

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLOGIA PAULA SOUZA  
ESCOLA TECNICA ESTADUAL JUSCELINO KUBITSCHEK DE  
OLIVEIRA**

**Técnico em Logística**

**Anderson Rodrigues Pestana**

**Arthur Henrique Almeida Napolitano**

**Emerson Roberto da Silva Vieira**

**Isaías Fernando de Sousa Colombari**

**Letícia de Novais**

**Jonathan Lopes de Souza**

**Logística Reversa: Gerenciamento do descarte de pneus – Uma  
proteção ao meio-ambiente.**

**Diadema**

**2019**

**Anderson Rodrigues Pestana**

**Arthur Henrique Almeida Napolitano**

**Emerson Roberto da Silva Vieira**

**Isaías Fernando de Sousa Colombari**

**Leticia de Novais**

**Jonathan Lopes de Souza**

**Logística Reversa: Gerenciamento do descarte de pneus – Uma  
proteção ao meio-ambiente.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em  
2019 da Etec Juscelino Kubitschek de Oliveira, Orientado pelo prof<sup>o</sup>  
Francisco Hélio, como requisito parcial para obtenção do título de  
técnico em Logística.

**Diadema**

**2019**

"Sorte é o que acontece quando a preparação encontra a oportunidade".

***Elmer Lutterman***

## RESUMO

Essa monografia tem o objetivo de apresentar detalhadamente os problemas que podem ser causados pelo descarte inadequado de pneus no Brasil e no mundo. Dentre estes problemas podemos citar a poluição de fontes de recursos naturais como rios, mares, oceanos, lagoas e o também o solo, além de na maior parte das vezes poluir o ar com queimadas do material, outro problema a ser destacado é a armazenagem em grande escala a céu aberto que acumula água da chuva e pode trazer diversas doenças para os centros urbanos e ao redor. Muitos dos casos o descarte inadequado é causado por falta de informações sobre o local correto e falta de recursos para a sociedade. A fim de reduzir os danos e minimizar a poluição global a empresa citada nessa monografia promove maneiras de coletar estes pneus dentre elas citamos, uma arrecadação porta-a-porta em determinadas regiões, além de apresentar uma sede, onde as pessoas e empresas podem descartar adequadamente seus pneus no local ideal para serem reciclados, podendo ser triturado e assim abrem-se novas opções para ser reutilizado em outros fins como asfalto, base de cimento, e também para enriquecer o sistema de escoamento de água no solo de grandes centros urbanos. Mostraremos modos de como a população pode fazer o descarte ou até mesmo utilizar para o dia a dia, o maior objetivo desse trabalho é ajudar a conscientizar sobre um dos maiores problemas do Brasil que é a poluição e a proliferação de doenças por causa de descartes inadequados. O tipo de pesquisa utilizada como estratégia para a realização do trabalho é a pesquisa bibliográfica, que é a revisão da literatura das principais teorias do tema estudado.

**Palavras-chaves:** descarte; pneus; poluição; reduzir; adequadamente; reciclados; reutilizado.

## ABSTRACT

This monograph aims to present in detail the problems that can be caused by the inappropriate disposal of tires in Brazil and in the world. Among these problems are the pollution of natural resources such as rivers, seas, oceans, lagoons and soils, in addition to polluting the air with burning of the material, another problem to be highlighted is the storage in large open-air scale that collects rainwater and can bring various diseases to and around urban centers. Many of the cases the improper disposal is caused by lack of information about the correct location and lack of resources for the society. In order to reduce damages and minimize global pollution the company mentioned in this monograph promotes ways of collecting these tires, among which we mention a door-to-door collection in certain regions, besides presenting a seat where people and companies can discard properly its tires in the ideal place to be recycled, being able to be crushed and thus open new options to be reused in other ends as asphalt, cement base, and also to enrich the system of water flow in the soil of great urban centers. We will show ways of how the population can dispose of or even use it for the day to day, the main objective of this work and help raise awareness about one of the biggest problems in Brazil that is pollution and the proliferation of diseases due to inappropriate discards . The type of research used as strategy to carry out the work is the bibliographical research, which is the literature review of the main theories of the studied subject.

**Keywords:** discard; tires; pollution; reduce; properly; recycled; reused.

## Sumário

|   |    |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 8  |
| 1.1.1 OBJETIVO GERAL.....                                     | 9  |
| 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                             | 9  |
| 1.2 METODOLOGIA.....  | 9  |
| 1.3 JUSTIFICATIVA .....                                       | 10 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO .....                                   | 10 |
| 2.1 LOGÍSTICA: ORIGENS E CONCEITOS BÁSICOS .....              | 10 |
| 3 LOGÍSTICA EMPRESARIAL .....                                 | 12 |
| 4 LOGÍSTICA REVERSA .....                                     | 14 |
| 4.1 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-VENDA .....                      | 16 |
| 4.2 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO .....                    | 17 |
| 5 DESTINOS DOS PRODUTOS DEVOLVIDOS.....                       | 18 |
| 6 PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DOS PNEUS INSERVÍVEIS..... | 18 |
| 7 RESOLUÇÃO Nº 416 DO CONAMA SOBRE PNEUS INSERVÍVEIS.....     | 22 |
| 8 PNEUS INSERVÍVEIS: ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO FINAL .....   | 26 |
| 9 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: ASFALTO ECOLÓGICO.....              | 27 |
| 9.1 INDÚSTRIA CIMENTEIRA .....                                | 29 |
| 10 HISTÓRIA DO PNEU .....                                     | 31 |
| 10.1 HISTÓRIA DO PNEU NO BRASIL .....                         | 32 |
| 10.2 PIRÓLISE DE PNEUS COM XISTO.....                         | 33 |
| 11 CONCLUSÕES .....   | 35 |
| 12 REFERÊNCIAS .....  | 36 |

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos vivemos em uma sociedade muito consumista e que durante muito tempo usaram os recursos naturais de formas inadequadas sem ao menos se preocupar com o futuro ou nas consequências que poderiam aparecer, mas com o passar dos tempos foi se descobrindo que esses recursos vêm se tornando cada vez mais limitados. Com isso veio grande pressão que a sociedade sentiu e passaram a procurar meios para que haja alguma atividade para preservar o meio ambiente e a sustentabilidade, tendo em mente não prejudicar as próximas gerações.

Depois de muitos estudos surgiu a logística reversa, uma área nova dentro da logística e que por sua vez veio exatamente para tratar desse assunto. Como já diz o próprio nome reversa, ela aborta as atividades logísticas e por sua vez envolvendo um produto que já foi usado pelo consumidor e depois rejeitado por não ter mais condições de ser usado. O grande problema surgiu quando viram que essas matérias estavam causando um grande perigo para a população, causando poluição ao meio ambiente e grande possibilidade de gerar doenças como dengue, zica vírus e chikungunya, sem contar o descarte inadequado em lixões, aterros, rios e córregos. Os princípios da logística reversa são: redução, substituição, reuso e reciclagem.

O pneumático mais conhecido como pneu, faz parte da história da humanidade desde os primeiros carros desenvolvidos, sendo eles usados para o carro poder se locomover, a principal matéria prima usada para desenvolver esse produto é a borracha, mas também tem os outros componentes químicos envolvente para a finalização desse material.

Os pneus têm uma duração de vida útil de aproximadamente 600 anos, mas isso não quer dizer que ele irá de decompor por completo, pode se levar mais algum tempo para acontecer. A composição química presente no pneu pode gerar vários fatores com o decorrer dos anos, pois o mesmo contém substâncias tóxicas que contaminam o solo, cursos de águas entre outros, tendo também como composição o óleo que chega a um nível de quase 10 litros e com isso o risco de incêndio está sempre presente para os que manuseia e sua fumaça altamente tóxica.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a logística reversa como instrumento de redução dos impactos ambientais provocados pelos pneus inservíveis observando as possibilidades de destino final do produto.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar os principais obstáculos enfrentados por empresas para fazer um descarte adequado e seguro.

Propor maneiras de reutilizar os pneus de maneira segura.

Apresentar as possibilidades de destino final: pavimentação asfáltica, indústria cimenteira, pirólise de pneus com xisto

## **1.2 METODOLOGIA**

O tipo de pesquisa utilizada como estratégia para a realização do trabalho é a pesquisa bibliográfica, que é a revisão da literatura das principais teorias do tema estudado. Para Gil (2007) o levantamento bibliográfico é realizado via livros, periódicos e artigos acadêmicos. As fontes selecionadas respeitam sua pertinência em relação ao tema e os objetivos definidos. Após a definição do material, o mesmo foi estudado com a finalidade de se produzir resumos que foram utilizados para o texto do final.

Nossa metodologia é baseada na pesquisa exploratória onde realizaremos um estudo de caso, buscando aprimorar nosso entendimento em livros, sites específicos, pesquisas quantitativas e qualitativas e pesquisa de mercado. Abordaremos o

conceito, definição, vantagens e desvantagens entre outros. A pesquisa exploratória tem por objetivo trazer maior familiaridade com o problema para explicá-lo e construir hipóteses. Por isso a necessidade de um levantamento bibliográfico e entrevistas (GIL, 2007).

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

A importância do estudo da Logística Reversa de pós-consumo voltada a reutilização dos pneus inutilizáveis esta na necessidade de compreender esses processos, os procedimentos voltados a sua realização e as normas e resoluções que regulamentam as empresas responsáveis. Encontrar uma solução viável e consequentemente permanente para esse grande problema da sociedade que é o descarte dos pneus de forma adequada após a sua vida útil.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 LOGÍSTICA: ORIGENS E CONCEITOS BÁSICOS**

Para Malvar (2013) em suas origens a logística era voltada, em especial, ao segmento militar, sua ocupação era exclusiva à reposição de armamento, munições e abastecimento no campo de batalha, contudo a elevação da renda per capita da população gerou demanda por entregas em regiões variadas, o que promoveu a expansão logística para além das questões militares. Para Callefi (2017) a logística é um procedimento:

Eficiente de planejamento, controle e implementação da movimentação e armazenagem de itens, serviços e informações relacionadas, abrangendo do ponto inicial até o ponto final que é o ponto de consumo, com proposito de atender as necessidades dos clientes. (CALLEFI. 2017.p.4)

Para Strassburg (2010) o trabalho logístico visa verificar como a gerência de uma instituição pode aperfeiçoar o fornecimento de recursos, armazenamento e sua entrega, através de um plano, que integre e controle suas ações, repensando as estratégias para o fluxo de produtos.

Para o alcance de um procedimento logístico satisfatório, é necessário um sistema de informações que supra e traga sustentação à totalidade dos procedimentos que integram seu esqueleto. "A administração de materiais, o planejamento da produção, o suprimento e a distribuição física devem assim integrar-se para remodelar o gerenciamento dos recursos fundamentais". (GOMES, 2008, p.25)

Strassburg (2010) salienta que a procura pelo aperfeiçoamento dos serviços, no tocante à logística permanece como um dos maiores desafios da gestão, sendo a armazenagem um aspecto que prevalece quando a questão são os gastos e o grau de eficiência e eficácia das metas comerciais.

Atualmente a logística visa assegurar o estabelecimento de prazos possíveis de serem honrados no decorrer da totalidade da cadeia de suprimento, proporcionando o diálogo adequado da totalidade dos setores da companhia para uma satisfação em suas parcerias com fornecedores e consumidores. Ainda a diminuição das despesas logísticas para garantir um serviço com os requisitos definidos junto aos clientes.

A maneira em que as cadeias de suprimentos são gerenciadas define o destino das empresas, seja para prosperidade ou falência, então é necessário estabelecer um fluxo organizado em toda de cadeia de suprimentos até a chegada ao consumidor final, sendo que a atividade mais relevante a ser gerenciada é o transporte, já que ao longo de toda cadeia de suprimentos é necessário movimentar os produtos para o próximo elemento. (CALLEFI. 2017.p.5)

Para Malvar (2013) na logística há um elemento importante a ser levado em conta, que é o nível de serviço logístico, pois o mesmo promove a qualidade da gestão do fluxo de bens de consumo e serviços, ofertando dados relevantes acerca do desenvolvimento das ações logísticas.

No contexto da logística há iniciativas que ajudam bastante para o controle dos gastos logísticos e influenciam no êxito de suas ações, atuando em seu no ciclo

crítico, tais como Transportes: "responsável pelo transporte de produtos ou matérias primas, sendo considerada a atividade mais importante dentro da logística, contribuindo em até dois terços dos custos logísticos". (CALLEFI. 2017.p.5). No tocante a Manutenção de estoques:

Torna-se necessário quando a entrega não pode acontecer no momento exato do fim da produção, permitem que produtos estejam disponíveis no momento da demanda, além disso, os estoques devem estar em locais próximos aos clientes ou ponto de manufatura. (CALLEFI. 2017.p.6)

Em relação ao processamento de pedidos: "atividade de menores custos se comparado às demais, o baixo tempo de processamento é ideal para o cumprimento de prazos". (CALLEFI. 2017.p.5)

### 3 LOGÍSTICA EMPRESARIAL

Para Penaforte (2013) apesar de se fazer presente na realidade cotidiana a logística é um trabalho quase nunca percebido. Nos bastidores de uma compra num comércio ou site há uma cadeia de processos logísticos. Essa dinâmica se inicia com os produtores de matérias - primas e insumos, que as ofertam para criação dos produtos, que finalizados chegam ao varejista para ser comprados pelo consumidor.

Para adquirir o produto certo e com as melhores condições, o procedimento logístico na sua totalidade precisa ser elaborado nos detalhes para satisfazer o cliente, meta central, que reduz o intervalo entre a produção dos bens e serviços e o consumidor que almejam possibilidades diversas encontra-los quando assim quiserem.

Muitas são as ações que envolvem todo o processo logístico numa empresa, mas existem atividades básicas que são fundamentais para a compreensão geral do fluxo logístico, que são elas: Processamento de Pedidos, Manutenção de Estoques e Transporte. (GOMES, 2012.p.2)

Penaforte (2013) reitera que o processo de preparação para o envio dos pedidos é a primeira ação para a mobilização da entrega. Acontece na situação onde um cliente, pessoa física ou jurídica pretende um bem de determinada companhia. Uma ação estratégica da logística é a manutenção de estoques, sua gestão bem sucedida deixa seus níveis baixos, contudo numa proporção que seja possível suprir a demanda dos clientes.

Penaforte (2013) argumenta que a definição da melhor forma para levar os produtos até seu destino, o consumidor, é de incumbência do transporte. As referidas ações são base da dinâmica logística, contudo para sua efetivação são elementares iniciativas acessórias de suporte, tais como,

Armazenagem, que administra o espaço para manter o estoque; manuseio de materiais, que cuida da parte de movimentação do produto no local de estocagem; embalagem de proteção, que evita perda de produto durante a movimentação; obtenção, atividade responsável por disponibilizar o produto para o sistema logístico; programação de produtos, que se refere ao fluxo de saída do produto; e manutenção de informação, que mantém uma base de dados com informações importantes para um correto planejamento e controle logístico. (GOMES, 2012.p.3)

São diversos os aspectos externos que interferem no segmento logístico numa companhia, "tais como culturais, ambientais, legais, econômicos" (GOMES, 2012.p.3) e etc., de tal maneira, visando um equilíbrio no processo, o segmento logístico precisa supervisionar e monitorar tais inclinações.

Para Penaforte (2013) progressivamente aumentam a quantidade de clientes com demandas novas que levam à produção de outros bens e diversificação dos meios para o seu escoamento e suprimento. Isso gera um ciclo que traz o aumento de produtores de insumos e um monitoramento maior da preparação dos pedidos, pois as distâncias das entregas ficam maiores, contudo, a manutenção dos estoques em níveis baixos para diminuir os gastos.

## 4 LOGÍSTICA REVERSA

Callefi (2017) salienta que o processo logístico vai do fornecedor ao consumidor final, contudo há circunstâncias onde o consumidor, por motivos diversos, devolve o produto a sua origem, para tal se faz necessário outra ação logística denominada Logística Reversa.

A mesma é um segmento da logística empresarial que se ocupa com as questões logísticas voltadas ao retorno de embalagens, bens de pós-venda e de pós-consumo para o negócio ou ciclo produtivo, trazendo valores de caráter variado: "econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros". (LIVA et al., 2003 Apud GOMES, 2012.p.3).

O processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo de matérias-primas, produtos em processamento, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar o fluxo ou criar valor ou descartá-lo adequadamente. (MALVAR, 2013. p. 22).

Malvar (2013) relata que os motivos de adesão à logística reversa por uma empresa são diversos, no caso da legislação, há a obrigação por parte da empresa fornecedora de se responsabilizar pelo produto, inclusive depois do seu uso, isto é, de todo seu ciclo de vida, até o descarte adequado. "E aqui no Brasil, com o Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078 de 1990) que garante o direito de devolução ou troca, após a aquisição de bens ou serviço". (MALVAR, 2013. p. 22).

Há na mesma ainda um aspecto estratégico, pois cria uma imagem para satisfazer o consumidor na prestação dos serviços de devolução, visando à rapidez no processo de troca com flexibilidade e qualidade. "Uma situação negativa, quando resolvida a tempo e com presteza, demonstra a capacidade de excelência de uma empresa e fidelizam o cliente". (GOMES, 2012.p.4)

Para Malvar (2013) no tocante a diminuição de gastos, a mesma ocorre através da retomada de valor e reintegração de ativos. O uso de embalagens reutilizáveis e a reciclagem de materiais são fatores importantes para uma expressiva economia.

Na sociedade moderna temos um comportamento consumista descontrolado, no qual progressivamente se elabora produtos novos com ciclos de vida extremamente curtos.

Com esta efemeridade, uma empresa para ser competitiva tem que acompanhar este ritmo e lançar sempre novos produtos, que é o momento de obter ganhos. Nesta dança, os novos produtos ocupam rapidamente os lugares dos "antigos", e, estando precocemente obsoletos, retornam ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados. (GOMES, 2012.p.5)

O ciclo de vida do produto, na perspectiva logística, não se encerra na entrega ao consumidor. A natureza do material e a razão do retorno definem quais tipos de iniciativas passarão no procedimento logístico reverso.

Dos materiais, temos o produto propriamente dito, que entra no fluxo reverso por motivo de reparo, reciclagem ou simplesmente devolução por erro; e embalagens, que ocorrem em detrimento de sua reutilização. (GOMES, 2012.p.5)

Há três variedades de Logística Reversa: a Logística Reversa de pós-venda, pós-consumo e de embalagem. Na primeira variedade, a Logística Reversa de pós-venda:

Ocorre apenas para produtos sem uso ou com pouco uso, que são devolvidos por diversos motivos, dentre eles, defeitos ou falhas, avarias, garantia dada pelo fabricante, erros no pedido, além de acordos comerciais como, mercadorias em consignação e pontas de estoque. (GOMES, 2012.p.5)

Para Malvar (2013) na segunda variedade a Logística Reversa de pós-consumo acontece para bens utilizados perto ou no fim do ciclo de sua vida útil, voltando ao serem descartados pela sociedade.

O que distingue a logística de pós-venda da logística de pós-consumo é a condição do bem, pois na primeira opção se "configuram com pouco ou nenhum uso, enquanto que no segundo, são conformados na situação de total desgaste ou de pouca serventia para seu proprietário". (GOMES, 2012.p.6). Na última variedade, a Logística Reversa de embalagem: "diz respeito ao retorno de embalagens no pós-venda ou pós-consumo". (GOMES, 2012.p.6)

## 4.1 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-VENDA

Segundo Gomes (2013) as características elementares da logística reversa de pós-venda são:

O planejamento, operação e controle do fluxo físico e das informações logísticas correspondentes de bens de pós-venda, sem uso ou com pouco uso, que por diferentes motivos retornam pelo elo da cadeia direta. (GOMES, 2012.p.6)

Tais razões são agregadas nas variáveis: "Comerciais; Garantia/Qualidade e Substituição de Componentes". (CALLEFI. 2017.p.14). Na variável Comercial, temos retornos contratuais e não contratuais. No caso dos não contratuais acontecem se houver:

Devoluções por algum erro do fornecedor em vendas diretas ao consumidor final, como, por exemplo, vendas realizadas na internet, por catálogos e no próprio varejo. Há reclamações do consumidor final em relação à qualidade ou defeito encontrado no produto. Neste caso, deve acontecer a substituição por um novo produto e a coleta do produto defeituoso para análise. (CALLEFI. 2017.p.14)

Para Malvar (2013) no tocante aos retornos comerciais contratuais acontecem ao termos um compromisso preexistente entre companhias para devolução de bens do estoque. Estoque excessivo resulta em gastos e prejuízos, assim esses contratos preexistentes têm por fim elevar o valor residual de tais bens e diminuir os gastos com manutenção. Em certas circunstâncias são comuns:

Na venda de produtos em consignação, no qual a mercadoria excedente tem retorno programado em contrato. Retorno para ajustes de estoque no canal, os produtos devolvidos são revalorizados e enviados para o mercado secundário, como outlets ou ponta de estoque, ou em poucos casos voltam ao mercado de origem. (MALVAR. 2013.p.24)

Tais acordos resultam do excedente do estoque na via, como no caso de bens em:

Promoções que não são totalmente vendidos; baixa rotação no estoque são aqueles produtos que têm pouca saída; substituição para entrada de novos produtos acontece muito na venda de carros, onde a cada período é lançado um novo modelo; e sazonalidade de produtos, como nos produtos de moda no qual cada estação tem seus produtos específicos. (GOMES, 2012.p.7)

Malvar (2013) reitera que em relação a variável retorno por Qualidade/Garantia, a mesma atrela-se a qualidade específica aos bens, onde a devolução ocorre por "defeitos de fabricação, de funcionamento ou prazo de validade findado". (GOMES, 2012.p.7). Exemplos de devolução desta variável são:

Produtos defeituosos quando apresentam falhas no funcionamento ou sem defeitos, mas por mau uso devido à falta de manuais de instrução; produtos que nem são entregues ao consumidor, pois são danificados durante o trajeto e, por fim, a devolução de produtos com prazo de validade vencida, que normalmente é uma exigência legal. (GOMES, 2012.p.7)

Enquanto as Devoluções por Substituição de componentes resultam da revisão de produtos duráveis ou semiduráveis, como acontece na comercialização de peças refeitas no segmento automobilístico.

## **4.2 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO**

No pós-consumo os bens ou materiais tem sua vida útil finalizada, tornando-se impróprios à comercialização. Contudo podem ser reaproveitados através da logística reversa e suas vias de retorno, que tem fases atreladas ao regresso de produtos tidos como bens de pós-consumo, fazendo o procedimento logístico no pós-consumo.

O pós-consumo relaciona-se ao ciclo de vida útil de certo produto. "entendida como o tempo decorrido desde a sua produção original até o momento em que o primeiro possuidor se desembaraça dele" (LEITE, 2003, p. 34 apud). A logística reversa tem como principal preocupação o regresso do bem de pós-consumo ao ciclo produtivo.

O descarte do produto inicia o procedimento de logística reversa a reintrodução deles à cadeia de valor via ciclo produtivo ou de negócios, sendo descartado apenas em último caso. A ideia de ciclo de vida do produto sua elaboração e vai até o destino final dele, que pode ser o descarte, reparo ou reaproveitamento, gerando materiais que regressam ao procedimento de suprimento, produção e distribuição.

## **5 DESTINOS DOS PRODUTOS DEVOLVIDOS**

Callefi (2017) salienta que após a devolução via logística reversa de pós-venda, é fundamental verificar o destino correto de cada produto. Há a possibilidade de reutilização, desmanche e reciclagem ou até mesmo o descarte.

Se passíveis de reutilização os mesmos podem ser vendidos, tendo em vista a probabilidade de utilização no mercado de segunda mão, se não houver essa possibilidade da usufruição do produto, o mesmo segue para o desmanche, onde haverá o reaproveitamento das peças e sua remanufaturação.

Para Callefi (2017) no caso da reciclagem, as peças são reutilizadas como "matérias-primas secundárias, retornando ao ciclo produtivo". (GOMES, 2012.p.8). Não tendo préstimo para nada, o referido produto será destinado a "aterros sanitários, lixões ou incineração". (GOMES, 2012.p.8).

## **6 PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DOS PNEUS INSERVÍVEIS**

Os problemas que há no descarte de pneus sem utilidade se explica pela falta de locais próprios para este fim, que visam reduzir ameaças ao ambiente e conseqüentemente à saúde. Ainda os escassos locais que existem não chegam ao conhecimento da população por falta de divulgação.

Os operadores da rede de logística reversa, tanto os produtores como vendedores dos pneus, precisam planejar suas ações visando vantagens conjuntas e recíprocas nesse contexto de proteção ambiental.

Os pneus inservíveis são um problema crescente no mundo todo resultando em prejuízos ambientais e de saúde pública e por não sofrer biodegradação sua disposição em aterros sanitários torna se inadequada por ser um resíduo volumoso que causa a contaminação do solo. (GARDIN, 2010, p.239)

Os pneus não têm metais pesados em sua composição, contudo quando dispostos a céu aberto trazem graves problemas ao ambiente e saúde. Os pneus inutilizáveis se descartados em rios ou terrenos baldios, trazem poluição visual e são meios facilitadores de proliferação de doenças tais como dengue, leptospirose, malária e febre amarela.

Embora exista regulamentação e fiscalização referente ao descarte inadequado de pneus essas ações são falhas, mesmo com todos os esforços que poder público, empresas e instituições vem adotando para evitar os acúmulos desses resíduos em vias públicas, aterros e em outros locais inadequados no intuito de minimizar os impactos negativos provocados por esses resíduos, tais atitudes são insuficientes. Com o passar dos anos aumentou a necessidade de adotar medidas preventivas mais rigorosas, com o intuito minimizar os danos ao meio ambiente resultantes de ações passadas, de prevenir futuros impactos negativos e evitar que a situação se tome irreversíveis. (SANTANA, 2016, p.22)

Se deixados ao solo os pneus em desuso trazem problemas como o desgaste da superfície via atrito, sendo assim não aconselhável empilhá-los, pois há grandes possibilidades de explosão ou submersão, que vão erodir o solo. Os pneus inutilizáveis são classificados como resíduos sólidos não tendo valor sua conservação por parte dos proprietários, tendo pouca durabilidade tornando-se resíduos rapidamente.

Um pneu de passeio roda em torno de 50.000 quilômetros, que tem duração média de dois anos e podem causar poluição ao ambiente por cerca de 600 anos após seu descarte de forma inadequada. Também podem obstruir as vias de escoamento de águas da chuva, causando enchentes em áreas habitacionais de riscos (ANDRIETA, 2002 apud VIANA, 2009).

A combustão de pneus provoca graves prejuízos ao meio ambiente devido à liberação de substâncias tóxicas que corroboram para as mudanças climáticas e aquecimento global. A queima de um pneu de tamanho médio solta em média dez litros de óleo na superfície, que quando chega ao lençol freático contamina a água do subsolo.

Quanto aos pneumáticos inservíveis, a sua disposição final causa preocupações, pois seu descarte errado pode acarretar grandes malefícios ao solo, atmosfera, sistemas hídricos, flora e fauna que convivem em ambientes próximos. Aos grandes problemas que estes podem causar, algumas alternativas vêm sendo criadas para dar o fim certo para os materiais que constituem os pneumáticos inservíveis. (LYRA, 2015, p.15)

Proporciona ainda "a emissão de gases como dióxido de carbono, dioxinas, hidrocarbonetos aromáticos, policíclicos e outras substâncias tóxicas e cancerígenas" (RODRIGUES, 2009, p.7). Viana (2009) orienta a não armazenagem de pneus em grandes quantidades, pois o procedimento demanda locais protegidos, contudo a alta combustibilidade do produto torna um possível incêndio incontrolável.

A fumaça tóxica emitida na queima de pneus representa sérios riscos de morte prematura, doenças pulmonares, doenças cardíacas e depressão do sistema nervoso. Além disso, a liberação de gases como o enxofre, pode causar chuvas ácidas. (RODRIGUES, 2009, p.7).

Em relação à poluição das águas decorrente da liberação de substâncias via queima dos pneus, ela pode durar 100 anos. Uma possibilidade para essa questão seria a incineração dos pneus inutilizáveis através de fornos industriais, o que demandaria investimentos robustos em fornos com filtros conhecidos como Clínter, comuns, em especial, nas indústrias cimenteiras.

Tais filtros impedem a emissão de fumaça tóxica no meio ambiente, restringindo os níveis de poluição. Assim os pneus são incinerados em duzentos graus centígrados e são suprimidos de forma correta, respeitando o meio ambiente, pois o formato dos pneus dificultam a estocagem e transporte.

Assim, pela sua quantidade e pelos danos potenciais ao ambiente e ao bem-estar social, os pneus são mencionados nominalmente entre os vinte e um itens que compõem o passivo ambiental, o que evidencia a relevância da questão a ser abordada. Greca e Morilha (2003) afirmam que os pneus inservíveis constituem, atualmente, um passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e a saúde pública, tendo em vista suas peculiaridades de durabilidade, quantidade, volume e peso. (SANTANA, 2016, p.22)

O fim do destino dos pneus inutilizáveis é uma questão difícil de resolver, pois são produtos com bastante volume e necessitam ser estocados em circunstâncias adequadas para prevenir incêndios. Nas questões de transportes, aconselha-se a trituração dos resíduos, contudo o procedimento gera custos, pois demanda a aquisição de instrumentos para a realização do processo.

Hoje não se orienta a estocagem dos pneus em aterros sanitários por conta da baixa compressão, o que limita a vida útil dos aterros, pois os pneus armazenados captam os gases exalados pela deterioração dos resíduos orgânicos, inflam e explodem o que pode gerar combustão, que libera enxofre, carbono e demais dejetos tóxicos.

A situação se torna mais grave devido o processo de combustão, que envolverá outros resíduos presentes nos aterros com composição desconhecida, o que certamente agravará o problema. (RODRIGUES, 2009, p.4)

## 7 RESOLUÇÃO Nº 416 DO CONAMA SOBRE PNEUS INSERVÍVEIS

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA publicou em 2009 via Resolução nº 416, uma disposição a cerca da prevenção da degradação ambiental provocada por pneus inutilizáveis, focando no correto destino final deles.

A Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões através da Coordenação Geral de Gestão da Qualidade Ambiental do IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) é incumbida pela gestão, supervisão e execução desta lei e da nova resolução de 2010, lei nº 12.305, que versa a cerca da logística reversa.

Considerando que os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) determinou que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. A Lei Nº 12.305, aprovada em 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O artigo 33 desta Lei institui que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus devem implementar sistemas de logística reversa para providenciar o retorno destes produtos após o uso pelo consumidor (Lei Nº 12.305). (GARDIN, p.3)

Os pneus inutilizáveis como um passivo que traz graves riscos ao meio ambiente e a saúde pública é o pneu com danos irreparáveis, não tendo conserto. (CONAMA, 2009). A lei exige que pneus com peso unitário acima de 2 kg, sejam coletados pelos fabricantes e importadores para o destinação final quando inutilizáveis.

O calculo do peso dos pneus a serem destinados é calculado considerando-se o fator de desgaste de 30 % (trinta por cento). Os distribuidores, os revendedores, os destinadores, os consumidores finais de pneus e o Poder Público deverão, em articulação com os fabricantes e importadores, implantar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no País. (SOUSA. 2014, p.6)

A lei possibilita que os fabricantes e importadores contratem companhias terceirizadas para o procedimento de coleta e destino final dos pneus inutilizáveis, contudo a responsabilidade final permanece sendo do fabricante ou importador.

Um pneu é considerado como inservível quando não existe mais possibilidade de uso ou reforma. Os pneus inservíveis quando descartados de forma inadequada constituem um problema ambiental grave, já que podem proporcionar tanto danos ambientais como malefícios à própria saúde das pessoas. A prática da logística reversa de pneus inservíveis, entendida como o ciclo reverso do ponto de consumo até a destinação final destes objetos, é uma solução possível para evitar tais problemas. (SOUSA. 2014, p.6)

A acomodação final apropriada, tendo em vista as normas ambientais que estabelece processos específicos para descaracterização dos pneus em relação sua aparência primária, onde certos itens ficam passíveis de reaproveitamento ou reprocessados, desde que de acordo com os órgãos ambientais responsáveis. A lei vigente e a instrução técnica visa prevenir prejuízos à saúde pública e à segurança, reduzindo os impactos no ambiente.

Um sistema de logística reversa pode ser entendido como um conjunto de interações entre os agentes principais, os quais são interdependentes no processo logístico reverso dos pneus inservíveis. No entanto, é necessário que os agentes da cadeia reversa de pneus inservíveis tais como fabricantes, importadores, destinadores, órgãos públicos, distribuidores, revendedores, pequenos comerciantes, borracheiros e consumidores finais, entendam os riscos ao ambiente e a saúde pública que estes resíduos proporcionam, para que ocorram esforços mútuos e colaboração no descarte, coleta e destinação em perspectivas ambientalmente corretas. (SOUSA. 2014, p.6)

Assim fabricantes e fornecedores de pneus precisam informar regulamente dois pareceres ao CTF (Cadastro Técnico Federal) do IBAMA. A princípio deve expor os procedimentos "de produção, importação, exportação e envios de pneus às montadoras de veículos novos, indicando a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) e as quantidades em quilogramas e unidades". (SOUSA. 2014, p.7)

Num segundo momento, registram os dados finais relacionados às coletas para declarar o fim dos pneus anualmente. A Resolução do CONAMA, em seu artigo nº 11 d, estabelece as responsabilidades dos fabricantes e fornecedores de pneus em relação ao procedimento de coleta e destino dos pneus inutilizáveis:

I - divulgar amplamente a localização dos pontos de coleta e das centrais de armazenamento de pneus inservíveis; II - incentivar os consumidores a entregar os pneus usados nos pontos de coleta e nas centrais de armazenamento ou pontos de comercialização; III - promover estudos e pesquisas para o desenvolvimento das técnicas de reutilização e reciclagem, bem como da cadeia de coleta e destinação adequada e segura de pneus inservíveis; e IV - desenvolver ações para a articulação dos diferentes agentes da cadeia de coleta e destinação adequada e segura de pneus inservíveis. CONAMA (2009, p. 4)

As companhias que recebem os pneumáticos inutilizáveis têm por atribuição divulgar o CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica) da companhia favorecida e especificar o destino feito. É necessário indicar o número em quilo e a forma de tecnologia usada na destinação final. O sistema específico conecta os dados, o que permite às companhias supervisionar o progresso do lugar de destino e se foi cumprida a demanda acordada.

Aqui no Brasil, os fabricantes de pneus novos, arcam com todos os custos da coleta e destinação dos pneus inservíveis, como transporte, trituração, coleta e destinação final dos pneus inservíveis. Desde então os investimentos foram de R\$ 551 milhões até dezembro de 2013. (VIEIRA, 2009, p. 120)

A acomodação apropriada dos pneus inutilizáveis precisa acontecer na forma de lascas ou picotados, obrigatoriamente. A deliberação impede a armazenagem de pneus em locais abertos. As companhias que os recebem precisam ter condições físicas para armazenagem e licenciamento ambiental específico para tal. Assim cada qual precisa preparar o destino dos pneus em tempo máximo de até um ano.

Na resolução CONAMA N. 301/02 Art. 1º e Art. 11, onde as empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos, tanto automotor como não automotores, são obrigados a coletar e dar destinação final adequada aos pneumáticos inservíveis em todo território nacional, e as distribuidoras, revendedoras, borracharias e consumidores, junto a fabricantes, importadoras e ao poder público, deverão colaborar para adoção dos procedimentos de logística reversa. (SOUSA. 2014, p.7)

Assim fabricantes e fornecedores de pneus novos precisa ter um projeto de controle com mecanismos e regularidade na coleta, com relatórios de seis programas de educação feitos associados aos operadores da cadeia logística, demonstrando as licenças ambientais conquistadas, características e a previsão de pneus coletados (CONAMA, 2009).

Os pneus inservíveis tem uma destinação ecologicamente correta. Os mesmo são coletados em pontos de coletas e nas Subprefeituras e transportados às empresas de trituração, que os transforma em pedaços de borracha que podem ser moídos com separação do aço e tecido para gerar novos produtos como asfalto, borracha, pisos, tapetes, ou destinação a cogeração energética, substituindo outros combustíveis. (SOUSA. 2014, p.8)

Ainda tal resolução estabelece que fabricantes e fornecedores precisam estruturar locais para coletas, em municípios acima de 100.000 habitantes, se não for possível, terceirizar tal procedimento, sendo exigida a entrega de um projeto de gerenciamento. Há ainda as responsabilidades dos estabelecimentos comerciais que recebem e fazem a acomodação transitória dos pneus inutilizáveis.

No momento da troca, a companhia comercializadora precisa receber os pneus utilizados levados pelos clientes, a entrega é sem vantagens beneficis, contudo o estabelecimento precisa, contudo, aderir a processos que gerencia a origem e o destino final dos pneus.

## 8 PNEUS INSERVÍVEIS: ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO FINAL

No Brasil, devido à criatividade das pessoas, os pneus inutilizáveis são reaproveitados de formas diversas. São muitas alternativas de baixo custo e com procedimentos simples de destino final, contudo focaremos nas três alternativas principais e comuns na logística reversa, tendo potencial elevado de demanda e não são soluções limitadas e não se tornam obsoletas no curto prazo.

No Brasil, a fim de reduzir os impactos negativos que o descarte inadequado dos pneus inservíveis pode causar, o material possui diversas formas de reutilização, a mais praticada, consiste no uso dos pneus como fonte de energia alternativa em usinas cimenteiras. A utilização do material descartado também ocorre na produção de solas de sapatos, tapetes de veículos automotivos e borrachas para vedação, assim como, podem ser empregados em pisos de fábricas e quadras esportivas. (NÓBREGA, 2014, p, 5)

No decorrer do processo de descarte dos pneus, sociedades procuram modos de usá-los na sua realidade de circunstâncias socioeconômicas, culturais e locais. Por conta da imensa proporção de material produzido e questões de acomodação, diversas alternativas de destino final vêm sendo postas em prática. Para a reciclagem de pneus temos um ciclo que vai da coleta, transporte, trituração até a divisão da borracha, aço e lona, produzindo sucatas que vão ser voltadas ao mercado.

Como destinação adequada, conforme o art. 3º, inciso VII, compreendem atividades como a reciclagem, recuperação, utilização como fonte energética, dentre outras atividades baseadas na classificação do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente). Todas essas práticas contribuem para que as externalidades originadas do descarte de resíduos sólidos sejam reduzidas e propiciem um aumento do bem-estar social. A lei propõe o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, para os agentes geradores de resíduos sólidos de acordo com determinadas especificações. Os agentes dispõem de instrumentos como a gestão integrada dos resíduos, coleta seletiva e sistema de logística reversa. (POURRE, 2016, p, 36)

O custo da granulometria aumenta quanto o processamento for menor, realidade que inviabiliza o avanço de alguns mercados possíveis. Em tal perspectiva, é elementar a colaboração entre instituições de pesquisa e companhias. Procura-se com isso estudar as possibilidades de mercado e o avanço de tecnologias adequadas ao contexto brasileiro e que favoreçam o uso da borracha passada por reciclagem em grandes proporções.

## 9 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: ASFALTO ECOLÓGICO

A borracha resultante da trituração de pneus inutilizáveis precisa ser tratada como um valiosíssimo bem, no qual o uso passa por expansão em mercados variados. A inclusão da borracha de pneus inutilizáveis nas mesclas asfálticas não prejudica seu resultado, em contra partida, pode favorecer certos predicados mecânicos, fazendo promissora sua utilização como agregada.

A pavimentação asfáltica ou asfalto ecológico é produto da borracha obtida da fragmentação de pneus, sendo um bem valioso, destacando-se que, os resultados alcançados indicam que a inclusão de borracha de pneus nas misturas asfálticas não compromete seu desempenho, podendo, ao contrário, melhorar algumas propriedades mecânicas, tornando seu uso promissor, como agregado. A pavimentação possui maior potencial de utilização, devido a dois fatores: utilizar um grande volume de pneus usados e melhorar as características dos ligantes asfálticos e do concreto asfáltico com a adição de farelo de pneu, ressaltando que o custo do asfalto ecológico é 12% superior ao convencional, o que pode parecer uma desvantagem inicial. (SANTOS, 2017, p, 23)

Estudos evidenciam que se referem a uma mescla mais resistente e com durabilidade, ainda juntando as suas intenções e finalidades ecológicas de imensa importância. Registros recebidos através de companhias brasileiras incumbidas da produção dessa forma de asfalto revelam que "para recapear um quilômetro de pista com espessura de cinco cm de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) são utilizados aproximadamente 1000 pneus inservíveis". (GARDIN, 2010, p, 10)

Experiências com tal asfalto específico são realizadas no Brasil desde 2001. Já em 2009 tínhamos cerca de 3.500 km de estradas em cidades e rodoviárias, no Brasil, usando tal matéria-prima. Além desse aspecto evidenciado temos o fato de que menos de 10% do seu conjunto rodoviário brasileiro é coberto por pavimentos asfálticos.

Assim, a pavimentação de apenas 0,5% (cerca de 7.800 km) do total de quilômetros de rodovias não pavimentadas poderia consumir mais de 11 milhões de pneus inservíveis, dependendo da espessura das pistas. Com um descarte anual estimado em 44 milhões de pneus, a incorporação de borracha de pneus ao pavimento asfáltico pode contribuir significativamente para o equacionamento da questão da disposição final desses resíduos no país. (GARDIN, 2010, p, 7)

A pavimentação é um dos campos mais pesquisados, por ser considerada a alternativa com maiores possibilidades de uso, por conta de dois aspectos, em especial: "a utilização de um grande volume de pneumáticos usados e a melhoria das características dos ligantes asfálticos e do concreto asfáltico com a adição de farelo de pneu". (GARDIN, 2010, p, 7). Salientamos que o asfalto a base de borracha tem valor 12% a mais que o convencional.

A pavimentação possui maior potencial de utilização, devido a dois fatores: utilizar um grande volume de pneus usados e melhorar as características dos ligantes asfálticos e do concreto asfáltico com a adição de farelo de pneu, ressaltando que o custo do asfalto ecológico é 12% superior ao convencional, o que pode parecer uma desvantagem inicial. O pneu como fonte de energia é "um bom destino final, para os pneus, são os fornos das fábricas de cimento, que já estão equipados para amenizar a emissão de poluentes na atmosfera". (GARDIN, 2010, p, 8)

Contudo, mesmo assim, o emprego dessa alternativa tem fundamento por conta da diminuição do custo com manutenção, já que o asfalto a base de borracha estende em torno de 44% a vida útil do pavimento, e ainda restringe a densidade da mescla asfáltica usa.

Contudo, em relação a outros aspectos importantes, observa-se que, mesmo com imensa possibilidade de uso do pó de pneu para matéria prima de pavimentação, tal possibilidade por si só não representa uma saída real para redução do problema ambiental desse passivo no Brasil, devido ao pouco grau de investimento no segmento na última década.

Circunstância que evidencia claramente a urgência e relevância de investimentos públicos e particulares, com a finalidade de fazer ascender esta forma de reciclagem

## 9.1 INDÚSTRIA CIMENTEIRA

Em relação à Indústria cimenteira o procedimento é picar o pneu de forma mecânica e junto ao clínquer, que é a principal matéria-prima para produzir o cimento, em 1200°C. A indústria brasileira de cimento dissipa em média, três milhões de pneus ao ano. Calcula-se que produção de cimento, via 66 plantas contidas no país, possui condições de dissipar 14 milhões de pneumáticos inutilizáveis ao ano.

De acordo com o Sindicato nacional da Indústria do Cimento (SNIC), existem 65 fábricas de cimento instaladas no Brasil, sendo que 35 estão licenciadas pelos órgãos ambientais para coprocessar resíduos, possuindo uma capacidade potencial de destruição de 2,5 milhões de toneladas de resíduos com composições diversas. A utilização desses resíduos como combustível alternativo representou uma substituição de 15% de combustíveis fósseis não renováveis em 2007 (NÓBREGA, 2014, p, 12).

A melhor forma para fazer a combustão dos pneus, de forma que se evite problema de exalação da fumaça negra e substâncias tóxicas é o coprocessamento, isto é, realizar a combustão dos resíduos em fornos de cimento utilizando eles para produzir energia. "A queima de resíduos industriais a 1700° C transforma quimicamente as substâncias perigosas, fazendo com que as emissões de gases na atmosfera sejam menos poluentes". (GARDIN, 2010, p, 8)

Em relação às cinzas decorrentes do processo são acrescentadas ao cimento, onde são encapsuladas em aglutinações concebíveis. A combustão de pneus ou

demais residuo em fornos de cimento precisa acompanhar certos parâmetros definidos via instituição de gestão ambiental responsável do Estado, onde as cimenteiras são constituídas.

A técnica do coprocessamento é o processo de oxidação térmica de resíduos nos fornos de fabricação de clínquer, principal composto na fabricação do cimento. A atividade é realizada no interior de um forno que possui em média 60 m de comprimento e 4 m de diâmetro, alcançando temperaturas da ordem de 1.400°C na zona de clinquerização e um tempo de residência para os gases de até 10 segundos. De acordo com Marques (1999), essas condições resultam na destruição de quase toda carga orgânica, e as cinzas são formadas por componentes inorgânicos, ficando incorporadas ao clínquer. (NÓBREGA, 2014, p, 3).

No que se refere à logística reversa dos pneus inutilizáveis, para Reciclanip, ONG fundada via ANIP para controlar o destino adequado dos pneus desprezados. A reciclagem de pneus no Brasil gira em torno de quatro milhões de unidade ao mês, cerca de 80% desses pneus desprezados são transformados na combustão de fornos das cimenteiras.

Em 2007, o mesmo foi aperfeiçoado e passou a ser realizado através da RECICLANIP, que é uma entidade voltada exclusivamente para a coleta e destinação de pneus no Brasil. Através de parcerias com distribuidores, revendedores e prefeituras foram possíveis à implantação de centros de recepção de pneus inservíveis, os chamados EcoPontos. Ainda segundo a ANIP (2010), no Brasil há 457 pontos para coleta de pneus inservíveis, porém, quando o número é comparado aos 5.564 municípios existentes no país, torna-se desprezível. O pneu inservível é atrativo para utilização como combustível alternativo ao coque de petróleo e carvão mineral na indústria cimenteira devido ao seu elevado poder calorífico. (NÓBREGA, 2014, p, 3).

Devido ao elevado poder energético, próximo ao do coque de petróleo e mais que do carvão, são utilizados completos ou picados. Com isso podemos deixar de utilizar o combustível fóssil e também gera lucro como possibilidade, porque os

fabricantes de pneus chegam a pagar "às cimenteiras cerca de R\$50 por tonelada, sendo comentado que hoje o fabricante financia para que futuramente se crie um mercado". (ANIP, 2007 apud GARDIN, 2010, p, 7).

## 10 HISTÓRIA DO PNEU

De acordo com ANIP (2013), o pneu é um componente imprescindível ao funcionamento dos veículos, criado no século XIX, desde então, passou por diversas etapas de aprimoramento e evolução tecnológica.

Para GOODYEAR (2009) o pneu é definido como, revestimento de borracha inflado por ar comprimido, usado nas rodas de veículos.

RECICLANIP (2009) define o pneu como, todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos automotores e bicicletas.

Conforme ANIP (2013), a borracha, por exemplo, não passava de uma goma "grudenta", que era utilizada para impermeabilizar tecidos, apresentando sérios riscos de dissolver se tivesse exposição à altas temperaturas, porém esse cenário foi sendo mudado, pelos experimentos do americano Charles Goodyear, iniciados por volta de 1830, onde após um acidente, foi concluído que a borracha cozida e altas temperaturas com enxofre mantinha a sua condição de elasticidade no calor ou no frio, ou seja, foi descoberto o processo de vulcanização da borracha, dando forma ao pneu e aumentando a segurança na freadas.

Ainda para ANIP (2013), os irmãos Michelin, foram os primeiros a patentear o pneu, em 1845, para automóvel. Em 1847 as etapas do desenvolvimento dos pneus ainda passaram por análise e desenvolvimento do inglês Robert Thompson, que colocou uma câmara cheia de ar dentro dos pneus de borracha maciça. Em 1888, as fabricas passaram a investir mais em sua segurança, devido a utilização do pneu em larga escala.

Para suas funcionalidades COSTA (2009) diz além de servirem como uma almofada de ar para os veículos, precisa suportar em quaisquer condições a movimentação ou aceleração de seu veículo em qualquer condição climática e em diferentes tipos de cenários, sendo assim silencioso em seu trajeto dando conforto ao veículo, e claro precisa ter longa duração.

"O processo de descoberta por acidente, trouxe ao mundo umas das idéias, mas bem importante para o processo de locomoção de um local para outro, assim não precisamos nos preocupar com o desconforto em nossas viagens"  
COSTA (2009)

## 10.1 HISTÓRIA DO PNEU NO BRASIL

É possível perceber pelas pesquisas realizadas, que o Brasil não é um país muito antigo em fabricação de pneus de borrachas.

De acordo com SINPEC (2011), A produção de pneus no Brasil foi iniciada em 1934, época que foi implantado o Plano Geral de Viação Nacional", mas a concretização deste plano foi em 1936 com a instalação da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha (conhecida popularmente como Pneus Brasil), no Rio de Janeiro, fabricando 29 mil pneus em seu primeiro ano. A produção nacional aumentou para 441 mil unidades, devido a outras grandes fabricantes no mundo, passarem a produzir seus pneus no país, em 1938 e 1941. O Brasil tinha produzido mais de 29 milhões de pneus no final dos anos 80. Após esse feito, o Brasil conta com a instalação de mais de 15 fábricas de pneus, sendo quatro internacionais: Firestone, Goodyear, Bridgestone, Michelin e Pirelli, o Brasil está em sétimo colocado no ranking da categoria de pneus e em quinto colocado em pneus para caminhões/ônibus e camionetas.

"Único elo de ligação entre o veículo e o solo, o pneu exerce papel fundamental no dia-a-dia das pessoas, proporcionando mobilidade, agilidade e rapidez nos veículos modernos"

Um pneu é composto com diferentes materiais tais como: estrutura em aço, náilon, fibra de arame, rayon, fibra de vidro/ poliéster; borracha natural e sintética, além de diversos tipos de polímeros; reforçados químicos como carbono preto, sílica e resinas; antidegradantes ( ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão ( sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e produtos auxiliares ( PIRELLI BRASIL, 2007).

## 10.2 PIRÓLISE DE PNEUS COM XISTO

A Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto - PETROBRÁS-SIX, que está estabelecida em São Mateus do Sul – PR criou um procedimento de reuso das borrachas dos pneus, através de um tratamento junto ao Xisto em seu parque industrial. O procedimento aceita em média 5% de proporção de Xisto, em pneus triturados.

A pirólise é, desde meados da década de 1990, o processo mais utilizado na reciclagem de pneus. Considerada uma destilação destrutiva, visa reaproveitar componentes do pneu como matérias-primas ou combustíveis. A seguir são descritos o processo genérico da pirólise e algumas de suas implementações conhecidas no Brasil e em outros países. O processo de pirólise pode ser genericamente definido como sendo o de decomposição química por calor na ausência de oxigênio. Os resíduos que alimentam o reator pirolítico podem ser provenientes do lixo doméstico, de resíduos plásticos e outros resíduos industriais. (VIEIRA, 2009, p, 12)

No ano de 2009 o procedimento reutilizava cerca de três milhões de pneus na referida unidade. "Este processo de reciclagem é certificado pelas normas ISO 14001 E OHSAS 18001". (PETROBRAS, 2009 apud GARDIN, 2010, p, 7).

Via tal serviço, a Petrobrás faz o destino final dos pneus de modo correto na perspectiva das normas ambientais. Os referidos pneus inutilizáveis são deixados na unidade, já efetivamente picotados depositados em uma granulometria específica com cerca de 8cm x 8cm. Como resposta, a Petrobrás oferece uma certificação de destino final de respeito à norma ambiental com a finalidade de comprovar o trabalho ao IBAMA.

A combustão de pneus inutilizáveis em fornos controlados traz possibilidades de renda e reutilização, porque a unidade do pneu conserva a energia de cerca de 9,4 litros de petróleo. Estima-se que no Brasil são usados, em média, cerca de 500 mil pneus para combustão, isso economiza 12 mil toneladas de petróleo.

O processo consiste na trituração destes resíduos previamente selecionados. Após esta etapa, são levados ao reator pirolítico onde, através de uma reação endotérmica, ocorrerão as separações dos subprodutos em cada etapa do processo. O reator pirolítico possui três zonas específicas, a saber: 1. Zona de secagem. Local onde ocorre a secagem dos resíduos que irão alimentar o reator. Esses resíduos atravessam duas etapas, a pré-secagem e a secagem propriamente dita. A temperatura no ambiente pode variar de 100° a 150° C. A secagem dos resíduos é extremamente relevante no processo como um todo, uma vez que a umidade interfere negativamente no processo pirolítico. 2. Zona de pirólise. Local das reações químicas. Ocorre a volatilização, a oxidação e a fusão. As temperaturas variam de 150° a 1600° C. Nesse processo também ocorre a coleta dos produtos - álcoois, óleo combustível, alcatrão, entre outros. 3. Zona de resfriamento. Onde ocorre a coleta dos resíduos, gerados pelo processo da pirólise. Podem ser citados o char, as cinzas e escória. (VIEIRA, 2009, p, 12)

No que se referem aos procedimentos, os pneus inutilizáveis são entregues fatiados em tiras em volta de 80 cm e agregados ao Xisto, depois submetidos a uma temperatura de cerca de 500° C. Assim o mineral elimina os restos orgânicos tornando-se óleo e gás.

Com isso o Xisto e a borracha são submetidos a um procedimento de limpeza para a separação do óleo leve e retirada dos gases, que são o gás combustível e o gás liquefeito. Os resíduos do procedimento são deixados nas cavas nas minas de Xisto, no qual são revertidos por uma faixa de argila e cobertura vegetal, facilitando, assim, o uso do espaço para estabelecer rebanho de animais, plantação ou urbanização.

O processamento "Petrosix" demonstra-se como uma possibilidade operacional e financeiramente factível na perspectiva técnica, e ainda é um expediente ambiental com segurança, certificado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e operacionalmente apropriado para o tratamento de cerca de 30 milhões de pneus inutilizáveis ao ano.

Desde 1998 a Petrobrás, por meio do projeto PETROSIX, instalou uma usina de reprocessamento conjunto de xisto e pneus descartados para a produção de óleo e gás natural, graças à tecnologia desenvolvida pela própria empresa e reconhecida mundialmente. A empresa localiza-se em São Matheus do Sul, no Paraná, onde a exploração de

xisto betuminoso já ocorria há alguns anos. Esse processo será descrito mais adiante, pois se trata da última etapa da logística reversa do pneu no estudo de caso apresentado. (VIEIRA, 2009, p, 12)

Ainda em 2008, a Petrobrás alcançou o número de 11 milhões de pneus tratados a partir do começo da agregação de pneus no processamento.

O coprocessamento com Xisto tem a facilidade de que o pneu só é picado e transforma todo o pneu em outros produtos e sua limitação é a quantidade processada, no máximo 5% do processamento de pneu, e uma única recicladora. (VIEIRA, 2009, p, 10)

O empreendimento não gera lucros à Petrobrás, pois o processo é custoso. Contudo, há benefícios ambientais que traz fundamento no procedimento. "A dengue é um claro exemplo. As águas que se acumulam nos pneus são um perigo do ponto de vista da saúde pública. Sem contar que esse pneu velho, processado, pode se tornar pneu de novo. Com isso, há economia de matéria-prima"(GARDIN, 2010, p, 9). O processo não se reverteu em lucro pra empresa ainda, contudo é um mercado para os catadores de lixo, que recebem cerca de R\$ 0,50 por pneu.

## 11 CONCLUSÕES

Consideramos no decorrer do estudo que a logística reversa de pós-consumo de pneus inutilizáveis é uma alternativa importante de reutilização dessa matéria prima. Três alternativas se destacaram pela viabilidade, como: asfalto ecológico, pirólise com Xisto e indústria cimenteira.

O aproveitamento de asfalto borracha é limitado ainda, mas é uma boa possibilidade devido ao grande mercado. Na pirólise com xisto tem o pneu é todo picado e transformado em outros produtos, mas a questão logística é desvantajosa. A produção de energia pela indústria cimenteira é a mais comum e poluente.

As possibilidades de uso de pneus inservíveis devem ser aliadas a viabilidade econômica, social e ambiental. A logística para coleta de pneus inservíveis é complexa

num país das extensões do Brasil, assim uma alternativa única não pode absorver os pneus descartados na totalidade.

É preciso sistematizar o uso destas alternativas, otimizando suas vantagens. Mais que alternativas de reciclagem é preciso à implementação de sistemas logísticos reversos que funcionem para gerenciar o procedimento de destino final.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos é um incentivo a logística reversa de pneus inservíveis, contudo há a dificuldade no levantamento de dados do fluxo da cadeia reversa, devido aos diversos agentes envolvidos.

## 12 REFERÊNCIAS

ANIP 2013 História do Pneu - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Disponível em <<http://www.anip.com.br/?cont=anip>>. Acessado em: 19 de Abril de 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS - ANIP. São Paulo. Ecopontos. Disponível em:< <http://www.anip.com.br/>> Acesso em: 17 de maio de 2019.

BERTOLLO, S. M.; JÚNIOR, J. L. F.; SCHALCH, V. Benefícios da incorporação de borracha de pneus em pavimentos asfálticos. In: XVIII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. 2002. 2.

CALLEFI, Mario Henrique Bueno Moreira; Barbosa, W illyan Prado; Ramos, Diedo Vieira. 2017. "O papel da logística reversa para as empresas: fundamentos e importância."

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 416 de 01 de outubro de 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 03. Maio. 2019.

GARDIN, Josy Alvarenga Carvalho. 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.

GOMES, Carlos F. S.; RIBEIRO, Priscilla C. C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2012.

GOODYEAR 2009 História do Pneu, Brasil, Borracha História do Pneu Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/historia-do-brasil/historia-do-pneu>> Acessado em: 13 de Maio de 2019.

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

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa: categorias e práticas empresariais em programas implementados no Brasil – um ensaio de categorização. In: XXIX Encontro da Anpad – EnAnpad. De 17 a 21 de setembro de 2005, Brasília – DF

LIVA, Patrícia Beaumord Gomes; PONTELO, Viviane Santos Lacerda; OLIVEIRA, Wedson Souza. Logística reversa. Gestão e Tecnologia industrial. IETEC, 2003.

MORILHA, J. (2007); ARMANDO; GRECA, MARCOS ROGÉRIO Asfalto Borracha ECOFLEX - Apresentação do Asfalto Borracha. Cuiabá. Disponível em: [www.grecaasfaltos.com.br](http://www.grecaasfaltos.com.br)

NÓBREGA, Cláudia Coutinho. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. Eng Sanit Ambient | v.19 n.3 | jul/set 2014. Extraído de: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n3/1413-4152-esa-19-03-00293.pdf> Acesso em: 03. Maio. 2019.

PETROBRAS. Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/refinarias/unidade-de-industrializacao-do-xisto-six.htm>> Acesso em: 18 de maio de 2019.

POURRE, Ohana Vitor. O DESTINO DOS PNEUS DESCARTADOS: Leis Vigentes e Tecnologias Utilizadas no Brasil. UFRJ. Monografia de Bacharelado economia. 2016. Extraído de: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/1428/1/OVPourre.pdf> Acesso em: 03. Maio. 2019.

SANTOS, Gustavo Botelho. RECICLAGEM DE PNEUS: vantagens econômicas e ecológicas. 2017. UFU. Bacharelado em ciências econômicas. Extraído de: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21677/3/ReciclagemDePneus.pdf> Acesso em: 03. Maio. 2019.

SOUSA, João Vitor de Oliveira. Sistema de Logística Reversa de Pneus Inservíveis na cidade de Teresina: um estudo exploratório da aplicação praticada resolução de nº 416/2009do CONAMA. ENGEMA. 2014.

SPECHT, L. P. (2004) Avaliação de misturas asfálticas com incorporação da borracha reciclada de Pneus. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre.

STRASSBURG, U. O uso da logística na gestão de estoques. Ciências Sociais Aplicadas em Revista, vol. 6, n. 11, 2006.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. Revista de Gestão Social e Ambiental- RGSA, n. 3, p. 120-136, set./dez 2009.