

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL - CAMPUS DE POMBAL-PB**

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE PNEUS EM  
ESTABELECIMENTOS DE BORRACHARIAS E REVENDA DE PNEUS  
NA CIDADE DE POMBAL-PB**

**Jossevan de Alcantara Alves**

**Pombal- PB**

**2014**

**Jossevan de Alcantara Alves**

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE PNEUS EM  
ESTABELECIMENTOS DE BORRACHARIAS E REVENDA DE PNEUS  
NA CIDADE DE POMBAL-PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da  
Universidade Federal de Campina Grande como  
requisito para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Ambiental.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho**

**Pombal – PB**

**Abril 2014**

**Jossevan de Alcantara Alves**

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE PNEUS EM  
ESTABELECIMENTOS DE BORRACHARIAS E REVENDA DE PNEUS  
NA CIDADE DE POMBAL-PB**

Monografia aprovada em 09 de Abril de 2014.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho (CCTA/UFCG - Orientador)

---

Prof. Dr. José Cleidimário de Araújo Leite (CCTA/UFCG - Examinador Interno)

---

Prof. Allison Haley dos Santos (CCJS/UFCG - Examinador Externo)

**Pombal – PB**

**Abril 2014**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus irmãos, e de forma especial, aos meus pais Romão e Paulina que em momento algum, mediram esforços para possibilitar-me minha formação durante essa trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por estar sempre comigo, iluminando-me, guiando-me e dando graça, força e sabedoria para que possa fazer sempre, as escolhas certas em toda a minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho por não ter medido esforços para auxiliar-me neste trabalho, aconselhando-me para que pudesse fazer o melhor possível sempre.

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental pelo conhecimento transmitido ao longo do curso, aos técnicos de laboratório e demais servidores efetivos e terceirizados deste Centro.

Aos meus amigos Simone, Michel que colaboraram no tratamento dos dados coletados, Francisco Fabricio e Rafael por terem me acompanhado na pesquisa de campo e aplicação dos questionários.

Aos proprietários/funcionários de borracharias e revendedores de pneus visitados, pelo tempo e dados disponibilizados que foram de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Enfim, muito obrigado a todos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura interna do pneu diagonal .....	11
Figura 2 - Vista do corte de um pneu radial e suas respectivas partes.....	12
Figura 3 - Materiais presentes na composição de pneus radiais para automóveis ...	12
Figura 4 - Pontos de coleta de pneus inservíveis declarados por estado .....	18
Figura 5 - Tecnologias utilizadas na destinação de pneus inservíveis em 2012 .....	20
Figura 6 - Percentual de cumprimento da meta nacional de destinação de pneumáticos inservíveis.....	21
Figura 7 - Fluxo do ciclo de vida do pneu .....	31
Figura 8 - Mapa de localização do município de Pombal-PB.....	34
Figura 9 - Procedimento metodológico para execução da pesquisa.....	35
Figura 10 - Quantidade de pneus trocados semanalmente .....	38
Figura 11 - Característica do local de armazenamento dos pneus usados.....	39
Figura 12 - Frequência de coleta.....	40
Figura 13 - Destinação dos pneus usados .....	40
Figura 14 - Entrega da cartilha sobre práticas de gerenciamento de resíduos .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação quanto aos riscos potenciais de contaminação do Meio Ambiente.....	6
Tabela 2 - Classificação quanto à natureza ou origem.....	6
Tabela 3 - Classificação de pneus conforme as Resoluções CONAMA Nº 258/1999.7	
Tabela 4 - Classificação de pneus conforme a Resoluções CONAMA Nº 416/09 .....	8
Tabela 5 - Composição química média de um pneu .....	10
Tabela 6 - Pontos de Coleta de Pneus Inservíveis Cadastrados em 2013 na Paraíba .....	19
Tabela 7 - Percentual do cumprimento da meta de destinação de pneus pelos fabricantes e importadores em 2012 .....	21
Tabela 8 - Dados referentes à legislação, fiscalização e gestão ambiental nas borracharias e revendedores de pneus visitados .....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABEIPRE - Associação Brasileira de Empresas de limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados

ABLP - Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABR - Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus

ALAPA - Associação Latino Americana dos Fabricantes de Pneus, Aros e Rodas

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CO- Monóxido de Carbono

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito

ETRMA - European Tyreand Rubber Manufacturers Association

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INETI - Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NBR - Associação Brasileira do Seguimento de Reforma de Pneus

OMC - Organização Mundial do Comércio

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

SINDIPNEUS – Sindicato das Empresas de Revenda e Prestação de Serviços de Reforma de Pneus e Similares do Estado de Minas Gerais

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UPAN - União Protetora de Ambiente Natural

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	3
2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
3.1 <i>Resíduos sólidos – Aspectos Gerais</i> .....	4
3.2 <i>Pneus</i> .....	7
3.3 <i>Histórico do surgimento e evolução do pneu</i> .....	8
3.4 <i>Composição, Tipos e Fabricação do Pneu</i> .....	9
3.5 <i>Produção Mundial e Nacional</i> .....	14
3.6 <i>Armazenamento, coleta e destinação final de pneus</i> .....	15
3.7 <i>Reciclagem e Aplicações de Pneus Usados e Inservíveis</i> .....	22
3.8 <i>Impactos causados por pneus usados e inservíveis</i> .....	29
3.9 <i>Ciclo de vida e manutenção do pneu</i> .....	30
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
4.1 <i>Classificação da pesquisa</i> .....	33
4.2 <i>Caracterização da área de estudo</i> .....	33
4.3 <i>Mecanismos de coleta de dados para pesquisa</i> .....	35
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
5.1 <i>Borracharias existentes na cidade de Pombal-PB</i> .....	37
5.2 <i>Amostras selecionadas para a pesquisa</i> .....	37
5.3 <i>Resíduos sólidos: pneus usados e inservíveis gerados</i> .....	38
5.4 <i>Gerenciamento dos pneus usados e inservíveis</i> .....	38
5.5 <i>Legislação, fiscalização e gestão ambiental nos estabelecimentos visitados</i> .....	41
5.6 <i>Cartilha informativa</i> .....	42
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	44

<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>52</b>

## RESUMO

Os resíduos de pneus usados e/ou inservíveis têm como principal fonte de concentração os estabelecimentos de borracharias, o que é inerente à própria atividade deste setor, os quais são causadores de alterações significativas ao ambiente quando gerenciados de modo inadequado. Este trabalho tem por objetivo realizar uma avaliação quanto aos problemas ambientais, no que diz respeito à geração, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos de pneus na cidade de Pombal-PB, tendo em vista o considerável aumento da frota de veículos automotivos na cidade, e por consequência, aumento na procura por serviços de troca de pneus. O método de avaliação fundamentou-se num levantamento de informações documental e de campo por meio da aplicação de questionários, bem como também análise das instalações físicas de 08 (oito) borracharias e 05 (cinco) estabelecimentos de revenda de pneus, além da responsabilidade ambiental dos mesmos, que foram escolhidos de forma aleatória distribuída em diversos bairros da cidade. O resultado deste estudo nos possibilitou vislumbrar a urgente necessidade de especificações, normatizações e adequação ambiental dos revendedores de pneus novos e borracharias da cidade de Pombal-PB, assim como também de um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, uma vez que na maioria dos casos apresentam sérias deficiências.

**Palavras chave:** pneus usados e/ou inservíveis, gerenciamento, impactos ambientais.

## ABSTRACT

The waste of used tires and/or unserviceable main concentration source establishments of tire, which is inherent in own activity in this sector, which are causing significant changes to the environment when improperly managed. this work aims to perform an evaluation in relation to environmental problems, with regard to the generation, storage, collection, transportation, treatment and final destination of solid waste tyres in the town of *Pombal-PB*, in view of the considerable increase in automotive vehicle fleet in the city, and consequently, an increase in demand for services from changing tires. The assessment method was based on a survey of documentary and field information through the application of questionnaires, as well as analysis of the physical facilities of 08 (eight) tire and 05 (five) retail establishments of tires, in addition to the environmental responsibility of the same, were chosen randomly distributed in various districts of the city. The result of this study enabled us to glimpse the urgent need for specifications, regulations and environmental suitability of the resellers of new tires and tire of the city of *Pombal-PB*, as well as to an adequate management of solid waste generated, since in most cases present serious deficiencies.

**Keywords:** used tires and/or unserviceable, management, environmental impacts.

# 1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos está associada à história da humanidade, uma vez que o homem deixou de ser nômade e passou a fixar residência, começando, desta forma, a conviver com os resíduos por ele gerados. Nos primeiros núcleos habitacionais, em razão da quantidade e composição gravimétrica dos resíduos sólidos, os mesmos eram dispostos diretamente nas ruas, terrenos próximos das casas ou queimados (TENÓRIO, 2007).

O aumento populacional em ritmo acelerado, a industrialização, o padrão de vida baseado no consumismo, aliado à falta de políticas eficientes e eficazes no gerenciamento adequado dos resíduos sólidos ao longo da história da humanidade contribuíram para o aumento da geração e acúmulo de resíduos sólidos, acarretando dessa forma, sérios impactos ambientais negativos, bem como à saúde pública, tornando-se um dos grandes desafios para a sociedade atual e futura, principalmente no tocante a degradação dos recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos (MOTTA, 2008).

Hoje, a situação da gestão dos resíduos sólidos mostra-se em cada cidade brasileira de forma distinta, prevalecendo, entretanto, um panorama longe do ideal, apesar da aprovação da Lei Nº 12.305/2010, que instituem a Política Nacional de Resíduos Sólidos (MONTEIRO *et al.*, 2001). Lei esta que estabelece alguns princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Entre os vários resíduos gerados pelo homem, os pneumáticos usados e inservíveis têm ganhado uma atenção especial nos últimos anos, em virtude da grande quantidade que vem sendo gerada e por apresentarem, em sua maioria, uma composição formada por diversos materiais de difícil decomposição, como borracha, aço, nylon, poliéster e elementos químicos, de forma que o seu gerenciamento inadequado têm sido um grande problema ambiental, social e de saúde pública (MATTIOLI *et al.*, 2009).

No Brasil, a Resolução Nº 258/1999 do CONAMA foi a primeira Lei Federal a tratar do destino dos pneus inservíveis, entretanto o descarte destes vem ocorrendo a sessenta e três anos, desde o início da produção de pneus no país, o que tem

contribuído para um grande número de pneus descartados, espalhados por aterros, terrenos baldios, rios e lagos, bem como quintais de residências, gerando diversos tipos de impactos ambientais negativos (NOHARA et al. 2006).

O gerenciamento de pneus usados e inservíveis de forma ambientalmente correta tem sido um desafio para o setor público e à sociedade, principalmente em alguns estados do Brasil. Um dos principais problemas enfrentados tem sido a coleta dos pneus usados e inservíveis, apesar de existirem pontos de coleta fixados em vários estados, devido a sua dispersão e a extensão do território brasileiro (SANDOVAL, 2005).

Até então, não existe uma alternativa que seja economicamente viável e ambientalmente correta, apesar de existirem diversas alternativas que podem ser usadas para dar destinação aos pneus (MOTTA, 2008).

Diante do exposto, este trabalho se justifica pela necessidade de uma avaliação da maneira como se procede à geração, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e descarte de pneus usados e inservíveis na cidade de Pombal-PB.

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1 Objetivo Geral*

Fazer um levantamento da forma de gerenciamento dos resíduos pneumáticos gerados por meio das atividades desenvolvidas em estabelecimentos de borracharias e revenda de pneus existentes na cidade de Pombal-PB.

### *2.2 Objetivos Específicos*

- Quantificar os estabelecimentos de borracharias e revenda de pneus existentes na cidade de Pombal-PB;
- Diagnosticar a situação quanto ao gerenciamento de pneus usados e/ou inservíveis dos empreendimentos de borracharias e revenda de pneus;
- Despertar a percepção ambiental dos proprietários e funcionários por meio da elaboração e distribuição de uma cartilha informativa acerca da importância do gerenciamento adequado dos pneus usados e/ou inservíveis, bem como da legislação vigente no que diz respeito à correta destinação deste resíduo.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### *3.1 Resíduos sólidos – Aspectos Gerais*

A partir do surgimento dos núcleos habitacionais inicia-se a geração de resíduos sólidos, entretanto não era uma preocupação para a sociedade, pois não existiam produtos contendo plástico, metais pesados e outros compostos tóxicos em sua composição, sendo jogados diretamente em quintais e terrenos nas proximidades das casas ou queimados a céu aberto (TENÓRIO, 2007).

Esse quadro se manteve por vários séculos, porém a relação direta do homem com os resíduos na Europa na Idade Média resultou na disseminação de doenças forçando a população da época buscar novas soluções, sendo criadas leis municipais, códigos de postura e regulamentos policiais, que regulavam a limpeza das ruas e os depósitos do lixo fora das cidades, dando origem aos lixões atuais, ou eram queimado, matando os germes de doenças que causavam mortes em massa na época (UPAN, 2008).

A partir do século XVIII, com a revolução industrial, houve um aumento na extração de recursos naturais, tendo em vista a ampliação da produção de bens e serviços, aumento desordenado da população, bem como também “o desenvolvimento dos meios de transportes e a evolução do comércio internacional” (TENÓRIO, 2007).

No século XX a indústria passou a produzir materiais com características diferenciadas, borrachas, matérias especiais para indústria eletrônica, plásticos e muitos outros produtos contribuindo para geração de grande quantidade de resíduos sólidos de difícil decomposição (SPERANDIO, 2005).

A crescente quantidade de produtos e resíduos gerados reflete o ritmo com que se extraem os recursos naturais, os quais parte é consumida, e, posteriormente transformada em sobras, que, em alguns casos, apresentam propriedades danosas à saúde do homem e ao meio ambiente, ultrapassando a capacidade suporte natural do planeta (UPAN, 2008).

Embora em passos mais lentos, a gestão de resíduos sólidos vem buscando acompanhar o desenvolvimento das atividades e da tecnologia. No Brasil, medidas importantes têm sido adotadas por parte de instituições públicas em todos os níveis de governo com maior seriedade sendo acompanhada com mais rigor pela

população, pelos órgãos de controle ambiental, pelo Ministério Público e pelas organizações não governamentais voltadas à defesa do meio ambiente, a fim de resolver os problemas da gestão de resíduos sólidos (MONTEIRO *et al.*, 2001).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº12.305/2010, define resíduos sólidos como sendo:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, Lei Nº12.305/2010).

Na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR-10.004, Resíduos Sólidos - classificação, de 2004, estabelece-se a seguinte definição para resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólido e semis sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável em fase à melhor tecnologia disponível (ABNT, NBR nº 10.004/2004).

A classificação dos resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, seus constituintes suas características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, NBR 10.004, 2004).

Na classificação, são vários os modos utilizados na diferenciação dos resíduos sólidos, sendo as mais comuns, a classificação em relação aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e quanto à natureza ou origem (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Quanto aos riscos potenciais de contaminação do Meio Ambiente, a NBR 10.004/2004 da ABNT os classifica como mostrado na TAB. 1.

Tabela 1 - Classificação quanto aos riscos potenciais de contaminação do Meio Ambiente

<b>CLASSE I OU PERIGOSOS</b>	São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
<b>CLASSE II OU NÃO-INERTES</b>	São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe III – Inertes.
<b>CLASSE III OU INERTES</b>	São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Fonte: ABNT, NBR N° 10.004/2004, Adaptado.

Para Monteiro et al.( 2001), em relação à natureza ou origem, o elemento central para a classificação dos resíduos sólidos se dá em cinco classes, como mostrado na TAB. 2.

Tabela 2 - Classificação quanto à natureza ou origem

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lixo doméstico ou residencial</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lixo domiciliar especial:</b></li> <li>- Entulho de obras</li> <li>- Pilhas e baterias-</li> <li>- Lâmpadas fluorescentes</li> <li>- Pneus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lixo de fontes especiais</b></li> <li>- Lixo industrial</li> <li>- Lixo radioativo</li> <li>- Lixo de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários</li> <li>- Lixo agrícola</li> <li>- Resíduos de serviços de saúde</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lixo comercial</b></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lixo público</b></li> </ul>		

Fonte: Monteiro *et al.*( 2001), Adaptado.

Para uma gestão eficiente dos resíduos sólidos é imprescindível uma série de procedimentos, dentre os quais a segregação do resíduo sólido na fonte

geradora, coleta, triagem, reciclagem, o tratamento do restante e a disposição final dos resíduos tratados de forma segura e ambientalmente correta.

### 3.2 Pneus

Pneus são definidos como sendo um artefato de borracha, que está presente em nosso cotidiano, no qual são utilizados, seja de forma direta ou indireta, para locomoção ou para o transporte de cargas (RIBEIRO, 2005).

A seguir são apresentados nas TAB. 3 e 4 os seguintes termos específicos, para a classificação de pneus conforme as Resoluções CONAMA N° 258/1999 e a N° 416/2009.

Tabela 3 - Classificação de pneus conforme as Resoluções CONAMA N° 258/1999

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>Pneu ou pneumático</b>	Todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos automotores e bicicletas;
<b>Pneu ou pneumático novo</b>	Aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum (TEC);
<b>Pneu ou pneumático reformado</b>	Todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida útil de rodagem em meios de transporte. Tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4012 10 da Tarifa Externa Comum (TEC);
<b>Pneu ou pneumático inservível</b>	Aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional, conforme código 4012.20 da Tarifa Externa Comum (TEC).

Fonte: Resolução CONAMA N°258/1999, Adaptado.

Tabela 4 - Classificação de pneus conforme a Resoluções CONAMA Nº 416/09

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>Pneu ou pneumático</b>	Componente de um sistema de rodagem, constituído de elastômeros, produtos têxteis, aço e outros materiais que quando montado em uma roda de veículo e contendo fluido(s) sobre pressão, transmite tração dada a sua aderência ao solo, sustenta elasticamente a carga do veículo e resiste à pressão provocada pela reação do solo;
<b>Pneu novo</b>	Pneu, de qualquer origem, que não sofreu qualquer uso, nem foi submetido a qualquer tipo de reforma e não apresenta sinais de envelhecimento nem deteriorações, classificado na posição 40.11 da Nomenclatura Comum do Mercosul-NCM;
<b>Pneu usado</b>	Pneu que foi submetido a qualquer tipo de uso e/ou desgaste, classificado na posição 40.12 da NCM, englobando os pneus reformados e os inservíveis;
<b>Pneu reformado</b>	Pneu usado que foi submetido a processo de reutilização da carcaça com o fim específico de aumentar sua vida útil, como: Recapagem recauchutagem, remoldagem;
<b>Pneu inservível</b>	Pneu usado que apresente danos irreparáveis em sua estrutura não se prestando mais à rodagem ou à reforma.

Fonte: Resolução CONAMA Nº416/2009, Adaptado.

### *3.3. Histórico do surgimento e evolução do pneu*

O pneu passou por várias transformações desde o seu surgimento, que ocorreu em 1845, inventado por Robert W. Thomson, após o americano Chales Goodyear em 1830 descobrir, depois de vários experimentos, que aquecendo borracha e enxofre juntos a altas temperaturas, as propriedades da borracha eram melhoradas, dando estabilidade independentemente da forma e das condições climáticas, originando desta forma o processo de vulcanização (AMARAL, 2012).

No entanto a invenção de Robert W. Thomson logo caiu no esquecimento devido ao alto custo para a produção do pneu. Cabendo ao escocês John Dunlop após 43 anos, a concepção do pneu moderno utilizando borracha vulcanizada para criar uma sobre roda e posteriormente colocar uma cobertura sobre uma roda de madeira da bicicleta de seu filho dando maior velocidade a mesma, porém tais pneus não eram facilmente removidos (PNEUS E CIA, 2010).

Mais tarde, em 1845, os irmãos Michelin foram os primeiros a patentear o pneu para automóvel (ANIP, 2014). No início do ano de 1890, inventaram os pneus

removíveis fixados em aros e que podiam ser reparados após furos (PNEUS E CIA, 2010).

Desde então, as rodas de ferro e de madeira que eram usados nos automóveis da época foram substituídos por pneus fabricados utilizando borracha natural, por serem altamente resistente a impactos e de grande durabilidade, além de proporcionar mais agilidade, conforto e segurança no transporte (SANTOS, 2002).

No Brasil a fabricação de pneu teve início em 1934, com a implantação do Plano Geral de Viação Nacional, que veio a se concretizar com a instalação da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha mais conhecida como pneus Brasil, sediada no Rio de Janeiro, produzindo no primeiro ano, mais de 29 mil unidades (FIESP, 2014).

A partir de então outras grandes fabricantes multinacionais se instalaram no Brasil, e entre 1938 e 1941, a produção nacional de pneus já chegava a 441 mil unidades, chegando a atingir, no final dos anos 80, mais de 29 milhões de pneus (ANIP, 2013).

Atualmente estão instaladas no Brasil 17 fábricas de pneus e dez produtores, sendo cinco destas empresas internacionais: Bridgestone, Continental, Goodyear, Michelin e Pirelli (ANIP, 2013).

### *3.4 Composição, Tipos e Fabricação do Pneu*

#### *3.4.1 Composição*

O pneu apresenta uma estrutura complexa, formado por diversos materiais, constituído basicamente de borracha natural e borracha sintética, apresentando ainda outras matérias-primas como negro de fumo, tecido de nylon, derivados de petróleo, aço e produtos químicos. O negro de fumo proporciona a borracha qualidades como durabilidade e desempenho, além de aumentar a resistência mecânica à ação dos raios ultravioletas (CARVALHO, 2007).

No entanto, o negro de fumo vem sendo substituído pela sílica na construção dos chamados “pneus ecológicos” (RESENDE, 2004), pois é considerado o grande “responsável pelos maiores problemas ambientais enfrentado pela indústria de pneus”, em virtude de dificultar a reciclagem dos pneumáticos usados (BNDES, 1998).

A quantia utilizada de cada um desses componentes na fabricação de um pneu varia de acordo com uso o qual ele será destinado. Prova disso é a diferença da composição entre os pneus de passeio e de caminhão. No primeiro, a borracha predomina, sendo 27% sintética e 14% natural; o negro de fumo constitui 28%, os derivados de petróleo e produtos químicos respondem por 17%, o material metálico (ou aço) por 10% e o têxtil por 4%, sendo planejados para suportar altas velocidades, enquanto que os pneus de caminhão de carga são fabricados de acordo com o peso que deverão suportar. Com isso, a quantidade de borracha natural nos pneus de caminhão está em torno de 30% (FIESP, 2014).

Como pode ser observado TAB. 5, diferentes são os componentes químicos presente na estrutura de um pneu.

Tabela 5 - Composição química média de um pneu

Elemento/composto	% Massa
<b>Carbono</b>	70,0
<b>Hidrogênio</b>	7,0
<b>Óxido de Zinco</b>	1,2
<b>Enxofre</b>	1,3
<b>Ferro</b>	15,0
<b>Outros</b>	5,5

Fonte: RECICLAR É PRECISO, 2014.

### 3.4.2 Tipos de pneus

Existem pneus de diferentes tamanhos e de capacidades distintas para atender o diversificado mercado, sendo os mais comuns e em maior quantidade os pneus para automóveis, caminhões, ônibus, utilitários leves, motocicletas e bicicletas, além de pneus exclusivos para aviões, tratores agrícolas e equipamentos de construção (ANDRIETTA, 2009).

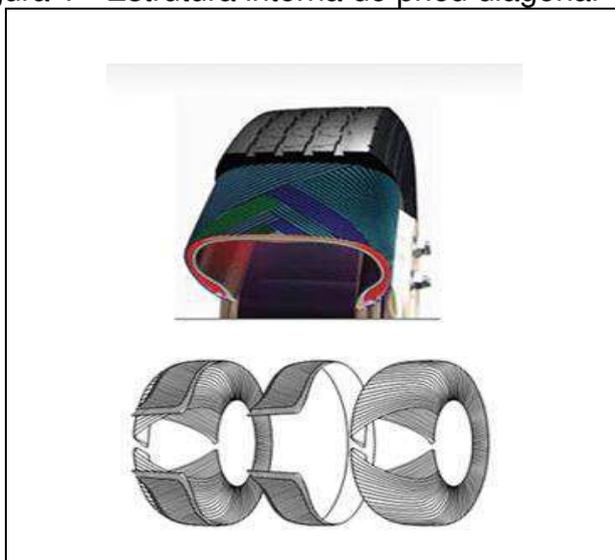
O mesmo autor ainda pondera que a maior parte dos pneus são preenchidos por ar comprimido, em uma câmara de borracha introduzida dentro do pneu, contudo, nos últimos anos desenvolveu-se a utilização de pneus sem câmara, com o ar comprimido diretamente no seu interior, especialmente nos automóveis. Também existem pneus com a borracha sólida, em que sua utilização é restrita a alguns veículos industriais, agrícolas e militares, conhecidos como "pneus maciços".

Os pneus são classificados de acordo com o arranjo de sua carcaça, sendo dividido em dois grupos: diagonais ou convencionais e radiais (PIRELLI, 2009). Os

pneus diagonais apresentam uma estrutura interna à base de lonas têxteis cruzadas uma em relação à outra, apresentando aço apenas no talão do pneu, sendo mais fácil de ser reciclado (REVISTA BRASILEIRA DO AÇO, 2009).

Segundo a Michellin (2009), os pneus do tipo diagonais (FIG. 1) apresentam características como desgaste mais rápido, conseqüentemente, menor vida útil e um aquecimento elevado em virtude de sua deficiência na condução de calor do material têxtil.

Figura 1 - Estrutura interna do pneu diagonal

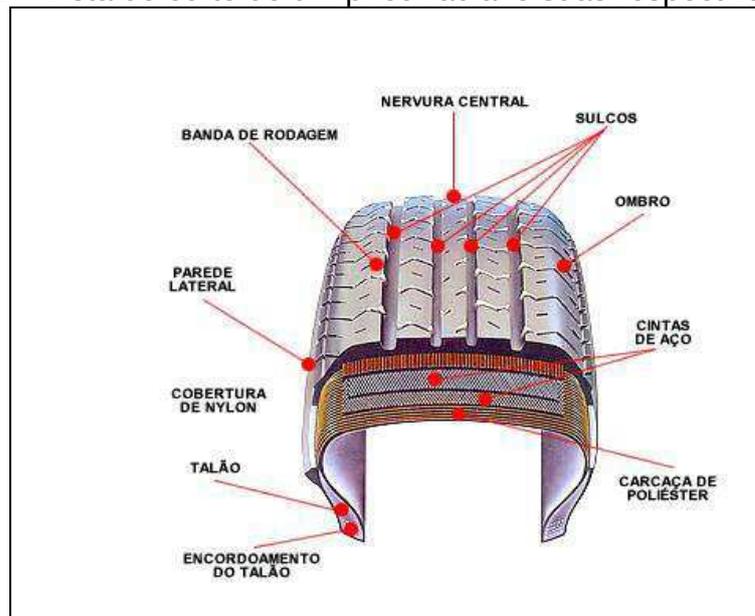


Fonte: Hanko Oktire, 2013.

Nos pneus radiais, os fios da carcaça estão distribuídos em arcos perpendiculares ao plano de rodagem e orientados em direção ao centro do pneu (BRASIL TIRIES, 2009), possuindo uma estrutura interna de aço, que dificulta o processo de reciclagem sendo necessário máquinas sofisticadas para realizar a separação do aço, elevando o custo para a trituração (RIBEIRO, 2005).

Apesar de mais caros, os pneus radiais (Ver FIG. 2) são maioria no mercado por terem maior quantidade de borracha natural, o que oferece maior reforço em sua carcaça, desenhos distintos em sua banda de rodagem, mais resistência, durabilidade, aderência e estabilidade que os pneus convencionais (SANTOS e AGOSTINHO, 2010).

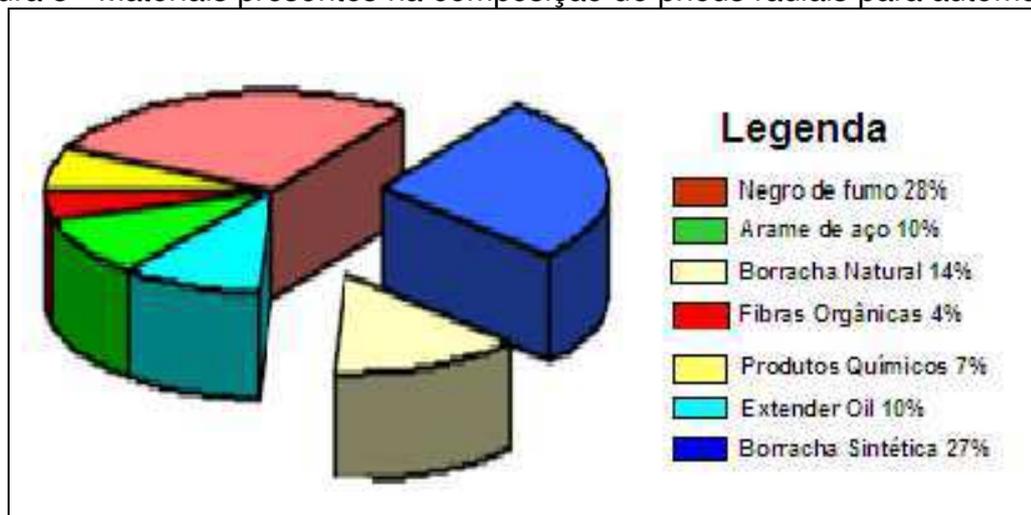
Figura 2 - Vista do corte de um pneu radial e suas respectivas partes



Fonte: Brazil Tires, 2014.

Na FIG. 3, apresentam-se os materiais presentes na composição dos pneus radiais em termos percentuais para os automóveis.

Figura 3 - Materiais presentes na composição de pneus radiais para automóveis



Fonte: BNDS, 1998.

### 3.4.3 Fabricação

No processo de fabricação de um pneu são realizadas várias etapas que devem ser bem estruturadas para garantir que os pneus apresentem o desempenho esperado e total segurança aos usuários (ANIP, 2013). Para cada parte do pneu é produzido um composto com propriedades físicas e químicas diferentes (CARVALHO, 2007).

De início é realizada a mistura formando um composto, onde distintos tipos de borrachas natural e sintética, negro de fumo, aceleradores e pigmentos químicos são colocados em equipamentos misturadores (máquinas Banbury), que funcionam a altas temperaturas e pressão, fazendo a homogeneização dos elementos, formando uma massa preta e viscosa (INDÚSTRIA HOJE, 2013).

Após o composto pronto com a borracha fria e convertida em placas é iniciado o processo de produção dos componentes que irão compor os pneus, onde máquinas cortarão a borracha em tiras, sendo produzidos simultaneamente em diversos setores da fábrica, talões, parede lateral, banda de rodagem, lonas de corpo, lonas estabilizadoras e estaque. Essa fase não segue uma ordem de fabricação sendo produzidos simultaneamente em diversos setores da fábrica (CARVALHO, 2007).

A fabricação dos talões passa por uma extrusora, que aplica uma camada de borracha sobre fios de aço enrolados em cilindros, sendo estes responsáveis pela amarração do pneu ao veículo por meio da roda (CARVALHO, 2007), fazendo parte da região mais crítica do pneu, onde são centralizadas as pressões de aceleração e frenagem, transmitidas do veículo ao solo, o que provoca danos irreversíveis na borracha que fixa os cordonéis da carcaça ao aro do pneu, quando atingem temperaturas acima de 80°C, fazendo com que a borracha perca suas propriedades físicas, consentindo que a pressão interna do pneu amplie a carcaça, tendo como consequências o surgimento de trinca no talão, deteriorações das câmaras de ar e protetores e nos pneus sem câmara, perda de pressão (ALAPA, 2013).

Já as lonas são fabricadas em calandras, onde lâminas de borracha dão origem ao estaque, composta apenas por borracha, às lonas de corpo constituídas de tecidos de poliéster, nylon, borracha, que servem como reforço, e às lonas estabilizadoras feitas pelo processo de extrusão onde múltiplos fios de aço recebem a camada de borracha e formam uma fita com largura determinada (CARVALHO, 2007). Em seguida, são adicionadas as cintas metálicas que resistem aos furos, sendo formado o piso que é a última parte a integrar o pneu, depois todas as partes são comprimidas bem juntas por cilindros automáticos formando a estrutura dos pneus, conhecido como pneu verde (GOODYEAR, 2012).

Por fim, o pneu passa pelo processo de vulcanização, onde é colocado em uma prensa situada por cima de um tubo, com temperatura, pressão e tempo

determinados, que variam de acordo com os fabricantes e a composição do pneu, dando o formato final, o modelo do piso, marca do fabricante e as marcas exigidas por leis (RIBEIRO, 2005).

Antes de ser colocado no mercado, o pneu passa por um processo de inspeção final da superfície e de seu interior, que são realizados manualmente por inspetores, máquinas especializadas e raios-X, sendo o pneu descartado quando apresenta problema. Alguns são selecionados aleatoriamente para serem cortados e estudados detalhadamente (INDÚSTRIA HOJE, 2013).

Durante o processo de desenvolvimento e fabricação do pneu, tudo deve ser pensado para que o mesmo possa apresentar durabilidade da borracha, resistência às intempéries e ao desgaste prematuro na utilização (SANDOVAL, 2005). Contudo, essa resistência se tornou um problema de grandes proporções, haja vista que os pneus inservíveis são resíduos de difícil decomposição, tornando o seu gerenciamento um grande desafio, tendo em vista que até então, não foi encontrada uma maneira de gerenciá-los, que seja ambientalmente correta e economicamente viável (SANDOVAL, 2005).

### *3.5. Produção Mundial e Nacional*

A demanda por novos pneus no comércio mundial é fruto do mercado de reposição, formado pela frota mundial de veículos que, em virtude do desgaste natural dos pneus ao longo do tempo, necessita de serem trocados, e do mercado das montadoras que a cada novo veículo de passeio produzido são necessários cinco novos pneus (ANDRADE, 2007).

No Brasil, de acordo com Resolução CONAMA N° 416, de 30 de setembro de 2009, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada e dá outras providências, o mercado de reposição de pneus é calculado pela equação(1):

$$\mathbf{MR = (P + I) - (E + EO)}$$

Em que:

MR = Mercado de reposição de pneus;

P = total de pneus produzidos;

I = total de pneus importados;

E = total de pneus exportados; e

EO = total de pneus que equipam veículos novos.

No ano de 2006 a produção de pneus novos chegou a atingir 1, 353 bilhões em todo mundo. Sendo que o descarte de pneus usados no mesmo ano atingiu a marca de quase 1 bilhão de unidades (JATMA, 2011).

No ano de 2009, a produção mundial de pneus para veículo (quatro rodas) foi estimada em 1,27 bilhões de unidades, sendo 8% menor com relação ao ano anterior em virtude da ocorrência da crise econômica global (JATMA, 2011).

Analisando individualmente cada país, os que mais produziram pneus novos foram a China, com 18% da produção mundial, Estados Unidos 12%, o Japão 11%, seguido da Coréia do Sul e Alemanha (JATMA, 2011).

O Brasil ocupa o sétimo lugar na produção de pneus para automóveis, o quinto na produção para caminhonetes, ônibus e caminhões (CARMO, 2010), sendo comercializados aproximadamente 50 milhões de unidades de pneus novos em 2012, por fabricantes e importadores, o que equivale em peso a 684.899,43 toneladas, havendo um aumento de 3.738.919 unidades de pneus novos entre os anos de 2011 e 2012, (MMA, 2013), em que mais de 40% dos pneus são importados e parcela significativa dos importadores não atende às exigências do IBAMA que trata do recolhimento destes pneus inservíveis (MAYER, 2013).

### *3.6. Armazenamento, coleta e destinação final de pneus*

As formas de armazenamento, coleta, e destinação final de pneus usados e inservíveis vem sendo planejada e regulamentada mundialmente por meio de legislações e de iniciativas privadas nos últimos anos (ROCHA e LEMME, 2013).

De acordo com a Resolução CONAMA N°416/2009, as centrais de armazenamento são locais determinados por fabricantes ou importadores de pneus, que têm como finalidade receber e armazenar provisoriamente os pneus inservíveis, inteiros ou picados, visando uma melhor logística da destinação. Esses locais de armazenamento de pneus são regidos por regulamentos, que buscam garantir o controle e segurança adequada dos depósitos, sendo necessário muros, coberturas e construção de obras de prevenção contra incêndios (HEITZMAN, 1992).

Segundo a *European Tyre and Rubber Manufacturers Association* (ETRMA), na União Europeia utilizam-se como formas de gerenciamento de pneus inservíveis os seguintes sistemas: responsabilidade do produtor e do importador, mercado livre e responsabilidade do governo, sendo arrecadados impostos para este fim.

No ano de 2001, a União Europeia estabeleceu que pneus inteiros não podiam ser depositados mais em aterros sanitários e, a partir de 2006, foi proibido também por meio de uma diretiva à disposição de pneus triturados nos aterros sanitários. Com esta proibição, a União Europeia passou a pressionar o Brasil na Organização Mundial do Comércio (OMC) para liberar a importação de pneus reformados, pois o descarte de pneus triturados em aterros sanitários na União Europeia chega a 80 milhões de unidades anualmente (MOTTA, 2008).

De acordo com ETRMA (2011), em 2010, aproximadamente 2,7 milhões de toneladas de pneus inservíveis foram gerados na Noruega e Suíça, sendo que 42,5% destes tiveram como destinação final o co-processamento em fornos de cimento, 39,8% a reciclagem de matérias (utilização de granulado e pó de pneu em diversas aplicações), 9,0% utilização em obras de engenharia civil e públicas, 5,8% foram encaminhados a aterros e destinos desconhecidos e 3,7% recuperação energética.

No Brasil dois programas de coleta e destinação final de pneus inservíveis foram formulados e implementados, tendo como instituições responsáveis a ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos e ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados (MOTTA, 2008).

A ANIP implantou em 1999 o Programa Nacional de coleta e destinação de pneus inservíveis que deu origem ao programa RECICLANIP em março de 2007, voltado para a coleta e destinação de pneus inservíveis, recolhendo, de 1999 a dezembro de 2011, a quantia de 1,86 mil toneladas, o equivalente a 373 milhões de pneus de passeio por meio dos 726 pontos de coleta implantados no Brasil (RECICLANIP, 2013).

Na implantação do programa, a ANIP, em parceria com os revendedores do país, estabeleceu critérios a serem seguidos na coleta dos pneus inservíveis como: Rede para captação dos pneus dos clientes, programa de conscientização do consumidor para a entrega dos pneus inservíveis nas revendedoras; definição das tecnologias a serem usadas na destinação final, implantação de centros de armazenamento e trituração, sendo dois no estado de São Paulo, um em Jundiaí-SP e outro em Sorocaba, e um em João Pessoa-PB, bem como firmou convênio com prefeituras, que sedem locais “pontos de coleta” para armazenamento dos pneus e informam a RECICLANIP para que realize a remoção dos mesmos dos pontos de coleta, quando atingem a quantia de 2000 pneus de passeio ou 300 pneus de

caminhões, para a destinação final ambientalmente correta, que é realizada por empresas autorizadas e licenciadas junto aos órgãos ambientais estaduais e reconhecida pelo IBAMA (RECICLANIP, 2013).

Assim como a ANIP, a Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados (ABIP) tem implementado programas de coleta e destinação de pneus inservíveis, e em 1994 firmou convênio com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o IBAMA, comprometendo-se a pesquisar as tecnologias disponíveis mundialmente, para reciclagem de pneus. Em 1996, firmou parceria com a Unidade de Negócio de Industrialização do Xisto da PETROBRAS, com o objetivo de pesquisar a viabilidade de pneus inservíveis picados em co-processamento com a rocha de xisto betuminoso, para aumentar a produção de gás e óleo combustível (MOTTA, 2008).

Em 2001, (ABIP) lançou no estado do Paraná, em parceria com as prefeituras, o Programa Rodando Limpo, no qual a ABIP se responsabilizava em arcar com os custos logísticos e de trituração enquanto que as prefeituras se encarregaram de conscientizar a população e disponibilizar o local adequado para a coleta, com o objetivo de coletar e dar destinação ambientalmente correta, aos pneus inservíveis (MOTTA, 2008).

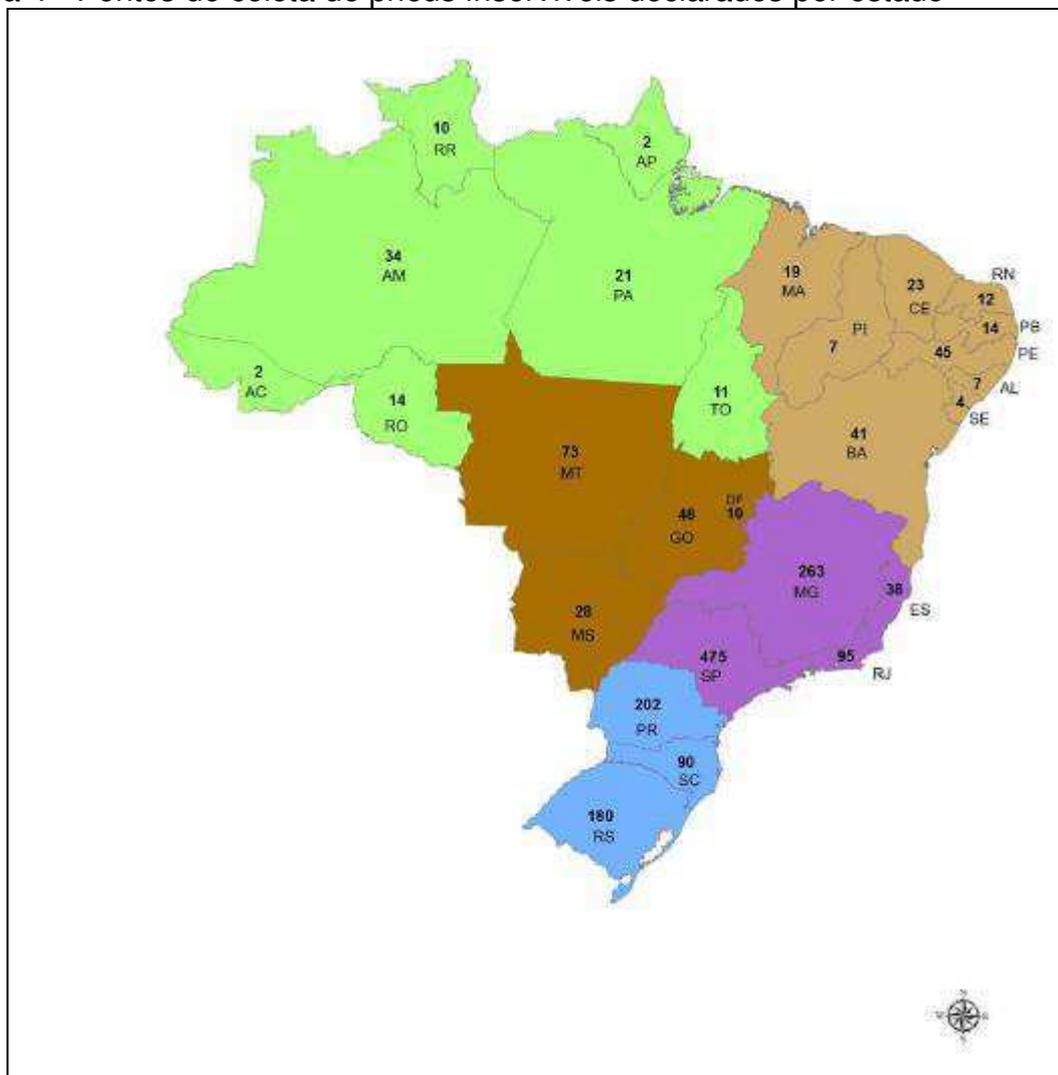
A coleta de pneus usados tem sido um dos principais problemas enfrentados para o setor que atua no ramo da reciclagem e para os que reutilizam pneus, em virtude do território brasileiro ser amplo e os mesmos encontrarem-se dispersos (SANDOVAL, 2005).

Desta forma, a Resolução CONAMA N°416/2009 atribui aos fabricantes, importadores de pneus novos, instalarem pontos de coleta de pneus usados de forma compartilhada envolvendo; pontos de comercialização de pneus, municípios, borracheiros e outros ou isoladamente, sendo que os mesmos deverão ser implantados em todos os municípios nos quais sua população seja superior a cem mil habitantes.

No entanto, a Política Nacional de Resíduos sólidos, decorrente da Lei N° 12.305/2010, determina em seu artigo 33, que os pneus usados fazem parte do sistema de logística reversa, sendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Em 2012 foram cadastrados 1768 pontos de coleta em todo o território nacional, sendo que destes, 1165 estão localizados em municípios com população acima de cem mil habitantes (MMA, 2013). Na FIG. 4 são apresentados o número de pontos de coleta cadastrados por estado no território nacional em 2012 e, na TAB. 6, os pontos cadastrados no estado da Paraíba em 2013.

Figura 4 - Pontos de coleta de pneus inservíveis declarados por estado



Fonte: MMA, 2013

Tabela 6 - Pontos de Coleta de Pneus Inservíveis Cadastrados em 2013 na Paraíba

<b>Município</b>	<b>Endereço</b>	<b>Capacidade (unidade)</b>
Bayeux	Aterro sanitário de Bauru, Km 353, Rodovia Marechal Rondon	2.000
Bayeux	Avenida Liberdade, 3720, Centro	2.000
Campina Grande	Avenida João Suassuna, 509, Centro	2.000
Campina Grande	Rua Pres. João Pessoa, 819	12
Campina Grande	Rua Siqueira Campos, 863, Centro	100
João Pessoa	Avenida João Bernardo de Albuquerque, 71	100
João Pessoa	Avenida Ministro José Américo de Almeida, 1126	12
João Pessoa	Fazenda da Graça, s/n	10.000
João Pessoa	Rodovia BR 101, Km 02, Galpão 03, Distrito Industrial	1.400
João Pessoa	Rodovia BR 101, K 31, s/n	2.000
Patos	Rua Adão Gonçalves, 155, Estância Velha	2.000
Patos	Rua Major Wanderley, 59, Centro	75
Santa Rita	Avenida Gol Flavio R Coutinho, 22, Centro	75
Santa Rita	Rua Horigenes Isabel de Farias, S/N, Loteamento Sol Nascente, Tibiri II	2.000

Fonte: MMA, 2013

Quanto à destinação, a Resolução CONAMA N° 416/2009 estabelece que pneus usados devem ser preferencialmente reutilizados, reformados e reciclados antes de sua destinação final adequada, quando se tornam inservíveis, e considerando que pneus dispostos inadequadamente consiste em passivos ambientais que podem resultar em sérios riscos ao meio ambiente e à saúde pública, assegurar que esse passivo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura, proibindo desta forma, a disposição final de pneus em ambientes como: abandonado ou lançamento em corpos de água, terrenos baldios ou alagadiços, disposição em aterros sanitário e a queima a céu aberto.

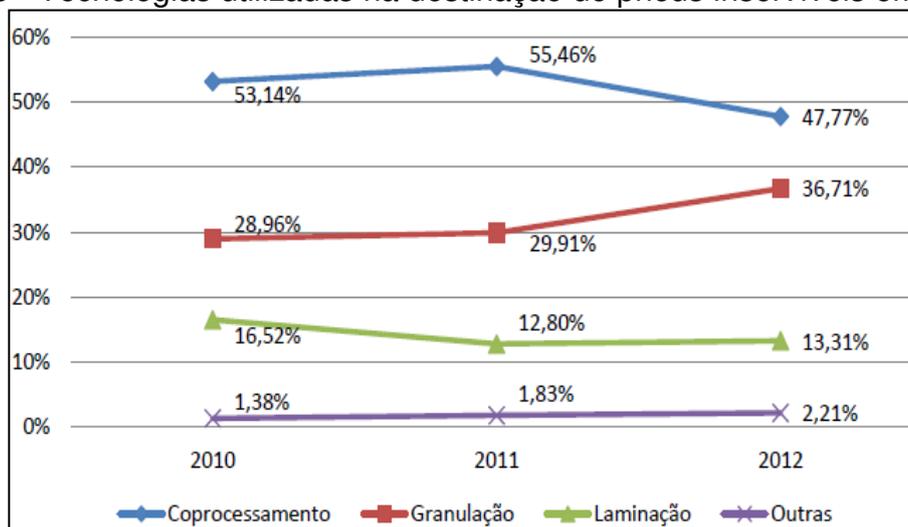
Entretanto a destinação mais corriqueira no Brasil tem sido a queima a céu aberto para a extração dos arames de aço, o lançamento em terrenos baldios e

lixões, o que torna os pneus inservíveis um veículo de proliferação de vetores, e o descarte em aterros municipais que não estão organizados para receber este tipo de resíduo (MONTEIRO *et al.*, 2001).

No entanto, o Brasil dispõe de várias opções que podem ser utilizadas na destinação final dos pneus inservíveis, recomendadas controladas e fiscalizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão responsável pelo controle e fiscalização das formas de descarte de pneus, por meio da Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões, entre as quais se destacam a reciclagem, utilização na pavimentação asfáltica e utilização como combustível nas indústrias cimenteiras (MMA, 2013).

Em 2012, as tecnologias ambientalmente adequadas que foram utilizadas e declaradas no Relatório de pneumáticos pelas empresas que realizam a destinação de pneus inservíveis foram co-processamento, laminação, granulação, industrialização do xisto e peroleis, com destaque para algumas (FIG. 5).

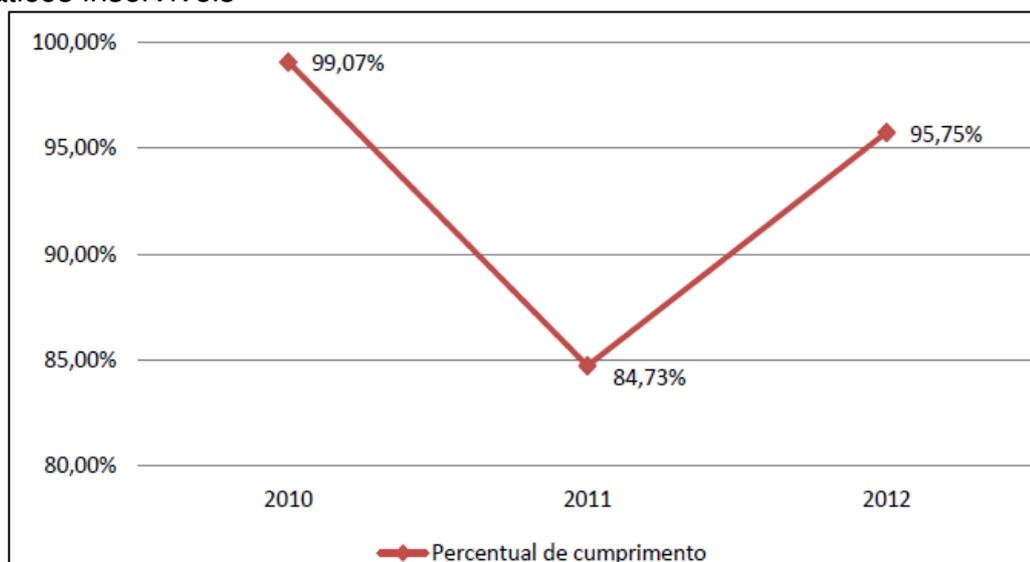
Figura 5 - Tecnologias utilizadas na destinação de pneus inservíveis em 2012



Fonte: MMA, 2013

Para que os pneus inservíveis tenham sua destinação ambientalmente correta houve uma intensificação da fiscalização por parte do IBAMA nos últimos anos, o que tem contribuído para um melhoramento no comprimento da meta de destinação nacional como pode ser observado na (FIG. 6). No entanto não houve o cumprimento da meta estabelecida para ano de 2012 por parte dos fabricantes e importadores (TAB. 7) (MMA, 2012).

Figura 6 - Percentual de cumprimento da meta nacional de destinação de pneumáticos inservíveis



Fonte: MMA, 2013

Tabela 7 - Percentual do cumprimento da meta de destinação de pneus pelos fabricantes e importadores em 2012

	Meta (t)	Destinação (t)	Cumprimento (%)
<b>Fabricantes de pneus</b>	301.152,88	317.150,53	105,31
<b>Importadores de pneus</b>	178.276,72	141.879,66	79,58

Fonte: MMA, 2013

A resolução CONAMA N° 258/1999 determina em seu Art. 1° que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas. No entanto não especifica o que seria a destinação ambientalmente correta.

De acordo com a resolução CONAMA N° 416 de 30 de setembro de 2009, em seu artigo 2°, inciso VI, define como sendo destinação ambientalmente correta de pneus inservíveis:

Procedimentos técnicos em que os pneus são descaracterizados de sua forma inicial, e que seus elementos constituintes são reaproveitados, reciclados ou processados por outra(s) técnica(s) admitida(s) pelos órgãos ambientais competentes, observando a legislação vigente e normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, RESOLUÇÃO CONAMA N° 416/2009).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010, Art. 33º inciso III, determina que:

São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus (BRASIL, LEI 12.305/2010).

### 3.7 Reciclagem e Aplicações de Pneus Usados e Inservíveis

#### 3.7.1 Reciclagem

A reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), (BRASIL - Lei Nº 12.305, 2010).

No entanto, a reciclagem, no que diz respeito à viabilidade econômica, tem sido considerada um grande desafio por necessitar de tecnologias inovadoras como é o caso dos pneus, que, à medida que o tempo passa, estudos vêm sendo realizados com a finalidade de baratear a transformação desses materiais (RESENDE, 2004).

No Brasil, a atividade de reciclagem de pneus ou destinação de pneus inservíveis já existe a mais de quarenta anos, quando os pneus ainda eram em sua maioria diagonais ou convencionais (ARNALDI, 2010). Atualmente, existem várias técnicas e processos empregados na atividade de reciclagem de pneus, como as reciclagens mecânicas, que são processos que não alteram as propriedades químicas do material, caso da reforma e da recuperação, e a reciclagem química ou industrial, que são processos que alteram a composição química dos pneus a exemplo a desvulcanização e a pirólise (ANDRIETTA, 2002).

As técnicas de reciclagem de pneus foram desenvolvidas com o objetivo de minimizar os custos para os proprietários de veículos, uma vez que o custo com pneus é um dos maiores, ficando atrás apenas dos gastos gerados pelo consumo de combustível, e conseqüentemente acarreta a preservação de matéria-prima e do meio ambiente (RESENDE, 2004).

Vale ressaltar que a reciclagem, utilizando os resíduos dos pneus inservíveis como matéria-prima na produção de novos pneus é praticamente impossível, devido o processo de vulcanização da borracha que transforma o elastômero numa substância não fundível e insolúvel (SHARMA, 2000).

### *3.7.2 Reforma de Pneus*

O processo de reforma de pneus é uma prática que surgiu como uma forma de impedir o desperdício e que vem sendo utilizada mundialmente. O método consiste na reposição da banda de rodagem desgastada pelo uso, sendo necessária uma menor quantidade de matéria-prima que a utilizada na fabricação de um pneu novo, no entanto um reformado apresenta a mesma durabilidade de um novo e proporciona um custo 75% menor para o consumidor (SANTOS e AGOSTINHO, 2010).

O Brasil é o segundo colocado no mercado mundial no seguimento de reforma de pneus, atrás apenas dos Estados Unidos. O setor de reforma de pneus hoje é fundamental para a indústria de transportes do país, pois sem ela haveria a paralisação de caminhões, transporte rodoviário do país, por falta de pneus, causando grandes dificuldades na circulação de mercadorias e até o desabastecimento geral. Segundo dados estimados pela ABR – Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus, o setor é responsável pela reposição de mais de 8 milhões de pneus da linha caminhão/ônibus, sendo a indústria de pneus novos responsável apenas pela reposição de 6 milhões para o mesmo setor (ABR, 2013).

A mesma fonte afirma ainda que o setor de reforma de pneus contribui para a minimização da geração de pneus inservíveis e além do mais os resíduos gerados nessa atividade podem ser destinados à reciclagem em fornos de cimenteiras, solados, pesticidas, composição para artefatos emborrachados ou asfalto ecológico, “sendo possível reformar todos os tipos de pneus”.

O setor de reforma de pneus é responsável pela economia de 7 bilhões de reais por ano para o setor de transportes, além de proporcionar a economia de 57 litros de petróleo por pneu reformado na linha caminhão/ônibus e 17 litros para a linha automóvel, gerando uma economia total de 500 milhões de litros/ano de petróleo, o que equivale a 600 milhões de reais/ano de economia com a reforma de

pneus (ABR, 2013). Esta reforma pode ocorrer por meio da recapagem, recauchutagem ou remoldagem.

A recapagem é um processo simples de reforma de pneus usados onde ocorre apenas a substituição de sua banda de rodagem (RESOLUÇÃO CONAMA 416/2009), economizando 80% de energia e consumindo apenas 1/5 da matéria-prima que seria necessária na produção de um pneu novo (SOUZA, 2009).

Por sua vez, no processo de reforma de pneus usados por meio da recauchutagem, é realizada a substituição da banda de rodagem e dos ombros, prolongando o ciclo de vida do pneu (BRASIL - RESOLUÇÃO CONAMA 416/2009).

A recauchutagem é realizada de dois modos diferentes conhecidos como processo a frio, o mais comum onde é feito a aplicação de um piso pré vulcanizado e cortado à medida, sendo os pneus colocados em envelopes, depositados num autoclave, em grupos, para vulcanização à temperatura e pressão de 110°C a 130°C para que ocorra a aderência do piso na carcaça. Neste processo são originados grandes quantidades de resíduos de embalagens de plástico, sobras de corte, resíduos de ligações. Já no processo a quente, o piso é aplicado com extrusora, a partir de fiadas em caixotes gerando resíduos de embalagens de madeira, menos plásticos, consumindo mais energia (INETI, 2000).

No entanto, para que o processo de recauchutagem seja realizado é imprescindível que o pneu esteja em boas condições, apresentando os sulcos e saliências da banda de rodagem que permitem a aderência dos pneus ao solo e não apresentem cortes ou deformações da estrutura geral (RESENDE, 2004).

A recauchutagem é uma atividade que causa impactos ambientais negativos, tendo seus aspectos ambientais sujeitos a leis específicas, apesar de que os impactos são bem menores que a fabricação de um pneu novo (INETI, 2000).

A remoldagem “é o processo pelo qual um pneu usado é reformado pela substituição de sua banda de rodagem, ombros e toda a superfície de seus flancos” (RESOLUÇÃO CONAMA, 416/2009).

Com o objetivo de obter um produto competitivo com a indústria de pneus novos no mercado, a remoldagem é uma tecnologia onde toda a borracha da carcaça do pneu usado é substituída sendo reconstruída e vulcanizada, sem qualquer emenda proporcionando perfeito balanceamento e segurança no uso, custando em média 50% menos que os similares novos. Embora os fabricantes de pneus novos aleguem que mesmo a borracha de cobertura sendo nova é difícil

prever se algum dano antes ocorrido no pneu usado afetará a carcaça do pneu remoldado (FREITAS, 2010).

Para que o procedimento de remoldagem seja realizado é preciso que as carcaças obtidas estejam em boas condições, o que dificilmente acontece no mercado nacional, devido às condições precárias de nossas rodovias e ao excesso de rodagem dos pneus nacionais, levando empresas brasileiras que atuam na área a importarem a matéria-prima desejada “carcaças” dos Estados Unidos e Europa por apresentarem uma melhor qualidade devido às boas condições das rodagens dos mesmos (FREITAS, 2010).

Os processos de recapagem, recauchutagem e remoldagem são procedimentos de reforma que só podem ser repetidos uma única vez para pneus de automóveis de passeio, até três vezes para pneus de caminhões de carga (MOTTA, 2008), e até onze vezes para pneus de aeronaves, desde que a carcaça esteja em boas condições (ABR, 213). E quando esgotada a capacidade para tais procedimentos de reformas, são considerados pneus inservíveis e tem como destino outros fins.

Por considerar pneus um resíduo de difícil decomposição que pode causar sérios impactos ambientais negativos, e levando em consideração que o tempo de vida útil do pneu usado é menor, o Brasil não autoriza a importação de pneus usados desde 1999, o que levou ao fim à atividade de remoldagem no ano de 2007 por falta de matéria-prima (FREITAS, 2010).

Quanto à reciclagem de pneus inservíveis, existem várias alternativas, entre as mais utilizadas citam-se: laminação, regeneração e transformação de borracha, co-processamento, em que, além das alternativas existentes, tem-se realizado estudos na busca de novas alternativas.

### *3.7.2.1 Laminação*

No processo de laminação a borracha é extraída dos pneus inservíveis diagonais dando origem a vários produtos, como tapetes para automóveis, pisos industriais, pisos para quadras poli-esportivas, artigos para jardinagem e cocho para animais entre outros (RECICLANIP, 2013), sendo possível em alguns casos o aproveitamento de partes do pneu radial (ARNALDI, 2010).

No entanto é uma atividade de baixo custo e que não causa impactos negativos ao meio ambiente, desde que os resíduos originados pelo processo, sejam devidamente gerenciados (ABLP, 2014).

### *3.7.2.2 Pavimentação Asfáltica*

No processo de reciclagem que envolve a aplicação de borracha em pó ou triturada de pneus inservíveis, a massa asfáltica pode ser realizada por meio dos processos úmidos, que consistem na adição da borracha com grânulos de 0,6 mm no cimento asfáltico, produzindo um ligante denominado asfalto-borracha, ou do processo seco, onde parte dos agregados pétreos é substituída por partículas de borracha formando um produto denominado concreto asfáltico modificado pela aplicação de borracha (ABLP, 2014).

Embora apresente um custo mais elevado que o do asfalto convencional, o uso de pneus inservíveis em obras de pavimentação tem sido regulamentado e adotado em vários países. Nos Estados Unidos tem sido bastante empregado em trabalho de recuperação estrutural de pavimento degradado, em pavimentos novos e também em serviços de manutenção corretiva. O governo americano exige que 5% do material empregado na pavimentação de rodovias federais sejam de borracha moída, pois à borracha proporciona maior elasticidade ao asfalto perante as mudanças de temperatura, o que pode até dobrar a vida útil da rodovia, reduz os ruídos causados pelo contato do carro com a estrada, além de apresentar potencial para destinação de um número significativo de pneus inservíveis de forma ambientalmente correta (EVANGELISTA, 2009).

No Brasil, aplicações asfalto-borracha em rodovias não tem tido incentivo do governo, apesar de ser ecologicamente correto e ter eficiência comprovada, pois o custo inicial é maior que o do asfalto convencional. No entanto, quando se leva em conta a relação custo/benefício, o pavimento de borracha chega a ser lucrativo em relação ao asfalto tradicional (CONRADO, 2010).

### *3.7.2.3 Co-processamento em fornos de cimenteiras*

Segundo Lagarinhos (2011), o co-processamento de pneus inservíveis em fornos de cimenteiras “é uma atividade que permite o aproveitamento do poder térmico dos pneus, proporcionando uma redução na queima de combustíveis fósseis não renováveis, além disso, permite incorporar o aço existente nos pneus ao

clínquer” oferecendo uma melhor granulação ao cimento, sem que ocorra qualquer efeito negativo na qualidade do mesmo (SILVESTRAVICIUTE e KARALIUNAITE, 2006).

A técnica de co-processamento em fornos de cimenteiras de maneira geral pode ser realizada de duas formas, utilizando pneus picados, sendo os mesmos colocados diretamente na zona de queima do forno ou a partir da introdução de pneus inteiros na zona de calcinação, no entanto, a queima de pneus inteiros pode provocar a elevação das emissões de CO, um gás poluente insalubre à saúde humana (SILVESTRAVICIUTE e KARALIUNAITE, 2006).

Embora seja amplamente utilizado em todo mundo, o co-processamento de pneus inservíveis ainda provoca dúvidas quanto à segurança ambiental na região do entorno das fábricas de cimento, devido principalmente aos diversos níveis de toxicidade e à complexidade que abrange a combustão em fornos de cimento (MARINGOLO, 2001).

No Brasil, atualmente, das 65 fábricas de cimento existentes no país, 35 estão licenciadas pelos órgãos ambientais estaduais competentes para realizar o co-processamento de resíduos sólidos e várias outras se encontram em processo de licenciamento (FREITAS, 2010).

#### *3.7.2.4 Pirólise genérica*

Concretizado e amplamente empregado na reciclagem de pneus em países da Europa, o processo de pirólise de pneus inservíveis é considerado um método destrutivo de destilação de pneus inservíveis que visa reaproveitar componentes do pneu como matéria-prima ou combustíveis, ocorrendo a decomposição química por calor na ausência de oxigênio (RESENDE, 2004).

É considerado ambientalmente correto e apresenta uma série de vantagens quando confrontada a outros métodos de reciclagem de pneus, visto que, não emite substâncias tóxicas, os produtos e subprodutos da decomposição térmica dos pneus tem utilização comercial, há redução do nível de emissão de poluentes gasosos, geração de produtos mais volatizados, produzindo combustíveis de queima mais limpa e alto potencial mercadológico para os produtos (LAGARINHOS, 2011).

Segundo Resende (2004), a pirólise é um processo ajustável a diferentes quantidades de demanda, e suas plantas não necessitam de grandes áreas para a instalação dos reatores pirolíticos. No entanto, é uma tecnologia de alto custo de

manutenção, o que tem feito com que as usinas de pirólise ainda sejam muito escassas no mundo todo e não desperte o interesse das empresas pela tecnologia (FILHO, 2007).

#### *3.7.2.4.1 Pirólise de pneus com Xisto*

O processo “Petrosix” apresenta-se como uma alternativa economicamente viável sob o ponto de vista operacional e ambiental (PETROBRÁS, 2009). Esse processo foi desenvolvido e patenteado pela Petrobrás em 1998 aplicando o co-processamento de xisto e pneus com o processo Petrosix, possibilita reciclar aproximadamente 140 mil toneladas de borracha anualmente, equivalente a 27 milhões de pneus tendo em vista que, uma tonelada de pneus rende cerca de 540 kg de óleo, 40 kg de gás, 300 kg de negro de fumo e 100 kg de aço. (ANDRIETA 2000).

Além disso, os arames que existem nos pneus radiais podem ser separados por meios magnéticos; o enxofre pode ser utilizado na agricultura, indústria farmacêutica e na indústria de vulcanização; os resíduos aproveitados como combustíveis para termelétricas ou insumo para indústria cerâmicas e os arames reciclados em indústrias siderúrgicas (ABEIPRE, 2004).

Apesar do Processo Petrosix ser acatado como uma opção ambientalmente segura e tecnicamente conveniente, pode causar impactos ambientais negativos tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente (AMARAL, 2012).

Segundo Ferreira (2009), na cidade de São Mateus do Sul-PR, onde opera a unidade de negócio da industrialização do xisto, há o agravante da deposição ao solo de finos de xisto, o carreamento pelo vento à longa distância do xisto retornado que é aquecido à altíssima temperatura provocando alteração na atmosfera durante o processo de resfriamento, a emissão de gases potencialmente prejudiciais ao meio ambiente e a saúde da população. Além do mais, nas localidades onde esse processo ocorre foram verificados níveis elevados de Ferro e Enxofre “nas cascas de árvores e estas são mais elevadas que aquelas encontradas em amostras de áreas consideradas poluídas como na República Checa, Alemanha, Reino Unido e Cubatão no Brasil”.

### *3.7.2.5 Reutilização dos Pneus Inservíveis*

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 3º, inciso XVII, define reutilização como sendo o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem que ocorra a transformação biológica, física, ou físico-química do mesmo (BRASIL, Lei N°12.305/2010).

Desta maneira, pneus inservíveis inteiros têm sido reutilizados de diversas formas como, por exemplo, em cais de atracação de embarcações, como proteção antichoque, no entanto deterioram-se com os choques e a ação da água e do sol, proteção de encostas geralmente empregada em regiões de baixa renda, taludes, encostas de rios em regiões urbanas (RESENDE, 2004), sinalização em rodovias, barreiras protetoras, construção civil, dentre outras. (AMARAL, 2012).

No entanto, segundo Lagarinhos (2011), “no Brasil a reutilização de pneus inservíveis não é regulamentada pelo IBAMA como uma atividade de destinação final”, pois “não existe uma avaliação dos impactos ambientais no que diz respeito à reutilização dos pneus inservíveis no país”.

### *3.8 Impactos causados por pneus usados e inservíveis*

Segundo a NBR 10.004, os pneus são enquadrados como Resíduos Classe II – B Inertes, entretanto pesquisa e estudo realizado pelo Ministério da Saúde em 2003 revelam que em vários municípios brasileiros os pneus contribuem em grande parte para problemas ambientais e de saúde pública (SILVA, 2010)

A geração e acumulação de resíduos de pneus é um dos problemas ambientais mais sérios no âmbito mundial, pois são resíduos sólidos de difícil gerenciamento, por serem objetos perceptíveis, incomodamente volumosos, de difícil compactação, coleta e eliminação ambientalmente segura (BERTOLLO, 2000), além do mais não são biodegradáveis e seu tempo de decomposição é indeterminado, devido à sua composição química, “podendo variar entre 100 e 600 anos de acordo com diversas organizações não governamentais ambientais” (CARMO, 2010).

Desta maneira, a destinação de pneus usados e inservíveis ocasiona muitos impactos ambientais negativos, visto que:

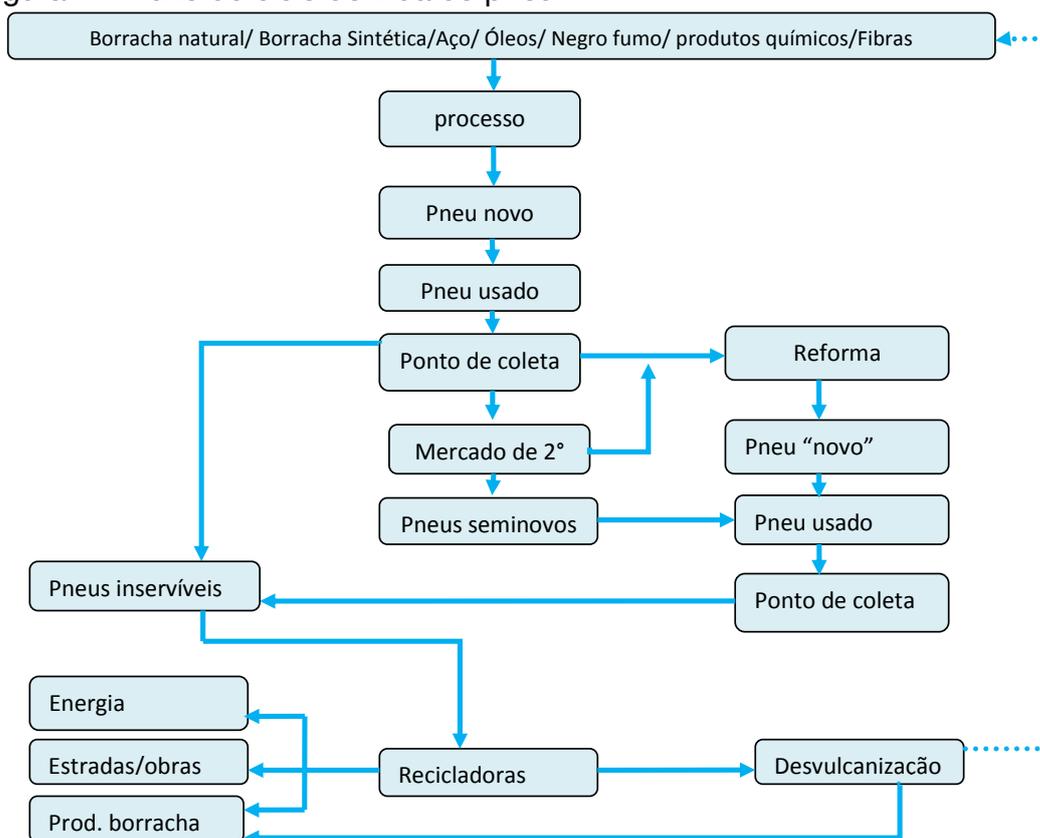
- Quando deixados em ambiente aberto, sujeito a chuvas, acumulam água, servindo como local para a proliferação de vetores de doenças, principalmente a dengue (MONTEIRO *et al.*, 2001).
- Quando queimado a céu aberto, produz fumaça tóxica que contribuem para poluição do ar, além de liberar óleo pirolítico que apresenta substâncias químicas e metais pesados capazes de percorrer longas distâncias, ocasionando a contaminação do solo e água, podendo chegar a atingir lençóis freáticos (MATTOS, 2006).
- Quando abandonado nos cursos d'água, os pneus obstruem canais, córregos e galerias de águas pluviais, prejudicando a vazão de escoamento desses corpos receptores hídricos e contribuindo para as enchentes, que causam ao administrador público e à população prejuízos incalculável (MONTEIRO *et al.*, 2001).
- Sua deposição em aterros sanitários não é viável nem seguro do ponto de vista ambiental, por apresentar degradação muito lenta baixa compressibilidade provocando "ocos" na massa de resíduos que acumulam gás, e tendem a voltar à superfície quebrando as camadas de cobertura (MATTOS, 2006).
- Se destinados em unidades de incineração, a queima da borracha gera enormes quantidades de material particulado e gases tóxicos, necessitando de um sistema de tratamento dos gases extremamente eficiente e caro (MONTEIRO *et al.*, 2001).

### *3.9 Ciclo de vida e manutenção do pneu*

De maneira geral, o ciclo de vida útil do pneu consiste basicamente de cinco estágios que são: extração da matéria- prima, produção, consumo, coleta dos pneus descartados e gerenciamento dos pneus inservíveis (RESENDE, 2004).

No entanto, como visto anteriormente, o pneu pode ter seu ciclo de vida útil prolongado por meio da reforma. Na FIG 7 mostra-se o ciclo de vida de um pneu desde sua produção, passando pelo processo de reforma até sua destinação final, que ainda pode ser a reciclagem.

Figura 7 - Fluxo do ciclo de vida do pneu



Fonte: RAMOS FILHO, 2005.

Entretanto, a duração da vida útil de um pneu é praticamente impossível de ser prevista, pois depende de vários fatores, como: o tempo, as condições de armazenamento e de utilização, entre outros (MICHELIN, 2012). No entanto algumas medidas de manutenção podem ser realizadas por parte dos usuários, prologando desta forma a vida útil dos pneus, entre elas pode-se citar:

- Respeitar o limite máximo de desgaste permitido dos sucros da banda de rodagem que é de 1.6 mm de profundidade, preservando a carcaça, o que é muito importante para o setor de reforma, mas também é fundamental para a segurança da população (CARMO, 2010), pois, quando estão abaixo desse limite, aumenta-se: o risco de derrapagens laterais, espaço necessário para frenagem e o risco de estouros. Além do mais, a resolução do CONTRAN 558/80 estabelece que trafegar com pneus abaixo do limite é ilegal, podendo o veículo ser apreendido (FIESP, 2011).
- Manutenção Mecânica, diversos itens mecânicos do automóvel como, amortecedores ou molas, freios, rolamentos, eixos e rodas atuam diretamente sobre os pneus e podem interferir na quilometragem dos pneus, causando desgaste prematuro (FIESP, 2011).

- Alinhamento de direção, uma vez que os desvios mecânicos causam desgastes prematuros de pneus, sendo necessário o alinhamento do veículo sempre que ocorre: a troca de pneus, quando os pneus apresentarem desgastes desiguais, após a substituição dos componentes da suspensão, quando o carro estiver puxando para um lado ou a cada 10.000 Km (FIESP, 2011).
- Calibragem dos pneus, visto que o descuido com a calibragem dos pneus traz sérias consequências para a durabilidade do pneu:  
Baixa Pressão pode - provocar uma redução de 30% na vida útil do pneu, pois ocasiona uma deformação exagerada e um aquecimento anormal, que tem como consequência a degradação irreversível dos elementos que constituem o pneu, podendo provocar descolamentos internos que favorecem o risco de explosão do pneu, maior velocidade de desgaste e aumento no consumo de combustível, além de comprometer a dirigibilidade do veículo, podendo ocasionar acidentes graves (MICHELIN, 2012).  
Excesso de Pressão - um excesso de 20% de pressão reduz bastante a vida útil do pneu provocando desgaste acelerado no centro da rodagem, rachaduras na base dos sulcos, devido ao esticamento excessivo e uma maior propensão a estouros por impacto em função da menor absorção (MICHELIN, 2012).
- O Rodízio dos Pneus serve para equilibrar a diferença de desgaste dos pneus e proporcionar o aumento da vida útil dos pneus, proporcionado também uma melhor estabilidade, especialmente em curvas e freadas, sendo recomendado o rodízio dos pneus a cada 5000 Km para diagonais de passeio e cada 8000 Km para os radiais de passeio (FIESP, 2011).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### *4.1 Classificação da pesquisa*

O presente trabalho desenvolveu-se por meio de pesquisa do tipo aplicada, a qual se distingue pelo compromisso de desenvolver conhecimento para aproveitamento de seus efeitos, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade” (VILAÇA, 2010). Ainda segundo essa mesma fonte, as pesquisas aplicadas trazem o desígnio de solucionar questionamentos ou necessidades reais e adjacentes.

Utilizou-se uma abordagem quantitativa, que segundo Terence e Escrivão Filho (2006), preocupa-se em mensurar (quantidade, frequência e intensidade) e avaliar às analogias causais em meio as variáveis. A pesquisa quantitativa admite a mensuração de ideias, reações, tradições e costumes de um universo, por meio de amostra que o represente estatisticamente (TERENCE e ESCRIVÃO FILHO, 2006).

Quanto aos objetivos a pesquisa é explicativa, ao qual de acordo com Andrade (2009), é bastante completa, tendo em vista que registra, analisa e explica os acontecimentos, preocupa-se em identificar os motivos que designaram o desencadeamento destes eventos, buscando o ensejo por meio do “porquê”.

De acordo com o procedimento técnico, trata-se de uma análise documental no qual é definida por Marconi e Lakatos (2008), como sendo.

“Um levantamento de toda bibliografia já publicada em forma de livros, revista, publicações avulsas e imprensa escrita cuja finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto, com o objetivo de permitir ao cientista o reforço paralelo na análise de suas pesquisas ou manipulação de suas informações” (MARCONI e LAKATOS, 2008).

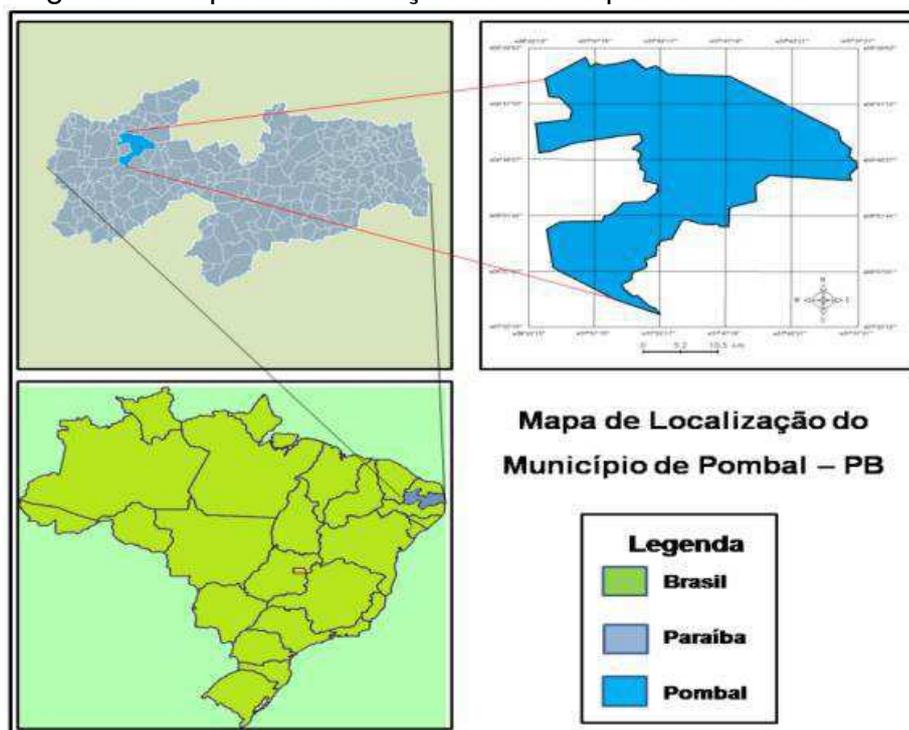
É um tipo de pesquisa que versa em saber elucidar a especificidade no campo de apreciação do conteúdo, sendo um conjunto de intervenções que visa representar o conteúdo do documento de forma distinta, esse desígnio consiste na rerepresentação concisa do conhecimento (MARCONI e LAKATOS, 2008).

### *4.2 Caracterização da área de estudo*

O presente estudo foi desenvolvido em empreendimentos de borracharias e revendedores de pneus localizados na cidade de Pombal-PB, que se situa na região oeste do Estado da Paraíba, Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião de

Sousa (Ver FIG. 8). Este município encontra-se a uma altitude de 184 m em relação ao nível médio do mar, com as coordenadas geográficas de 06° 46' 12" S e 037° 48' 07" W e faz limite ao Norte com os Municípios de Santa Cruz-PB, Lagoa-PB e Paulista-PB, a Leste com Condado-PB, ao Sul São Bentinho-PB, Cajazeirinhas-PB, Coremas-PB e São José da Lagoa Tapada-PB e a Oeste com Aparecida-PB, São Domingos-PB e São Francisco-PB. O acesso à cidade de Pombal se dar por duas Rodovias Federais, a BR – 230 e BR – 427 (CPRM, 2005). Sua população é representada por 32.110 habitantes, que ocupam uma área de 889 km<sup>2</sup> perfazendo uma densidade demográfica de aproximadamente 36.1 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Figura 8 - Mapa de localização do município de Pombal-PB



Fonte: Sousa (2012).

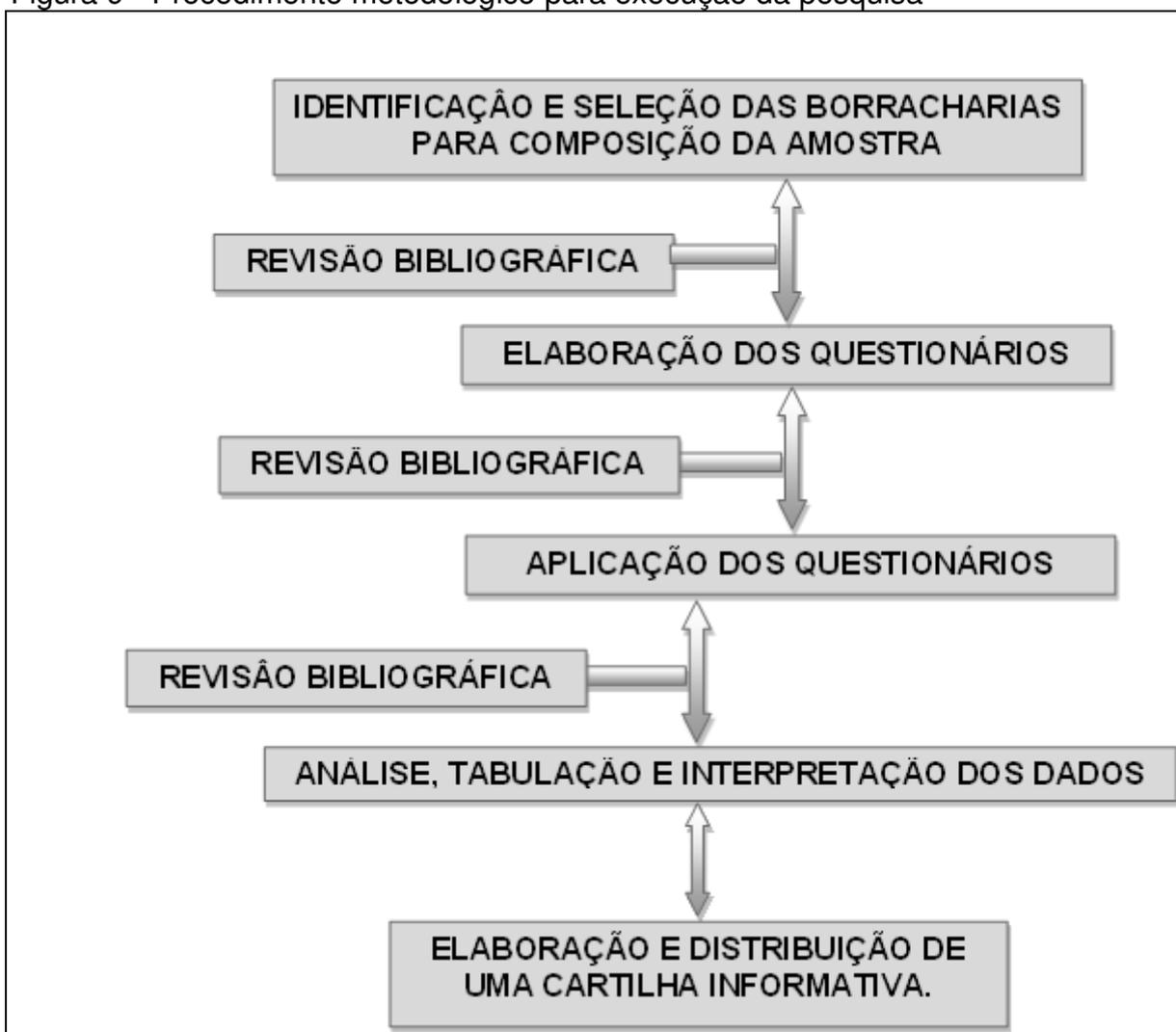
A população da cidade de Pombal-PB faz uso dos veículos automotivos para diversos fins, a exemplos dos relacionados à locomoção de pessoas, seja para trabalhar, estudar ou realizar outras atividades do cotidiano, bem como também para o transporte de cargas. Em consequência destes fatos e tendo em vista que no decorrer do tempo e após seu uso, os pneus sofrem desgaste natural, surge assim à necessidade de uma substituição dos mesmos para garantir o deslocamento dos veículos e uma maior segurança dos condutores e pedestres, o que tem fomentado o desenvolvimento do setor de venda de pneus e consequentemente, de

borracharias na cidade de Pombal-PB, os quais algumas dessas foram objetos da avaliação ambiental deste estudo.

#### 4.3 Mecanismos de coleta de dados para pesquisa

Para execução desta pesquisa foi adotado um procedimento metodológico realizado a partir da definição de 06 (seis) etapas previamente estabelecidas, como mostrado no fluxograma da Figura 9 e posteriormente detalhado.

Figura 9 - Procedimento metodológico para execução da pesquisa



Fonte: Autor.

A primeira etapa para execução deste trabalho se deu por meio de articulações junto aos órgãos municipais (consultas aos cadastros da Prefeitura e Secretaria do Meio Ambiente de Pombal-PB), assim como também de um levantamento em campo, para obter informações sobre o número de borracharias e

estabelecimentos de revenda de pneus existentes na cidade de Pombal-PB e posterior seleção da amostra, que ocorreu de forma aleatória independente do porte do empreendimento, levando em consideração a disponibilidade dos proprietários e/ou funcionários para tomar parte da pesquisa. Desta forma, para efetivação desta pesquisa, foram selecionadas 08 (oito) borracharias, distribuídas em diferentes bairros da cidade e 5 (cinco) lojas revendedoras de pneus novos.

A segunda etapa consistiu de uma ampla revisão bibliográfica e documental em distintas fontes de informações técnicas e científicas a cerca do tema proposto, revisão esta que foi realizada também durante as etapas posteriores a essa com intuito de se obter o maior número possível de dados sobre a problemática alvo da pesquisa.

A terceira etapa consistiu na elaboração dos questionários estruturados (Apêndice A), contendo pontos importantes como características gerais do empreendimento, resíduos pneumáticos gerados em suas atividades e a forma de gerenciamento dos mesmos, instalações físicas, legislação, certificação e fiscalização ambiental no segmento que foram aplicados aos proprietários e/ou funcionários das borracharias e pontos de revenda de pneus visitados. Estes questionários foram formulados com perguntas de múltipla escolha e em alguns casos com o uso de justificativa para melhor compreensão da real situação, entretanto, sem comprometer a imparcialidade das respostas.

A quarta etapa da pesquisa foi realizada a partir de uma visita aos estabelecimentos alvos da pesquisa, totalizando 08 (oito) borracharias e 5 (cinco) lojas revendedores de pneus novos, seguido da aplicação de um questionário junto aos proprietários e/ou funcionários das mesmas.

A quinta etapa consistiu na análise, tabulação e interpretação dos dados que se realizou a partir do programa *Microsoft Excel*, versão 2010, onde foram identificados os principais problemas enfrentados pelos empresários no que diz respeito ao gerenciamento dos pneus usados e/ou inservíveis gerados por suas atividades.

Na sexta etapa foi desenvolvida uma cartilha (Apêndice B), contendo algumas práticas de gerenciamento de resíduos sólidos de borracharias como forma de despertar a percepção ambiental dos proprietários e/ou funcionários destes estabelecimentos, as quais foram posteriormente distribuídas às borracharias visitadas.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *5.1 Borracharias existentes na cidade de Pombal-PB*

Ao realizar o levantamento de dados para obter o número de borracharias existente em Pombal-PB foram encontradas dificuldades em virtude da falta de dados oficiais junto a Prefeitura Municipal de Pombal-PB.

Entretanto foram realizados outros contatos e, subseqüentemente, visitas à sede da Secretaria do Meio Ambiente do Município de Pombal-PB, onde foi feita uma explanação a respeito dos objetivos do estudo e de que forma os servidores municipais da referida Secretaria poderiam contribuir para a realização desta pesquisa, ficando acertada a disponibilização dos dados a respeito do número de borracharias e estabelecimentos de revenda de pneus existentes na cidade, baseados na quantidade de cadastros ou alvarás de funcionamento dos mesmos, contudo, essa informação não nos foi repassada apesar das inúmeras visitas ao setor competente, evidenciando, desta forma, que estes órgãos desconheciam qualquer lista ou dados referentes aos empreendimentos em questão.

Tendo em vista essas dificuldades, procedeu-se o levantamento em campo pelos bairros dessa cidade, obtendo assim resultados bastante plausíveis, haja vista que foram identificados 15 (quinze) empreendimentos (borracharias e revendedores de pneus) que realizam a atividade de manutenção e/ou troca de pneus, não incluindo nesta lista as oficinas de reparação e manutenção de veículos automotivos que também prestam serviço de troca de pneus na cidade.

Dessa forma, pôde-se verificar que não existe um cadastro na Prefeitura do município de Pombal-PB dos estabelecimentos alvo da pesquisa em atividade na cidade de Pombal-PB e, caso exista, não se encontra disponível para população, conseqüentemente, este número de estabelecimentos pode encontrar-se incompleto.

### *5.2 Amostras selecionadas para a pesquisa*

Dos 15 (quinze) estabelecimentos identificados na cidade de Pombal-PB, 13 (treze) foram selecionados para composição da amostra, caracterizando dessa forma 86.7 % dos estabelecimentos identificados, sendo 08 (oito) borracharias e 05 (cinco) estabelecimentos de revenda de pneus novos. Todos esses

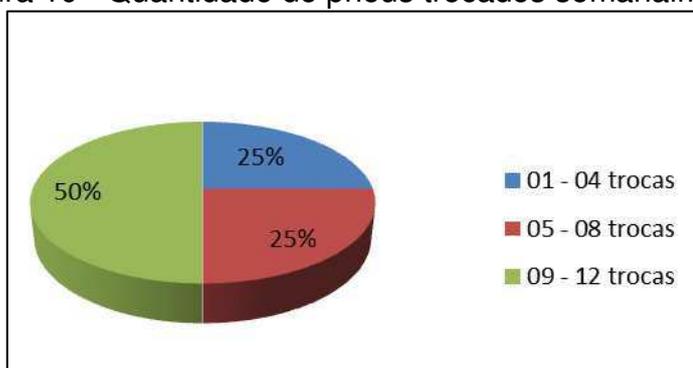
estabelecimentos comerciais estudados são classificados como microempresas, segundo a classificação do SEBRAE, uma vez que apresentam um número médio de 03 (três) funcionários, possuindo em média 14 (quatorze) anos de prestação desses serviços na cidade de Pombal-PB.

### 5.3 Resíduos sólidos: pneus usados e inservíveis gerados

Lagarinhos (2011), em seu estudo, aponta que, dos pneus trocados no Brasil, 70% são considerados inservíveis, principalmente em virtude da falta de manutenção do veículo, conscientização do condutor, fiscalização pelas autoridades competentes e da falta do poder aquisitivo por parte da população.

Dos estabelecimentos visitados em Pombal-PB, percebeu-se uma grande quantidade de pneus trocados semanalmente (Figura 10), quantidade esta que varia a depender do porte do estabelecimento, resultando assim, num grande número de pneus inservíveis gerado na referida cidade.

Figura 10 - Quantidade de pneus trocados semanalmente



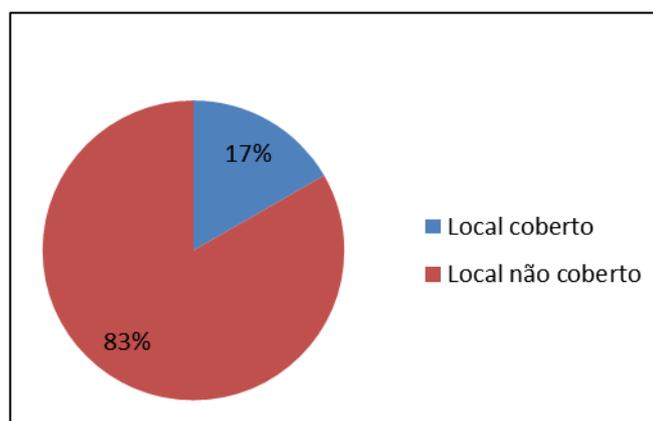
Fonte: Autor

### 5.4 Gerenciamento dos pneus usados e inservíveis

#### 5.4.1 Armazenamento

Quanto à forma de armazenamento pode se observar que na cidade não existe ponto de coleta determinado pelos fabricantes ou importadores de pneus, sendo desta forma, os pneus usados e inservíveis armazenados temporariamente pelos próprios estabelecimentos que realizam a troca de pneus, no entanto, o armazenamento em 83% dos estabelecimentos pesquisados ocorre de forma incorreta como pode ser observado na (Figura 11), demonstrando, portanto, total descaso e/ou desconhecimento por parte dos proprietários destes empreendimentos com relação às normas que regem a forma de armazenamento de pneus.

Figura 11 - Característica do local de armazenamento dos pneus usados

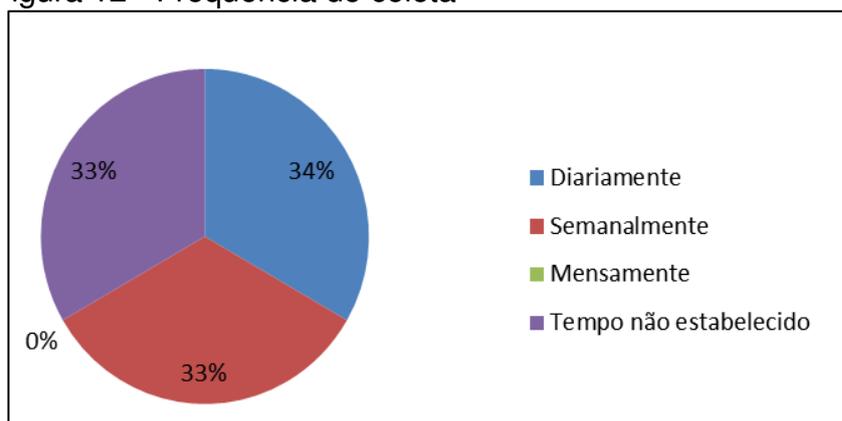


Fonte: Autor

#### 5.4.2 Coleta

Como mencionado por Sandoval (2005), a coleta de pneus usados tem sido um dos principais problemas enfrentados em todo mundo. Na cidade de Pombal-PB, essa realidade não é diferente, uma vez que ao se analisar a forma de coleta dos pneus usados e inservíveis pôde-se constatar que em todos os estabelecimentos visitados a mesma é realizada pelo serviço de limpeza pública do município em intervalos de tempo variáveis (Figura 12). Neste caso, descumprindo o estabelecido pela Política Nacional de Resíduos sólidos, Lei N° 12.305/2010, que determina em seu artigo 33 que os pneus usados fazem parte do sistema de logística reversa, estando os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos pneus após o uso pelo consumidor de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Figura 12 - Frequência de coleta

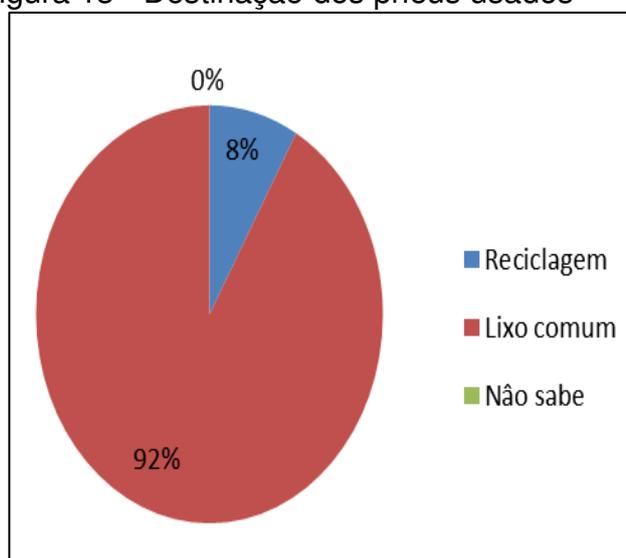


Fonte: Autor

#### 5.4.3 Destinação final

No tocante a destinação dos pneus usados, Monteiro *et al.* (2001) aponta como sendo a destinação mais corriqueira no Brasil a queima a céu aberto. Em Pombal não tem sido diferente, pois apenas 8% dos pneus usados tem como destino a reforma, a reutilização em canteiro de praças ou a reciclagem através do processo de laminação para produção de cochos para animais. No entanto, os resíduos gerados no processo de laminação são queimados a céu aberto gerando impactos negativos ao meio ambiente e à saúde da população do entorno onde ocorre a queima dos resíduos, e os outros 92% são descartados no lixo comum, sendo levados pelo setor competente da Prefeitura ao lixão do município de Pombal-PB, e posteriormente queimado a céu aberto (Figura 13).

Figura 13 - Destinação dos pneus usados



Fonte: Autor

Tais fatos mostram que não há nenhum controle ou fiscalização por parte dos órgãos responsáveis pelo controle das formas de descarte de pneus usados e inservíveis, no município em estudo e dos estabelecimentos visitados, pois 100% afirmaram não possuir nenhuma certificação de coleta destes resíduos.

#### *5.5 Legislação, fiscalização e gestão ambiental nos estabelecimentos pesquisados*

O Alvará de Funcionamento são procedimentos administrativos municipais referentes à emissão de licenças para instalação de usos não residenciais (HC REGULARIZAÇÕES, 2014), entretanto, constatou-se que dos estabelecimentos visitados, 75% funcionam sem este documento que permite ao empreendimento prestador de serviços funciona dentro dos parâmetros técnicos da legislação urbanística atendendo ao zoneamento do Município, demonstrando assim falha por parte do setor competente da Prefeitura do Município de Pombal-PB, uma vez que a fiscalização nesses estabelecimentos não é efetiva.

Ao se tratar de licença ambiental, esta não é exigida para todas as empresas. O CONAMA a partir da resolução 237/97 não define a obrigatoriedade para atividade de borracharias em seu Anexo I, que destaca as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, porém essa relação não tem a pretensão de exaurir todas as possibilidades de atividades que necessitem de licenciamento. Tendo em vista que na esfera nacional a licença ambiental ainda não é indispensável para a atividade em questão, mas a mesma gera impactos negativos consideráveis, cabendo assim, às Prefeituras exigirem tal licenciamento por meio de leis municipais, sendo estas executadas pelas Secretarias de Meio Ambiente.

Em Pombal-PB todos os estabelecimentos visitados funcionam sem licença ambiental, haja vista que os entrevistados (proprietário e/ou funcionários) quando questionados se as mesmas passavam por algum tipo de vistoria técnica, 75% dos entrevistados responderam que não, sendo que os demais preferiram não responder.

Verificou-se também que em nenhum estabelecimento há qualquer tipo de sistema de gestão ambiental, uma vez que não apresentam registros ou ações que englobem todas as questões ambientais dessa atividade, bem como objetivos e metas a serem cumpridas. Este resultado talvez se justifique pela falta de interesse e cobrança por parte dos clientes, pois todos os entrevistados afirmaram que

nenhum cliente já demonstrou interesse pelas questões ambientais envolvidas nestas atividades.

Na Tabela 8 apresentam-se alguns dados percentuais referentes aos questionamentos feitos aos proprietários e/ou funcionários de borracharias e revendedores de pneus na cidade de Pombal-PB no que diz respeito às questões de legislação, fiscalização e gestão ambiental nos estabelecimentos.

Tabela 8 - Dados referentes à legislação, fiscalização e gestão ambiental nas borracharias e revendedores de pneus visitados

<b>PERGUNTAS</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>RESPOSTAS (%)</b>
Existe algum alvará de funcionamento?	Sim	25%
	Não	75%
O estabelecimento possui licença ambiental para funcionar?	Sim	0%
	Não	100%
Existe alguma vistoria técnica no estabelecimento?	Sim	0%
	Não	75%
	*NR	25%
Existe algum sistema de gestão ambiental?	Sim	0%
	Não	100%
Algum cliente já demonstrou preocupação com as questões ambientais do estabelecimento?	Sim	0%
	Não	100%

\*NR: Não Respondido

Fonte: Autor

### 5.6 Cartilha informativa

O gerenciamento dos resíduos sólidos ocorre, na maioria das vezes, de forma inadequada nos estabelecimentos visitados, tendo em vista o não cumprimento da legislação vigente, e principalmente em decorrência da falta de conhecimentos quanto ao potencial degradante dos resíduos gerados por meio de suas atividades.

De acordo com UPAN (2008), para que seja realizada a gestão dos resíduos sólidos de modo correto, é preciso buscar se distanciar das influências e de pré-conceitos existentes, sendo necessário realizar análises detalhadas e objetivas das opções existentes por meio de avaliações comparativas que indicarão os prós e contras de cada opção existente.

Com intuito de que todos os proprietários e funcionários desses estabelecimentos possam contribuir com soluções para minimizar os problemas ambientais e como forma de despertar a percepção ambiental destes, foi elaborada uma cartilha informativa (Apêndice B) apontando informações como definição de meio ambiente, diferença entre lixo e resíduo, etapas do gerenciamento de resíduos sólidos e seus benefícios, bem como medidas de controle de possíveis impactos ambientais negativos que possam ocorrer em decorrência da destinação incorreta dos resíduos, responsabilidade dos mesmos, sendo posteriormente distribuídas nas borracharias e revendedores de pneus visitados (Figura 14).

Figura 14 - Entrega da cartilha sobre práticas de gerenciamento de resíduos



Fonte: Autor

## 6. CONCLUSÕES

Perante o cenário constatado nesse estudo, entende-se que existe a necessidade urgente de medidas de normatização, adequação e fiscalização ambiental, a serem tomadas pelos órgãos ambientais e Poder Público em relação a especificações mínimas, no que se refere ao gerenciamento de pneus usados e inservíveis por parte das borracharias e revendedores de pneus novos da cidade de Pomba-PB, que, de acordo com o levantamento concretizado, foram identificados 15 estabelecimentos desse segmento na cidade de Pomba-PB. No entanto, por não existir um cadastro ou dados oficiais destes estabelecimentos junto aos órgãos municipais competentes da cidade de Pombal-PB e, caso exista, não se encontra disponível para população, este número pode encontrar-se incompleto.

Nos estabelecimentos visitados, que comercializam pneus novos, foi constatado que nenhum pratica ou possui sistemas de logística reversa dos pneus usados e/ou inservíveis gerados na cidade após o uso pelo consumidor.

Quanto às borracharias, percebeu-se que não existe um sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados e as mesmas não possuem nem uma certificação de coleta de pneus usados e/ou inservíveis.

É notório que existe no setor de borracharias e revenda de pneus, uma lacuna de informação, tanto nos aspectos de gerenciamento quanto nos aspectos legais, além da ausência de fiscalização dos estabelecimentos por parte dos órgãos ambientais municipais, estaduais ou federais.

Ao analisar a forma de gerenciamento de pneus usados e/ou inservíveis pode-se concluir que são diversos os problemas no que tange a cadeia de destinação final de pneus na cidade de Pombal-PB, uma vez que os mesmos são armazenados na maioria das vezes em locais não cobertos, sendo posteriormente coletados pelo serviço de limpeza pública do município e destinados a locais não apropriados, o que resulta no aumento dos impactos ambientais negativos, tendo em vista que esta prática pode ocasionar a contaminação do solo e lençol freático, além de danos à saúde pública, pois este resíduo de pneu acumula água das chuvas, formando ambientes propícios à disseminação de doenças e procriação de insetos.

Acredita-se, portanto, que a existência de parcerias entre, revendedores, borracharias e o poder público para a implantação da logística reversa dos pneus usados e/ou inservíveis do município é de fundamental importância para que os

mesmos sejam devidamente armazenados, coletados transportados, tratados e tenham uma destinação final de forma ambiente correta e o mais segura possível.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLP - Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. 2014. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/conteudo/artigos.php?pag=integra&cod=222>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004. Resíduos Sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABR- Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus. 2014. Disponível em: < <http://www.abr.org.br/dados.html>> Acesso em: 12 fev. 2014.

ALAPA- Associação Latino Americana dos Fabricantes de Pneus, Aros e Rodas. 2014. Disponível em: <http://www.alapa.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2014.

AMARAL, J. E. M. **Análise das Dificuldades Associadas ao Uso de Pneus Inservíveis na Construção de Habitações**: o estudo de caso de goiatuba – go. 2012. 131fls. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente)- Centro Universitário de Araraquara, Araraquara – SP. 2012.

ANDRADE, H. S. **pneus inservíveis**: alternativas possíveis de reutilização. 2007. 100 fls. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina Centro Sócio –Econômico, Florianópolis – SC. 2007.

ANDRIETTA, A. J. **Pneus e Meio Ambiente**: Um grande problema requer uma grande solução. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>> Acesso em 8 dez. 2013.

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. 2013. Disponível em: <<http://www.anip.org.br>>. Acesso em: 06 dez. 2013.

\_\_\_\_\_. Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. 2014. Disponível em: <<http://www.anip.com.br/?cont=anip>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. **História do pneu**. 2013. Disponível em: < <http://www.anip.com.br/>>. Acesso em: 6 jan. 2014.

ARNALDI, J. C. Reciclagem e destinação de pneus. **Pneus e Cia**, São Paulo, n. 14, p. 14, Maç/abr. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.arelpe.org.br>>. Acesso em: 11dez. 2013

BERTOLLO, et al. Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. **Limpeza Pública**, São Paulo, n. 54, p 25, jan. 2000.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Pneus**: áreas de operações industriais 2; gerencial Setorial 2. Brasília, jun.1998.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009, **Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências**. Brasil, Brasília, DF, 30 de setembro 2009.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, **Impõe obrigações às empresas fabricantes e às importadoras de pneumáticos e dá providências correlatas**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 02 Dezembro de 1999.

Brazil Tires. **Saiba tudo sobre pneus**. 2014. Disponível em: <http://www.braziltires.com.br> Acesso em: 2 fev. 2014.

CARMO, R. Setor brasileiro de pneus. **Pneus e Cia**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 18 - 21, Maç/abr. 2010.

CARVALHO, j. D. V. **Dossiê técnico: Fabricação e reciclagem de pneus**. 2007. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=D+O+S+S+I+Ê+T+É+C+N+I+C+O+Joana+D'Arc+Vieira+Carvalho+2007>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

CONRADO, M. Ecologicamente correto e economicamente viável. **Pneus e Cia**, São Paulo, n. 14, p. 16 - 17, Maç/abr. 2010.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Pombal, estado da Paraíba/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

ETRMA - European Tyre & Rubber Manufacturer's Association. **End of Life Tyres: A Valuable Resource with Growing Potential**. 2011. Disponível em: <<http://www.etrma.org/uploads/Modules/Documentsmanager/brochure-elt-2011-final.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2013.

EVANGELISTA, O. F. A. **Avaliação de Impactos Ambientais decorrente dos resíduos gerados por pneumáticos**. 2009. 17 fls. Monografia (Tecnólogo certificado em Gestão Ambiental) - Faculdade Católica do Tocantins, PALMAS. 2009.

FERREIRA, A. B. **Avaliação do risco humano a poluentes atmosféricos por meio do biomonitoramento passivo**: um estudo de caso em São Mateus do Sul, Paraná. 2009. 90 fls. Tese (Doutorado em Ciências)- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **História do pneu**. 2014. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/>>. Acesso em: 3 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Fabricação**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/fabricacao/>>. Acesso em: 4 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Dicas de cuidado**. 2011. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/dicas-e-cuidados/>>. Acesso em: 4 jan. 2014.

FILHO, C. V. G. **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no Brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil**. 2007. 138 fls. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) - Instituto de Engenharia do Paraná, CURITIBA – PR. 2007.

FILHO, L. S. N.R. **A Logística Reversa de Pneus Inservíveis: o problema da localização dos pontos de coleta**. 2005. 98 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC. 2005.

FREITAS, S.S. **Benefícios sociais e ambientais do coprocessamento de pneus inservíveis**: estudo de caso na cidade de João Pessoa- PB. 2010. 92 fls. Dissertação (Pós- graduação em Engenharia Urbana e ambiental)- Universidade Federal da Paraíba- UFPB, João Pessoa. 2010.

GOODYEAR. **Fabricar um pneu**. 2012. Disponível em: <[http://www.goodyear.eu/po\\_pt/tire-advice/tire-information/make-a-tire.jsp](http://www.goodyear.eu/po_pt/tire-advice/tire-information/make-a-tire.jsp)>. Acesso em: 20 dez. 2013.

GUIA tecnológico do pneu. 2013. Disponível em: <[http://www.hankooktire.com.br/Technology/0403\\_TireTech.Guide\\_TypesofTires.aspx?mlev=4&slev=3](http://www.hankooktire.com.br/Technology/0403_TireTech.Guide_TypesofTires.aspx?mlev=4&slev=3)> Acesso em: 20 jan. 2014.

HC **REGULARIZAÇÕES**. Disponível em: [http://www.hcregularizacoes.com.br/pv\\_dfreq.htm](http://www.hcregularizacoes.com.br/pv_dfreq.htm). Acesso em 22 de fev. de 2014.

HEITZMAN, M. A. **State of the practice**: design and construction of asphalt paving materials with crumb rubber modifier. U. S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-AS-92-022, May. 1992.SHARMA, V.K. et al. Disposal of waste tyres for energy recovery and safe environment. Applied Energy, n. 65, p. 381-394, 2000

INDÚSTRIA HOJE. **Como é fabricado um pneu**. Disponível em: <<http://www.industriahoje.com.br/como-e-fabricado-um-pneu.>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (2000), **Guia técnico do sector da fabricação de artigos de borracha**.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindowes.htm>. Acesso em: 15 de jan. 2014.

JATMA. **Tyre industry of japan**. 2011. Disponível em:<[http://www.jatma.or.jp/media/pdf/tyre\\_industry\\_2011.pdf](http://www.jatma.or.jp/media/pdf/tyre_industry_2011.pdf)> Acesso em: 20 jan. 2014.

LAGARINHOS, C. A. F. **Reciclagem de Pneus**: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa. 2011. 291fls. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SÃO PAULO. 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS. E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 2008.

MARINGOLO, V. **Clínquer Co-processado**: Produto de Tecnologia Integrada para Sustentabilidade e Competitividade da Indústria de Cimento. 2001.200 fls. Tese (Doutorado em mineralogia e petrologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo- USP, São Paulo-SP. 2001.

MATTIOLI, et al, **Plano de gerenciamento integrado de resíduos pneumáticos** Belo Horizonte : Fundação Estadual do Meio Ambiente : Fundação Israel Pinheiro, 2009.

MATTOS, M. **UE não poderá mais depositar pneus em aterros e quer exportá-los para o Brasil**: Disponível em: <[www.mma.gov.br/informm a /item/3419-ue-nao-podera-mais-depositar-pneus-em-aterros-e-quer-exportalos-para-o-brasil](http://www.mma.gov.br/informm%20a%20item/3419-ue-nao-podera-mais-depositar-pneus-em-aterros-e-quer-exportalos-para-o-brasil)>. Acesso em: 10 dez. 2013.

MAYER, A. **Pneus, ambiente, saúde e asfalto borracha**. 2013. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,pneus-ambiente-saude-e-asfalto-borracha,1076704,0.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

MICHELIN - Brasil. 2009. **Disponível em**:<<http://www.michelin.com.br/tudo-sobre-carros/Aprenda-e-Compartilhe/Tudo-sobre-Pneus/Conheca-os-riscos-de-manter-a-pressao-errada-dos-pneus.html>>. Acesso em: 5 de jan. de 2014

MICHELIN. **Dez conselhos para uma manutenção adequada dos pneus**. 2012. Disponível em: <<http://www.michelin.pt/pneus-turismo/conselhos/guia-de-manutencao/dez-conselhos-de-manutencao>> Acesso em: 6 jan. 2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Pontos de coleta de pneus inservíveis cadastrados – 2013**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=Pontos+de+coleta+de+pneus+inservíveis+cad+astrados+--+2013>>. Acesso em: 4 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório de pneumáticos 2013 – resolução CONAMA nº 416/09**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=Ministério+do+Meio+Ambiente.+Relatório+de+pneumáticos+2013>>. Acesso em: 4 jan. 2014.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Elaborado pelo IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Rio de Janeiro, 2001.

MOTTA, F. G. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis: o papel da regulação e o do desenvolvimento tecnológico**, v. XI, n. 1, jan. – jun. 2008.

NOHARA, J. et. al. **GS-40 - Resíduos sólidos**: Passivo Ambiental e Reciclagem de Pneus, THESIS, São Paulo-SP, v .3 , 2º Semestre, 2005.

PETROBRAS. **Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto**. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br/minisite/refinarias/petrosix/portugues/index.asp>>. Acesso em 20 dez. 2013.

PNEUS E CIA. São Paulo: Sindicato das empresas de revenda e prestação de serviços de reforma de pneus e similares do estado de Minas Gerais, n. 14, Maç/abr. 2010.

RECICLANIP- Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus. **Informações eletrônicas** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <jossevanalcan@gmail.com>. em 27dez. 2013.

RECICLAR E PRECISO. 2014. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipientes.htm>> Acesso em: 20 dez. 2013.

RESENDE, E. L. **Canal de distribuição Reverso na reciclagem de pneus: Estudo de Caso**. 2004. 120 fls. Dissertação (mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004.

REVISTA BRASILEIRA DO AÇO. Rio de Janeiro: O giro do aço. n. 68, maio. 2009.  
REVISTA PNEWS. São Paulo: ABR - Associação brasileira do segmento de reforma de pneus, n. 81, jul. 2013.

RIBEIRO, C. M. C. **Gerenciamento de pneus inservíveis: coleta e destinação final**. 2005. 85 fls. Dissertação (Mestrado em gestão integrada em Saúde do Trabalhador e Meio Ambiente) – Centro Universitário Senac, Santo Amaro. 2005.

ROCHA, M. S. R.; LEMME, R. F.F. **Inventário de ciclo de vida do pneu inservível como combustível em fornos de cimenteiras, sob a ótica das emissões de co2**. 2013. 85 fls. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

SAIBA a diferença entre pneu radial e diagonal. 2014. Disponível em <<http://www.dinamicarpneus.com.br/diferenca-pneu-radial-diagonal/>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

SANDOVAL, C. M. S. **Consumidor como Stakeholder : O descarte de pneus no meio ambiente e o poder do consumidor**. 2005.84 fls. Monografia (graduação de bacharel em Comunicação Social, habilitação em Propaganda e Marketing) - Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, Brasília. 2005.

SANTOS, A. L. T. **Plano de gerenciamento do pneu resíduo: metodologia**. 2002.123 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

SANTOS, S. S.; AGOSTINHO, T. C. F. **Reciclagem de pneus inservíveis**. 2010. 70 fls. Trabalho de Curso (Graduação em Gestão Empresarial) - Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília. 2010.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Classificação das micro e pequenas empresas.** Disponível em: <http://www.sebrae.com.br>. Acesso em 04 jan. 2014.

SILVA, M. **Os pneus são um grave problema ambiental mundial.** Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1407>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

SILVESTRAVICIUTE, I.; KARALIUNAITE, I., 2006. “Comparison of End-of-Life Tyre Treatment Technologies: Life Cycle Inventory Analysis” **Environmental Research, Engineering and Management**, n. 35, p. 52-60. Disponível em: <[http://apini.ktu.edu/lt/Zurnalas/Straipsniai/35/07-straipsnis\\_padangos.pdf](http://apini.ktu.edu/lt/Zurnalas/Straipsniai/35/07-straipsnis_padangos.pdf)>. Acesso em: 27 de fev. 2013.

SOUSA, A. S. de. Diagnóstico da Degradação Ambiental na Zona Rural do Município de Pombal – PB. 2012. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012.

SOUZA, R. T. **Análise da logística reversa de pneus usados e inservíveis e seus impactos ambientais quando descartados inadequadamente:** estudo de caso: de uma empresa de transportes. 2009. 63 fls. Monografia (Tecnólogo em Logística com ênfase em Transporte) – Faculdade de Tecnologia da Zona leste, São Paulo. 2009.

SPERANDIO, J A. et. al. **Produção Limpa: Da Concepção à Realidade**, 22 SIMPEP, Nov 2005. Bauru São Paulo.

TENÓRIO, J. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Mundo. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2., 2008, Chile.

TERENCE, A. C. F.; ESCRIVÃO FILHO, E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais.** XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

UPAN – União Protetora de Ambiente Natural. **Resíduos:** como lidar com recursos naturais. 2008. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=hUnião+Protetora+de+Ambiente+Natural+-+UPAN+-+2008>> Acesso em: 20 jan. 2014.

VILAÇA, M. L. C. **Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. e-escrita** revista do curso de Letras da UNIABEU Nilópolis, v. I, n.2, Mai. -Ago. 2010.

## **APÊNDICE**

## Apêndice A - QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS BORRACHARIAS

### 1. Características gerais:

#### 1.1 Do empreendimento

Estabelecimento: \_\_\_\_\_

Número de funcionários: \_\_\_\_\_

Atividade desempenhada: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Tempo de funcionamento: \_\_\_\_\_

Área do estabelecimento (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

Quais serviços são oferecidos pelo estabelecimento?

\_\_\_\_\_

#### 1.2. Do entrevistado

Nome: \_\_\_\_\_

Função exercida: \_\_\_\_\_

### 2. Resíduos sólidos gerados

Em média quantos pneus são trocados semanalmente?

( ) 01 –04 trocas ( ) 05 –08 trocas ( ) 09 – 12 trocas ( ) mais de 12 trocas

O que é feito com os pneus trocados?

( ) Coleta regular-prefeitura

( ) Coleta particular - Nome da Empresa \_\_\_\_\_

( ) Comercialização

( ) Devolução ao fabricante

Qual frequência de coleta \_\_\_\_\_

Como é o local do armazenamento dos pneus novos/usados.

Local coberto: ( ) Sim ( ) Não

Piso impermeabilizado: ( ) Sim ( ) Não

Existe certificação de coleta dos resíduos? ( ) Sim ( ) Não ( ) NR

\*NR= Não respondido.

### 3. Legislação/Aspecto Ambiental

Existe algum alvará de funcionamento: ( ) Sim. ( ) Não.

Qual? \_\_\_\_\_

O estabelecimento tem licença ambiental para funcionar? ( ) Sim ( ) Não

Existe alguma vistoria técnica para funcionamento do estabelecimento? ( ) Sim ( ) Não

Com que frequência são feitas essas vistorias técnicas?

Mensalmente  Trimestralmente  Semestralmente  Anualmente

Existe algum sistema de gestão ambiental?  Sim  Não

Em caso afirmativo, qual? \_\_\_\_\_

Algum cliente já demonstrou preocupação em relação a questão ambiental no estabelecimento?

Sim  Não

Em caso afirmativo, quais? \_\_\_\_\_

Existe alguma exigência legal para instalação e/ou operação deste estabelecimento

Sim  Não

Em caso afirmativo, precisa ser renovada?  Sim  Não

Em caso afirmativo, essa exigência é por parte de quem?

Municipal  Estado  Federal

Em sua opinião esse estabelecimento causa algum tipo de poluição ambiental?

Sim  Não

Poquê? \_\_\_\_\_

São utilizadas algumas medidas para mitigar os impactos gerados pelo estabelecimento?

Sim  Não

Qual(is)? \_\_\_\_\_

Em sua opinião, adequação ambiental poderia ser um diferencial de mercado para atrair novos clientes?

Sim  Não

Por quê? \_\_\_\_\_

Você teria interesse em receber um estagiário para realizar um trabalho de gestão ambiental na empresa?

Sim  Não

Pombal-PB \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

# Apêndice B – Cartilha informativa distribuída aos estabelecimentos de borracharias e revendas de pneus da cidade de Pombal – PB



**MANEIRA DE ARMAZENAMENTO CERTA:**



### Referências Bibliográficas

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 306, de 3 de julho de 2002. Estabelece as condições mínimas e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 138, de 19 de julho de 2002, Seção 1, páginas 75-76. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pombal/consama>. Acesso em 20 jun. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 416, de 30 de Setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 01 out. 2009, p. 64-65. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pombal/consama/legislacao/legislacao/416>. Acesso em 03 fev. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 238, de 26 de agosto de 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pombal/consama/legislacao/legislacao/238/238099.html>. Acesso em 03 fev. 2014.

GRUPO DE MONITORAMENTO PERMANENTE (GMP) da Resolução CONAMA nº 342/08 (Pneus Usados), de 21 de dezembro de 2007. Disponível em: <www.ambiente.gov.br/pneus-usados>. Acesso em 29 nov. 2013.

MATTIOLI, Leonardo Miranda Laboaria, et al. Plano de gerenciamento integrado de resíduos gerenciáveis - PGRIP. Belo Horizonte - Fundação Estadual de Meio Ambiente - Fundação Lemul Pinheiro, 2009. 44 p. pdf.

MONTESIN, O. S. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: BRAMA, 2001. 200 p.

Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei 12305, 2010. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2007-2010/.../lei12305.htm>. Acesso em 20 dez. 2013.

**Práticas de gerenciamento de pneus inservíveis em estabelecimentos de borracharias e revendedores de pneus.**



Elaboração:  
Prof. Dr. Luiz Gualberto de A. Sobrinho  
Jossevan de Alcântara Alves

---

**Mas o que é meio ambiente ?**

"Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas" ( RESOLUÇÃO CONAMA 306/2002 )

**Lixo e resíduo é a mesma coisa ?**

**Lixo:** Material desnecessário, não aproveitável, ou indesejado, originado no processo de produção e consumo de produtos.

**Resíduo:** Material resultante das atividades humanas e da natureza que podem ser parcialmente (ou totalmente) utilizados, gerando economia de recursos naturais, proteção à saúde pública etc.

Fonte: MONTESIN, O. S. H. P., 2001.

**ATENÇÃO:** Pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que podem resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública, sendo desta forma: distribuidores, revendedores, destinatários, consumidores finais de pneus e o Poder Público deverão, em articulação com os fabricantes e importadores, implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no País previstos nesta Resolução (RESOLUÇÃO CONAMA 416/09)

**Etapas a serem seguidas no gerenciamento dos resíduos de borracharias**

**Acondicionamento:** Preparar os para a coleta de forma sanitariamente adequada, compatível com o tipo e a quantidade de resíduos existente

**Coleta e transporte:** significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a um eventual tratamento e à disposição final.

**Tratamento:** série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo o contato com o ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

**Disposição final:** É dar um destino final ambientalmente adequado aos resíduos coletados.  
Fonte: MONTESIN, O. S. H. P., 2001.

**Onde posso armazenar os pneus usados?**

O local de armazenamento de pneus deve ter uma estrutura coberta, de forma a garantir as condições necessárias à prevenção dos danos ambientais e de saúde pública, além de ser cercado e ter placa de identificação e advertência da área, bem como de fácil acesso (RESOLUÇÃO CONAMA 416/09).



Local adequado para o armazenamento de pneus. Fonte: MATTIOLI, et al., 2009.

**IMPORTANTE:** Segundo a Resolução CONAMA 416/09, é proibido o armazenamento de pneus a céu aberto.

**Por que não devo queimar resíduos de pneus?**

Queima de resíduo de pneus a céu aberto libera fumaça tóxica que polui o ar e o solo que contém produtos químicos e metais pesados, que podem viajar longas distâncias, contaminando solo e água e são capazes de produzir efeitos adversos à saúde, como perda de memória, deficiência no aprendizado, câncer, danos aos rins e fígado.



**Devo jogar pneus no meio ambiente (em corpos de água, terrenos baldios)?**

Segundo a Resolução CONAMA 416/09 é proibido. Além do mais o descarte de pneus em terrenos baldios causa poluição visual serve de criadouro para mosquitos transmissores de doenças, febre amarela e zika vírus, já em rios e lagoas, contribui para assoreamento e enchentes.



**Então o que devo fazer com os pneus usados?**

Pneus fazem parte da logística reversa e devem ser encaminhados aos revendedores ou fabricantes para que se der a destinação correta, seja a reciclagem, ou quando inservíveis outros fins ambientalmente corretos como: construção de asfalto, gramíneas artificiais, quadras esportivas, construção de escostas, etc. (Lei 12305/10 art. 33).

**IMPORTANTE:** É responsabilidade do produtor e do importador pelo ciclo total do produto, ou seja, a coleta, o transporte e a disposição final. Desde 2002 os fabricantes e importadores de pneus devem coletar e dar a destinação final para os pneus usados. Os distribuidores, revendedores, reformadores e consumidores finais são co-responsáveis pela coleta dos pneus servíveis e inservíveis, os quais devem colaborar com a coleta (RESOLUÇÃO CONAMA, nº 238/99).

**Benefícios**

- Borracharias mais organizada;
- Diminuição do risco de proliferação de vetores de doenças;
- Retorno dos pneus inservíveis à cadeia produtiva;
- Regulamentação junto a lei;

**FICA A DICA:** Um local de trabalho limpo e bem organizado não é apenas garantia de segurança; é também o seu cartão de visita para seus clientes (GMP, 2007).

Fonte: Autor