COMPOSIÇÃO DO PNEU

Os pneus são uma peça essencial e complexa que desafia a física e a engenharia para oferecer segurança, conforto e eficiência aos veículos modernos. Compostos por uma variedade de materiais cuidadosamente selecionados e tecnicamente projetados, os pneus são verdadeiras maravilhas da tecnologia automotiva.

A base de todo pneu é a borracha, uma mistura meticulosa de borracha natural e sintética, reforçada com negro de fumo e sílica para resistência ao desgaste e aderência. Esse composto forma a banda de rodagem, a parte do pneu que entra em contato direto com a estrada e é responsável pela tração, estabilidade e evacuação de água em condições adversas.

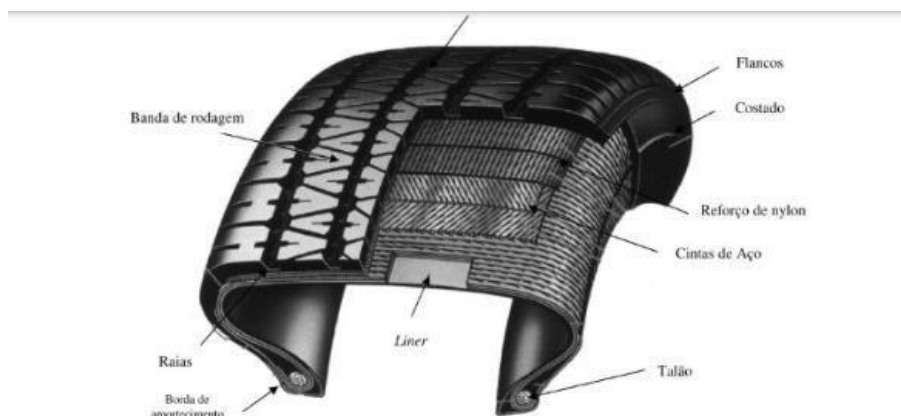


Figura 1 – Corte transversal de um pneu de automóvel. FONTE: Rodgers e Waddel (2005).

A Tabela 1 apresenta os componentes utilizados na construção dos pneus, de acordo com sua categoria.

Tabela 1 – Componentes dos pneus de automóveis e carga.

| Parte do pneu          | Tipo de material  | Requisito do material   |
|------------------------|---|---|
| Banda de rodagem       | Copolímero estireno-butadieno (SBR) (laminado)  | Aderência e resistência ao desgaste                                 |
| Costado                | Composto de borracha (laminado)   | Resistência à flexão, a rachaduras, a impactos, fricções e a fadiga |
| Carcaça                | Cordonéis de <i>nylon</i> dipados, ou poliéster ou de aço impregnados com borracha                              | Capacidade de carga, resistência à flexão e à fadiga                |
| Talão                  | Arames de aço isolados com borracha   | Flexibilidade e resistência a carga                                 |
| Amortecedores          | Cordonéis de <i>nylon</i> dipados, impregnados com borracha   | Resistência contra impactos e penetrações                           |
| Cintas estabilizadoras | Fios de aço impregnados de borracha   | Resistência contra impactos e perfurações                           |
| <i>Overlay</i>         | Cordonéis de <i>nylon</i> dipados, impregnados com borracha   | Resistência contra impactos e perfurações                           |
| <i>Liner</i>           | Composto de borracha butílica (para pneus sem câmara) e composto de borracha comum (para pneus tipo com câmara) | Ausência de porosidade e resistência a fricções                     |

FONTE: GOODYEAR (2009)

Além da borracha, a estrutura interna do pneu é composta por camadas de tecido de alta resistência, como poliéster, nylon ou aramida, conhecidas como carcaça e cintas. Estas camadas fornecem suporte estrutural, resistência à pressão interna do ar e estabilidade em alta velocidade, garantindo que o pneu mantenha sua forma sob diversas condições de carga e velocidade.

Os talões, geralmente feitos de fios de aço revestidos de bronze ou latão, são responsáveis por fixar o pneu à roda do veículo de maneira segura e confiável. Esta conexão é crucial para garantir que o pneu gire sincronizada mente com a roda, proporcionando um funcionamento suave e eficiente.

Para aplicações especiais, como em veículos industriais ou equipamentos pesados, alguns pneus podem incorporar enchimentos especiais que eliminam a necessidade de ar, como o poliuretano. Isso não só reduz o risco de furos e vazamentos como também aumenta a durabilidade em condições severas.

Além dos componentes físicos, os pneus modernos frequentemente incluem tecnologias avançadas, como sensores de pressão integrados, compostos especiais na banda de rodagem para melhor desempenho em diferentes tipos de estrada e materiais para redução de ruído, visando não apenas o desempenho, mas também o conforto do motorista e dos passageiros.

Em resumo, os pneus são muito mais do que simples borrachas cheias de ar; são produtos de décadas de pesquisa, desenvolvimento e inovação contínua. Cada componente é projetado com precisão para equilibrar resistência, flexibilidade e aderência, garantindo que os veículos possam operar de maneira eficiente e segura em qualquer condição. Assim, os pneus não apenas suportam o peso de nossos veículos, mas também sustentam nossa confiança enquanto enfrentamos as estradas do dia a dia.

O pneu em Forma cilíndrica é retirado do tambor retrátil e colocado dentro de uma prensa, e um saco de Borracha butílica inflada por vapor quente é colocado dentro do pneu. A prensa é aquecida, a Borracha em excesso é expulsada por cavidades afins, depois de algum tempo é retirado da Prensa o pneu pronto. (RODRIGUES, 2008).

## 8.2 DANOS CAUSADOS AMBIENTALMENTE

Os problemas decorrentes da má destinação de pneus têm sido um tema central nas discussões sobre seus impactos no solo, no ar e na água. Durante sua vida útil, os pneus liberam fragmentos no ar que podem causar reações alérgicas. Quando descartados, tornam-se estruturas difíceis de eliminar devido à sua longa vida útil e ao tamanho, o que dificulta o armazenamento adequado. A falta de locais apropriados para deposição resulta em seu abandono clandestino, aumentando os desafios estaduais na luta contra doenças e degradação ambiental.

Conforme estabelecido pelo artigo 15 da Resolução CONAMA 416/09, é proibida a destinação final inadequada de pneus no meio ambiente, incluindo o abandono em corpos d'água, terrenos baldios ou áreas alagadiças, bem como sua disposição em aterros sanitários ou queima a céu aberto.

Pneus são materiais de difícil decomposição e levam cerca de 600 anos para se decompor completamente, sendo resíduos de eliminação complexa. A queima de pneus também representa um risco de contaminação do solo e dos lençóis freáticos, liberando produtos químicos tóxicos e metais pesados que podem persistir no ambiente por até 100 anos.

O descarte inadequado de pneus em córregos, lagos ou rios pode reduzir sua capacidade de drenagem, aumentando o risco de enchentes nas áreas vizinhas e contribuindo para a propagação de doenças.

Recomenda-se evitar o descarte de pneus inutilizáveis em aterros sanitários devido à sua forma e composição, que dificultam a compactação e podem reduzir a vida útil desses locais. Pneus descartados em aterros podem reter ar e gases, fazendo com que subam à superfície e rompam a camada de cobertura, expondo resíduos e permitindo a escape de gases e chorume, além de atrair insetos, roedores e pássaros.

A queima de pneus sem controle emite fumaça contendo substâncias altamente tóxicas, com potenciais riscos para a saúde humana, como problemas respiratórios, cardiovasculares e no sistema nervoso central.



Além disso, a queima a céu aberto de pneus polui o ar com fumaça tóxica e contamina o solo ao liberar óleo que pode infiltrar e contaminar os lençóis freáticos.

Quando abandonados em locais inadequados, os pneus servem como criadouros para vetores de doenças, complicando a gestão de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários devido ao seu grande volume e dificuldade de compactação.

A queima de pneus sem nenhum tipo de tratamento ou filtro da fumaça emitida que libera substâncias altamente tóxicas, que podem representar riscos de mortalidade prematura, deterioração das funções pulmonares, problemas do coração, depressão do sistema nervoso e Central. (SOUZA, 2009).

### 8.3 ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO DE PNEUS

O reaproveitamento dos pneus após o uso é uma alternativa sustentável que pode trazer diversos benefícios, algumas alternativas para a reutilização é:

- **Pavimentação:** partes dos pneus podem ser triturados e usados na fabricação da pavimentação como estradas e calçadas oferecendo uma maior durabilidade.
- **Parques e playgrounds:** os pneus podem ser usados na construção de equipamentos para crianças, como balanço, escorregadores e estruturas de escaladas
- **Jardinagem e paisagismo:** os pneus podem ser utilizados como vasos de plantas ou como elementos decorativos em jardins.

## 9. LEGISLAÇÃO DA RECICLAGEM DO PNEU

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi criada através da Lei n.º 12.305/2010, estabelece a responsabilidade compartilhada ao longo do ciclo de vida dos produtos. Isso significa que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e prestadores de serviços públicos de

limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos são responsáveis por garantir um descarte adequado. A PNRS também promove a adoção de práticas como logística reversa e reciclagem de pneus.

## **10. CONCEITO - LOGÍSTICA REVERSA**

A metodologia da logística reversa abrange o planejamento e controle do produto desde que ele deixa o consumidor até retornar à fábrica, ou seja, o caminho contrário à sua produção. Há diversas interpretações desse termo, algumas das quais serão discutidas aqui.

De acordo com Nhan et al. (2003), a logística reversa é encarada como a otimização do fluxo de informações, materiais e recursos dentro de uma empresa, envolvendo aspectos gerenciais e operacionais. Isso engloba o planejamento, execução e supervisão do fluxo de materiais e recursos desde a sua origem até o seu destino, adaptando-os às exigências do mercado, ou seja, aos fornecedores e consumidores.

Já Vaz (2012) descreve a logística reversa como o procedimento de coleta e movimentação de produtos usados, oferecendo a esses produtos um tratamento adequado – como reciclagem, reutilização, remanufatura, coprocessamento, entre outros. No entanto, a autora destaca que essa ferramenta utilizada isoladamente não assegura eficácia.

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1999) mencionados por Hernández et al. (2012), a logística reversa é o setor da logística empresarial responsável por planejar, operar e controlar os fluxos inversos de matérias-primas, estoques e produtos, juntamente com as informações desses produtos, do consumidor à fábrica. O intuito é recuperar valor e gerar vantagens competitivas nos âmbitos econômico e socioambiental.

## **11. LOGÍSTICA REVERSA DO PNEU**

Devido à crescente demanda por descarte de pneus, o Estado interveio para normatizar a logística reversa desses produtos, preocupando-se com a qualidade ambiental.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu que fabricantes e importadores são responsáveis por coletar e destinar ambientalmente os pneus inservíveis.

A Reciclanip A Reciclanip é uma das principais iniciativas da indústria brasileira na área de responsabilidade pós-consumo, conhecida como logística reversa. Fundada em 1999 pela Anip, representa fabricantes de pneus novos no Brasil. Em 2007, estabeleceu-se a Reciclanip como entidade dedicada à coleta e destinação de pneus inservíveis.

Missão: Ser uma entidade-modelo, autossustentável, reconhecida e admirada pelo trabalho efetivo na destinação de pneus inservíveis e dotada de autonomia operacional e financeira.

Visão: Administrar o processo de coleta e destinação de pneus inservíveis em todas as regiões do Brasil, visando: Garantir a captação de pneus, por meio da participação de todos os elos da cadeia de produção. criada para gerenciar a coleta e destinação dos pneus no Brasil, enfrentando desafios logísticos devido ao tamanho do país. Os pneus podem ser remanufaturados ou reciclados, sendo utilizados em diversos produtos, como combustível alternativo para indústrias de cimento.

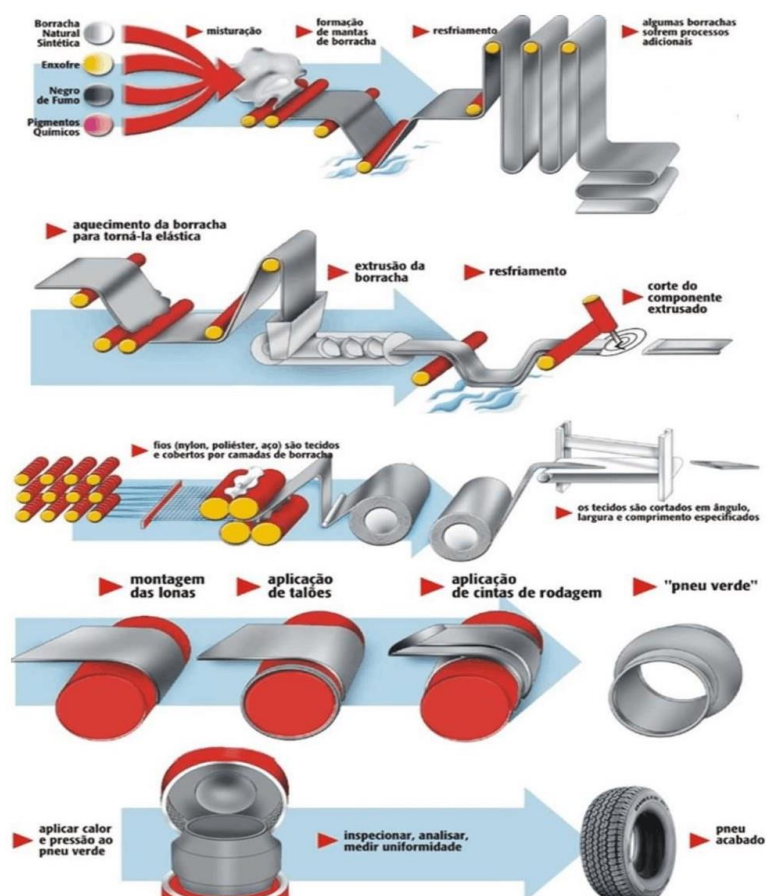
Após o primeiro uso, os pneus de veículos pesados passam pelo ciclo da logística reversa. Inicialmente, são distribuídos para revendedoras e posteriormente adquiridos por empresas de transporte e autônomos. Após o desgaste da banda de rodagem, os pneus têm duas destinações principais: remanufatura (recapagem, recauchutagem e remoldagem) ou descarte como inservíveis, ambo integram a logística reversa.

A Resolução nº 416/2009 do CONAMA define que pneus remanufaturados retornam ao ciclo produtivo, enquanto os inservíveis devem ser encaminhados a pontos de coleta (Ecopontos). Lá, empresas responsáveis realizam a reciclagem, que pode ocorrer de várias formas (laminação, energética, mecânica, criogênica, desvulcanização). Os materiais resultantes desses processos têm diversas aplicações, como na construção civil, fabricação de móveis, indústrias de cimento, entre outros.

Para Lagarinhos e Tenório (2013, p.57), “no Brasil não existe nenhum incentivo por parte do governo para a reciclagem de pneus. Todo o processo de logística reversa é financiado pelos fabricantes e importadores de pneus novos”. Este fato pode significar um aspecto positivo e desejável, caso represente uma autonomia já adquirida pelo setor. Mas, caso se revele ainda a necessidade de incentivos diretos pelo poder público, pode significar um aspecto negativo para a consolidação da logística reversa de pneus no país.

## 12. DADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE PNEU

### 12.1 ETAPAS DA PRODUÇÃO DE PNEUS



- **Mistura de Material:**

As principais matérias-primas são a Borracha Natural e sintética, o negro de fumo, enxofre, óleos, sílica, fibras têxteis e aço.

- **Calandragem e Extrusão:**

A mistura de borracha é aplicada através de rolos para formar folhas finas que serão usadas nas diferentes camadas do pneu.

A borracha é moldada em perfis específicos, como a banda de rodagem e as laterais do pneu. É feita a montagem.

- **Montagem das camadas:**

A montagem do talão é feita com arames de aço e borracha para formar os talões, que garantem a fixação do pneu na roda. A carcaça do pneu é feita com folhas de borracha, cintas de aço e fibras têxteis.

- **Aplicação da banda de rodagem:** A banda é fixada na parte externa do pneu.

- **Vulcanização:** O pneu é colocado em um molde e aquecido entre 150-180°C. O enxofre na mistura de borracha faz ligações cruzadas que tornam o pneu elástico e resistente.

- **Inspeção e Testes:**

Inspeção visual: Verificar defeitos visuais, como bolhas ou imperfeições na superfície.

Testes de qualidade: testes de resistência, uniformidade, equilíbrio e outros critérios de desempenho.

## 12.2 PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DO PNEU.

O reaproveitamento de pneus é uma prática indispensável para a gestão sustentável de resíduos e para a preservação do meio ambiente. Este processo envolve diversas etapas que têm como objetivo transformar pneus usados em novos

produtos ou matérias-primas reutilizáveis. Segue abaixo as etapas principais do processo:

### 12.3 QUANTIDADE DE PNEUS DESCARTADOS

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais anualmente no Brasil são gerados cerca de 2,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos e desses, apenas 600 mil toneladas, ou seja, 22% recebem tratamento adequado. Dos rejeitos industriais tratados, 16% vão para aterros, 1% é incinerado e os 5% restantes são co-processados, isso quer dizer que se transformam, por meio de queima, em parte de matéria-prima para a fabricação de cimento (LAGARINHOS, 2011).

### 12.4 SITUAÇÃO DO PNEU INSERVÍVEL NO MUNDO

A questão da disposição adequada de pneus usados é um problema global crescente, devido ao aumento significativo na quantidade desse material. Com o aumento das vendas de veículos, a produção de pneus também aumenta, resultando na geração de mais pneus usados. Esse cenário está sendo enfrentado por meio de legislações ambientais específicas, que visam mitigar os impactos ambientais associados a esse problema.

Na União Europeia há várias diretivas que controlam e estabelecem normas para garantir a destinação final adequada aos pneus inservíveis a partir delas foram criados 3 sistemas para coleta, um antecipado tratamento e destinação de pneus, que: são sistema de responsabilidade do fabricante, sistema de taxas e sistema de mercado livre e cada Estado da comunidade Europeia pode escolher o sistema que irá adotar. (LAGARINHOS, 2011).

## 12.5 SITUAÇÕES DO PNEU INSERVÍVEL NO BRASIL

Segundo dados levantados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) - apud ANIP (2006) - a porcentagem de pneus usados que voltam a rodar, seja pelo reuso ou após processo de reforma, é de 53,7%. E os 44,7% restantes são inservíveis. Sendo assim a partir dos dados produção de pneus fornecidos por (ANIP, 2012) pode-se estimar a geração de pneus inservíveis no Brasil nos últimos anos para se ter ideias da dimensão que este problema pode representar.

Tabela - Produção Nacional de pneus e pneus inservíveis gerados

| Período | Produção Nacional de Pneus | Pneus inservíveis Gerados |
|---------|----------------------------|---------------------------|
| 2011    | 66,9 milhões               | 29,9 milhões              |
| 2010    | 67,3 milhões               | 30,1 milhões              |
| 2009    | 53,8 milhões               | 24,0 milhões              |
| 2008    | 59,7 milhões               | 26,7 milhões              |
| 2007    | 57,3 milhões               | 25,6 milhões              |
| 2006    | 54,5 milhões               | 24,4 milhões              |

FONTE: IBAMA (2012)

“No Brasil, as atividades de reutilização [de pneus] não são regulamentadas e não existem incentivos para a reciclagem ou utilização de matéria-prima de pneus inservíveis”,

(Lagarinhos, 2004).

## 13. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS

### 13.1 VANTAGENS

De acordo, Santos, Botinha e Leal (2013) propuseram que o investimento em desenvolvimento sustentável traz vantagens competitivas e, conseqüentemente, para a economia, pois além da redução do desperdício, promove a geração de

novos empregos, principalmente no caso de funcionários com menos qualificações, considerada uma de suas grandes vantagens.

Neckelet et all (2013) sugeriram que, além da geração de emprego, os processos envolvendo logística reversa de pneus permitem a geração de lucro e a preservação ambiental, isso pode ser evidenciado no aproveitamento das matérias-primas, na revalorização desses bens devido ao seu reprocesso (GARDIN, FIGUEIRÓ, NASCIMENTO, 2010)

### **13.2 DESVANTAGENS**

A principal desvantagem é o custo elevado, devido a implementação de sistemas de logística reversa pode ser bem caro, envolvendo investimentos referente as infraestruturas, tecnologia e processos logísticos.

A baixa conscientização da população e das empresas sobre a importância da reversão logística ainda é baixa, dificultando a implementação ao sistema.

A dificuldade em relação a separação dos materiais contidos nos pneus como (borracha, aço e tecido) se tornando um desafio na hora da separação.

### **14.A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS COMO ESTRATÉGIA PARA EVITAR O DESCARTE IRREGULAR NO MEIO AMBIENTE**

A logística reversa serve para trazer uma melhor viabilidade e uma eficiência melhor na coleta e na destinação correta dos pneus já usados, e para que isso funcione é necessário estabelecer pontos específicos para descartar e para as empresas ou pessoas que irão utilizar estes produtos possam ter uma maior facilidade, e uma forma de evitar o descarte irregular e demonstrar quais são os danos causados e o que poderá causar na vida da mesma, no caso é necessário conscientizar as pessoas dos riscos, e demonstrar como elas podem estar colaborando, um exemplo disto é levar os pneus inservíveis em locais adequados, assim facilitando para o processo de reutilização.



## 14.1 EXEMPLOS DA PRÁTICA DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS

- Programa de Coleta e Reciclagem de Pneus da Reciclanip

Descrição: A Reciclanip é uma entidade criada pela Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) para gerenciar a coleta e destinação de pneus inservíveis. Pois possui pontos de coleta em várias regiões do Brasil onde os pneus inservíveis são coletados gratuitamente. Após a coleta, os pneus são transportados para centros de triagem e processamento, onde são triturados e transformados em matéria-prima para diversos produtos, como pisos industriais, asfalto de borracha e combustível derivado de pneus.

A Reciclanip já destinou milhões de pneus inservíveis de forma ambientalmente correta, o que contribuiu significativamente para a redução de resíduos e a prevenção de criadouros de mosquitos transmissores de doenças.

Outra empresa chamada Ecopneus trabalha em conjunto com fabricantes e importadores de pneus para assegurar que a quantidade de pneus coletados e reciclados concorde com o volume comercializado. Eles possuem uma vasta rede de pontos de coleta e utilizam tecnologias avançadas para reciclar e reutilizar pneus. A Ecopneus tem sido responsável por uma parcela significativa da coleta e reciclagem de pneus inservíveis no Brasil, transformando-os em produtos como grânulos de borracha, tapetes para playground e asfalto modificado.

A partir disso, nasce a ideia de sustentabilidade corporativa, que parte do pressuposto do desenvolvimento econômico, social e da preservação ambiental. As empresas possuem papel vital neste processo, pois são responsáveis pela criação ou aprimoramento de produtos ecologicamente corretos (ZYLBERSZTAJN; LINS, 2010).

## 15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer dos estudos bibliográficos que foi realizado, percebeu-se que a adoção do asfalto ecológico é viável e sustentável para conseguir dar um destino para os pneus, e muito importante para poder conseguir diminuir a quantidade de pneus descartados de forma incorreta e as queimadas decorrentes dos pneus, e usando a logística reversa pós consumo ao favor da sociedade e do meio ambiente para trazer uma melhor qualidade de vida e maior segurança nas rodovias e ruas.

Através deste estudo ficou evidente também que um produto descartado de forma incorreta além de estar perdendo oportunidades de gerar um retorno financeiro ou diminuir a necessidade buscar por matéria-prima virgem ou uma imagem positiva referente a empresa, mas para isso é necessário ter o conhecimento sobre o produto e os equipamentos corretos para que seja realizado com sucesso.

## 16. REFERENCIAS BIBIOGRAFICAS

CLAVELARIO, Renato Ferreira. Processamento de elastômeros na fabricação de Pneumáticos. 2012.

RODRIGUES, M.R.P. Caracterização do resíduo da borracha de pneus inservíveis em compostos aplicáveis na construção civil. Tese em defesa do título de Doutor – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

SOUZA, Renata Tatiana. Análise da logística Reversa de pneus usados e inservíveis e seus Impactos ambientais quando descartados inadequadamente. Monografia. Tecnólogo em Logística. Faculdade de tecnologia da zona leste. São Paulo. 2009.

Marx, K. (1996). Maquinaria e grande indústria. In K. Marx. *O Capital: crítica da economia política* (Vol. 2, p. 7-133). São Paulo, SP: Nova Cultural.

KOBAYASHI, Shunichi. Renovação da logística – como definir estratégias de distribuição física global. São Paulo: Atlas, 2000.

TRIGUEIRO, Fernando. Qualidade em Serviços e Atenção ao Cliente. Olinda: Focus, 2001.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial – transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1995.

NHAN, ANNP; SOUZA, C.; AGUIAR, R. Logística reversa no Brasil: A visão dos Especialistas. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP. 23, 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: ABREPO-Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2003.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R.S. Going Backwards: Reverse Logistics Practice. In: Reverse Logistics Executive Council. 1999

VAZ, Letícia. Educação Ambiental e Logística Reversa. 2012, 9f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, 2012.

Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; providências. Brasília, 2010.

MOTTA, F. G. A cadeia de destinação dos pneus inservíveis: o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. *Ambiente & Sociedade*, 2008, v. 11, n. 1, pp. 167-184.

RESOLUÇÃO Nº 416, DE 30 DE SETEMBRO DE 2009. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA.

LAGARINHOS, C. A. F. e TENORIO J. A. S. Logística Reversa dos Pneus Usados no

Brasil, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, EPUSP. 2013.

OLIVEIRA, F. A. F. DE; BARROCO, S. M. S. REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E SMARTPHONE: CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTITUIÇÃO DO SUJEITO CONTEMPORÂNEO. *Psicologia em Estudo*, v. 28, p. e51648, 08 de maio 2023.

ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. (org.). Sustentabilidade e geração de valor: a transição para o século XXI. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

LAGARINHOS, C. Reciclagem de pneus: Análise do Impacto da Legislação ambiental através da Logística Reversa. Tese de Doutorado, São Paulo, 2011.

LAGARINHOS, C. A. F. - "Reciclagem de Pneus: Coleta e Reciclagem de pneus. Coprocessamento na Indústria de cimento, Petrobras SIX e Pavimentação Asfáltica", Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Brasil (2004).

SANTOS, L. A. A.; BOTINHA, R. A.; LEAL, E. A. A contribuição da logística reversa de pneumáticos para a sustentabilidade ambiental. RACE – Unoesc, v. 12, n. 2, p. 339-370, jul./dez. 2013.

NECKEL, K. F. et al. Logística Reversa Aplicada na Recapagem de Pneus: Estudo de Caso. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, X, 2013, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, SEGeT, 2013.

GARDIN, J. A. C.; FIGUEIRÓ, P. S.; NASCIMENTO, L. F. Logística reversa de pneus inservíveis: discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental. Revista Gestão e Planejamento, Salvador, v. 11, n. 2, p. 232-249, jul./dez. 2010

VAZ, Gil Nuno. Marketing institucional: o mercado de idéias e imagens. São Paulo: Pioneira, 1995.

GONZAGA, C. A. M. Marketing verde de produtos florestais: teoria e prática. Revista Floresta, Curitiba, Paraná, vol. 3, 2, 2005.

POLONSKY, M. Jay. An Introduction to Green Marketing. In Eletronic. Green Journal, vol. 1, 2, 1994.

SAVITZ, Andrew W.; WEBER, Karl. The Tiple Bottom Line: How Today's Best-Run Companies Are Achieving Economic, Social and Environmental Success - and How You Can Too. San Francisco, California: Jossey-bass: A Wiley Brand, 2014. 352 p. Disponível em: Acesso em: 04 dez. 2018.

LAGARINHOS, C. Reciclagem de pneus: Análise do Impacto da Legislação ambiental através da Logística Reversa. Tese de Doutorado, São Paulo, 2011.

