

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis: Análise Crítica  
de Procedimentos Operacionais e Tecnologias para  
Minimização, Adotados no Território Nacional.**

**MARLY ALVAREZ CIMINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação:  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Viviana Maria Zanta

São Carlos

2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C573gp

Cimino, Marly Alvarez.

Gerenciamento de pneumáticos inservíveis: análise crítica de procedimentos operacionais e tecnologias para minimização, adotadas no território nacional / Marly Alvarez Cimino. -- São Carlos : UFSCar, 2004.

178 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Resíduos sólidos. 2. Gestão e gerenciamento de resíduos. 3. Pneus inservíveis. 4. Procedimentos operacionais. I. Título.

CDD: 363.7285(20<sup>a</sup>)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação defendida e aprovada em 12 / 08 / 2004  
Pela Comissão Julgadora

---

**Profª Drª Viviana Maria Zanta**  
Orientadora – Departamento de Engenharia Civil –  
DECiv/UFSCar

---

**Prof Dr Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira**  
Departamento de Engenharia Civil – DECiv/UFSCar

---

**Profª Drª Wanda Risso Günther**  
Departamento de Saúde Ambiental – HSA/FSP/USP

**À minha mãe,  
irmãos, cunhados,  
afilhada e sobrinhos.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais uma conquista.

A minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Viviana Maria Zanta, pela orientação, paciência e objetividade que me conduziram ao longo da execução deste trabalho, e desta forma tornou possível a sua finalização.

Aos Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira, Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador, Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira e Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva pelas contribuições fundamentais nas fases de elaboração deste trabalho, por meio de análises e comentários.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Wanda Maria Risso Günther, da Faculdade de Saúde Pública, da Universidade São Paulo, pela atenção, consideração e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Registro ainda, profundo reconhecimento a todos os colegas, amigos e entidades que cooperaram para que eu pudesse desenvolver e enriquecer este trabalho. Foram muitos os que, de alguma forma, direta ou indireta, deram sua contribuição. Nomeá-los seria tarefa quase impossível, além de oferecer o risco de uma omissão absolutamente imperdoável.

Aos professores e a secretária Sônia, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, da Universidade Federal de São Carlos, que sempre estiveram prontos a me ajudar nas mais diversas ocasiões.

“Para a civilização como um todo, a fé tão essencial à reintegração do equilíbrio que hoje falta em nossa relação com a terra é a fé de que temos futuro. Podemos acreditar nesse futuro e trabalhar para chegar a ele e preservá-lo, ou podemos prosseguir às cegas, agindo como se, um dia, não haverá filhos para herdar nosso legado. A escolha é nossa: a terra está na balança”.

AL GORE, 1993.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1: Componentes da estrutura do pneu.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2: Tipos de carcaças de pneu, (a) diagonal, (b) radial.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3: Tipos de construção de um pneu, (a) sem câmara, (b) com câmara.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 4: Incêndio em um aterro de pneus em Oranienburg, perto de Berlim, Alemanha, em abril de 2002.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 5: Queima de pneus descartados em terreno baldio, no Rio de Janeiro/RJ.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 6: Depósito de pneus, segundo normas ambientais de Vancouver, Canadá.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 7: Centro de Trituração de Pneus Inservíveis da ANIP / CIMPOR, em Jundiaí/SP.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 8: Produto final da trituração de pneus inservíveis – Jundiaí/SP.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 09: Folder da Campanha da ANIP.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 10: Barracão para armazenamento temporário de pneus inservíveis, no Bairro Campos do Iguaçu – Foz do Iguaçu / PR.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 11: Galpão Central de Pneus do Catiri, Rio de Janeiro / RJ.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 12: Reutilização e reciclagem de pneus inservíveis em playground e piso de áreas de lazer americanas.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 13: Piso de área de lazer produzido com borracha proveniente de pneus inservíveis reciclados - EUA.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 14: Formas de Disposição Final – Pneus Inservíveis na Europa.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 15: Formas de disposição final de pneus inservíveis – EUA.....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 16: Reutilização de pneus inservíveis para proteção de píer na Ilha Guaraguatá, em Cubatão/SP.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 17: Gráfico comparativo de consumo de borracha de pneus inservíveis, por toneladas, em 2001, nos EUA e Canadá.....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 18: Cuminuição Mecânica ou Ambiental – Esquema do Sistema de Processamento.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 19: Cuminuição Criogênica – Esquema do Sistema de Processamento....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 20: Estrado para baias, confeccionado com borracha de pneus inservíveis.....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 21: Reutilização de pneus inservíveis em playground, no Canadá.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 22: Estrados confeccionados com pneus inservíveis e Refugados.....</b>	<b>131</b>

<b>Figura 23: Piso para playground's, confeccionado com borracha de pneus inservíveis reciclados – EUA.....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 24: Estado de São Paulo - Estrutura de Captação e Tratamento de Pneus Inservíveis – ANIP.....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 25: Brasil - Estrutura de Captação e Tratamento de Pneus Inservíveis – ANIP.....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 26: Atuação da ABIP no Estado do Paraná.....</b>	<b>142</b>
<b>Figura 27: Área de ação da ABIP no Estado de Santa Catarina.....</b>	<b>142</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1: Prazos e quantidades proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 2: Prazos e quantidades proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis em relação a pneus reformados importados..</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 3: Legislação ambiental regulamentadora de resíduos sólidos para pneus inservíveis.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 4: Percentuais de aproveitamento dos pneus reciclados em Alberta, Canadá....</b>	<b>65</b>
<b>Tabela 5: Produtos Típicos Oriundos do Processamento de Pneus Inservíveis.....</b>	<b>92</b>
<b>Tabela 6: Estratégias e minimização de pneumáticos inservíveis e respectivas opções tecnológicas de tratamento.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabela 7: Aplicação e mercado para borracha de pneumáticos inservíveis – EUA / Canadá – 2001.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabela 8: Tipos de tratamento para processos de desvulcanização.....</b>	<b>106</b>

## SUMÁRIO

<b>01- Introdução.....</b>	<b>01</b>
<b>02- Objetivos.....</b>	<b>05</b>
<b>2.1- Objetivo Geral.....</b>	<b>05</b>
<b>2.2- Objetivos Específicos.....</b>	<b>05</b>
<b>03- Método.....</b>	<b>06</b>
<b>04- O Pneu: Produto X Resíduo.....</b>	<b>08</b>
<b>4.1 – O Pneu como Produto.....</b>	<b>08</b>
4.1.1- Alguns Fatos Históricos Relativos à Borracha Utilizada em Pneus.....	08
4.1.2- Conceitos e Definições Básicas sobre Pneumáticos.....	09
4.1.3- Características dos Pneumáticos.....	10
<b>4.2- O Pneu como Resíduo.....</b>	<b>15</b>
4.2.1- Definições Básicas Relativas aos Pneumáticos Inservíveis.....	15
4.2.2- Impactos Ambientais Decorrentes de Disposição Inadequada.....	16
<b>05- Legislação Ambiental com vistas aos Resíduos Sólidos Urbanos.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1- O Contexto da Competência Federal.....</b>	<b>20</b>
<b>5.2- O Contexto da Competência Estadual e do Distrito Federal.....</b>	<b>21</b>
<b>5.3- A Competência dos Municípios.....</b>	<b>23</b>
<b>5.4- Responsabilidade pelos Danos Ambientais.....</b>	<b>24</b>
<b>5.5- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.....</b>	<b>26</b>
5.5.1- Resolução CONAMA nº 258/99.....	29
5.5.2- Resolução CONAMA nº 301/02.....	32
<b>5.6- IBAMA – Instrução Normativa nº 08/02.....</b>	<b>32</b>
<b>5.7- Algumas Legislações Estaduais e Municipais Referentes a Pneumáticos.....</b>	<b>33</b>
5.7.1- Lei Estadual nº 12.493/99 – Estado do Paraná.....	33
5.7.2- Decreto nº 6.215/02 – Estado de Santa Catarina.....	34
5.7.3- Projeto de Lei Estadual nº 212/98 – Estado de São Paulo.....	35
5.7.4- Resolução SMA/SS 1/2002 – Estado de São Paulo.....	36
5.7.5- Decreto nº 23.941/02 – Estado de Pernambuco.....	37
5.7.6- Lei Municipal nº 2.968/78 – Belo Horizonte / MG.....	37
5.7.7- Projeto de Lei nº 46/13L/2002 – Novo Hamburgo / RS.....	38
5.7.8- Decreto nº 9.287/90 – Rio de Janeiro / RJ.....	38

5.7.9- Projeto de Lei nº 147/2001 – Salvador / BA.....	39
5.7.10- Lei Municipal nº 13.316/02 – São Paulo / SP.....	39
5.7.11- Lei Municipal nº 2.847/81 – Vitória / ES.....	40
5.7.12- Lei Municipal nº 10.289/99 – Campinas / SP.....	40
<b>06- Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1- Definições de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos.....</b>	<b>45</b>
<b>6.2- Abordagem em Retrospectiva de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos.....</b>	<b>47</b>
<b>6.3- Políticas de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Pneus Inservíveis em Vários Países.....</b>	<b>49</b>
6.3.1- Contexto das Políticas Federais de Gestão de Resíduos Sólidos e de Pneumáticos Inservíveis no Brasil.....	50
6.3.2- Aspectos das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos nos Estados Unidos.....	53
6.3.3- Contexto das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos no Canadá.....	55
6.3.4- Contexto das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos na Austrália.....	56
6.3.5- Contexto das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos em Vários Países Europeus.....	56
<b>07- Estratégias de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis em Vários Países.....</b>	<b>60</b>
<b>7.1- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis Americanas.....</b>	<b>60</b>
<b>7.2- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis Canadenses.....</b>	<b>63</b>
<b>7.3- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis Sul Africanas.....</b>	<b>66</b>
<b>7.4- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis Brasileiras.....</b>	<b>66</b>
7.4.1- Programas Institucionais.....	66
7.4.2- Programas Empresariais.....	75
7.4.3- Programas Municipais e de Instituições de Interesse em Reciclagem.....	77
<b>08- Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos.....</b>	<b>87</b>
<b>8.1- Minimização de Pneumáticos Inservíveis.....</b>	<b>91</b>
<b>8.2- Levantamento de Tecnologias para Reciclagem e Reutilização de Pneumáticos Inservíveis.....</b>	<b>98</b>
8.2.1- Cuminuição.....	100
8.2.2- Desvulcanização.....	104
8.2.3- Co-Processamento em Energia.....	107
8.2.4- Pirólise.....	110
8.2.5- Reutilização de Materiais “ <i>Latu Sensu</i> ”.....	112
<b>8.3- Experiências com Novas Tecnologias para a Minimização de Pneumáticos Inservíveis.....</b>	<b>117</b>
8.3.1- Redução na Fonte.....	117
8.3.2- Reutilização.....	119
8.3.3- Reciclagem.....	124

<b>09- Análise Crítica da Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>135</b>
<b>9.1- Legislações Ambientais em Vigor.....</b>	<b>135</b>
<b>9.2- Ações dos Responsáveis Diretos.....</b>	<b>138</b>
<b>9.3- Procedimentos Operacionais.....</b>	<b>143</b>
<b>9.4- Alternativas Tecnológicas.....</b>	<b>143</b>
<b>9.5- Ações dos Responsáveis Indiretos.....</b>	<b>145</b>
<b>9.6- Ações do Poder Público.....</b>	<b>147</b>
<b>10- Conclusão e Recomendações.....</b>	<b>150</b>
<b>11- Referências.....</b>	<b>153</b>
<b>Anexo A – Legislações.....</b>	<b>172</b>
<b>A.I- Resolução CONAMA nº 258/99.....</b>	<b>172</b>
<b>A.II- Resolução CONAMA nº 310/02.....</b>	<b>175</b>
<b>A.III- IBAMA – Instrução Normativa nº 08/02.....</b>	<b>177</b>

## RESUMO

O pneu, após mais de 150 anos de desenvolvimento e ainda com um papel insubstituível e fundamental na vida atual, quando se torna inservível constitui um passivo ambiental. No Brasil, em face da quantidade significativa gerada, e da durabilidade dos pneumáticos inservíveis, os problemas ambientais decorrentes de sua disposição final inadequada assumem grandes proporções, principalmente, no meio ambiente urbano, se tornando necessária à minimização desses resíduos sólidos especiais por meio de seu gerenciamento, com a articulação de ações da municipalidade e dos responsáveis diretos e indiretos identificados pelas Resoluções CONAMA nº 258 / 99 e 301 / 02, e pela Instrução Normativa nº 08/02, do IBAMA. Considerando esse contexto, esta pesquisa teve como objetivo principal, analisar, criticamente, os procedimentos operacionais e as tecnologias que vêm sendo adotados para o gerenciamento de pneumáticos inservíveis no território nacional, após a instituição das Resoluções CONAMA retro mencionadas. A pesquisa bibliográfica realizada possibilitou avaliar a evolução dos procedimentos de manejo, diagnosticando a situação atual do gerenciamento desses resíduos sólidos especiais, no território nacional, as suas interfaces com as legislações ambientais em vigor, o grau de envolvimento e conscientização dos responsáveis indiretos, bem como as alternativas tecnológicas existentes para a minimização destes resíduos. Espera-se que este trabalho possa contribuir para o aprimoramento do gerenciamento de pneumáticos inservíveis com ênfase nas estratégias para coleta e aproveitamento destes resíduos e maior interação entre segmentos responsáveis. Dessa forma, os impactos ambientais e os problemas de saúde pública, decorrentes do manejo inadequado desses inservíveis no meio urbano poderão ser minimizados, possibilitando que não se transfira às futuras gerações problemas que, atualmente, são enfrentados.

**UNITERMOS:** pneumáticos inservíveis, gerenciamento de resíduos sólidos, minimização de resíduos sólidos, procedimentos operacionais.

## ABSTRACT

Lasting for 150 years of development and still playing the role of irretrievable, the tire, when turned into solid waste, becomes environmental concern. In Brazil, due to the considerable amount generated and the long-life of this solid waste, the disposal environmental risks reach large proportions, mainly in urban areas. For this reason, this is a subject which demands responsible management, along local governmental articulation, direct or indirect in charge subordinated by the rules of CONAMA n° 258 / 99 e 301 / 02, and ruled by Instrução Normativa n° 08/02, of IBAMA. As far as it may concern, this paper aims a critical investigation on operational procedures as well as on the technologies regarding tire solid waste management in the country, mainly under the legislation above-mentioned. The literature survey made possible the evaluation of procedures development on managing, by a diagnoses of present tire solid waste management in the country as much as its interfaces with environmental legislation. Also, it has supported the understanding of the level of involving and awareness of those in charge with the matter, and the present Technologies for minimizing the generated waste. This paper has been conceived to accomplish tire solid waste management regarding collecting strategies and good use in the ground of an interaction among the responsible segments. Its goal is the minimization of environmental impact and public health damage, which derive from improperly manipulation of solid waste in urban site, in order to appease future generations none of the problems that are faced nowadays.

**KEY-WORDS:** tire waste, solid waste management, solid waste minimization, operational features.

# 1- INTRODUÇÃO

No Brasil, o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos constitui um dos maiores desafios enfrentados pelos municípios, devido aos aspectos sanitários e ambientais envolvidos, como também, por acarretar custos elevados ao orçamento municipal no que diz respeito à operacionalização do Sistema de Limpeza Urbana, em razão das quantidades geradas, associadas, entre outros fatores, às características dos materiais.

Com referência ao volume de resíduos gerados, verifica-se que ocorre devido às cidades brasileiras constituírem a principal base de sustentação do modelo de desenvolvimento econômico que vigorou até a segunda metade do século passado. Esse modelo provocou o êxodo rural e a expansão das cidades, além de intensificar os processos industriais e de geração de bens de consumo. Conseqüentemente, estando a maioria da população nos centros urbanos, e havendo uma relação desequilibrada entre o nível de conscientização ambiental dessa população e a utilização dos recursos naturais, acaba por ocorrer o comprometimento da capacidade de suporte do meio ambiente local, por meio dos impactos ambientais gerados.

Quanto aos impactos ambientais, como retro mencionado, decorrem do atendimento às necessidades de um modo de vida urbano predatório, relativo ao consumismo desenfreado, que acarreta na extração da matéria-prima, para a fabricação de um bem, até o respectivo descarte como resíduo sólido. Portanto, devido ao crescimento populacional e aos seus hábitos de consumo a geração de resíduos sólidos urbanos vem progredindo significativamente nos meios urbanos.

Considera-se que, outro fator preponderante dos impactos ambientais refere-se à composição desses resíduos sólidos, constituída de grande quantidade de materiais não biodegradáveis, com possibilidade de serem reciclados ou reutilizados (GÜNTHER, 1998a).

Ressalta-se, também, que tanto a concentração espacial das cidades, quanto a falta de áreas adequadas disponíveis próximas a estas, para a disposição final de seus resíduos sólidos urbanos, realçam ainda mais os aspectos sanitários envolvidos e a necessidade de controle ambiental. (D'ALMEIDA & VILHENA, 2000; JARDIM et al, 1995).

Visando enfrentar os danos causados pelos impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos, principalmente, os decorrentes de sua disposição final inadequada, vem sendo adotada no mundo todo, uma iniciativa da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA – a agência de proteção ambiental dos Estados Unidos), denominada PPP – *Prevention Pollution Program*, que deu origem à minimização de resíduos sólidos urbanos (GÜNTHER, 2000).

Algumas das formas de minimização são: a redução na fonte geradora, o reuso dos materiais e a reciclagem que visam à ampliação do ciclo de vida do produto, reduzindo a extração de recursos naturais, bem como maximizando a vida útil dos aterros sanitários (D'ALMEIDA & VILHENA, 2000; JARDIM et al, 1995).

Dessa forma, a minimização de resíduos sólidos urbanos, associada à prevenção, são sinalizadas como prioridades máximas na elaboração de qualquer plano de gerenciamento ambientalmente adequado desses resíduos (COMISSÃO EUROPÉIA, 2000).

Contudo, em linhas gerais, alterações na gestão do produto requerem não somente uma significativa mudança de processo, relacionada às empresas, quanto de comportamento cidadão (ZANTA, 2001).

O caso dos pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente em logradouros públicos, ou terrenos baldios, requer uma atenção especial, pois, além desses materiais constituírem um passivo ambiental, resultam em sério risco à saúde pública, podendo servir de criadouros para micro e macro vetores, ou, ainda, serem queimados a céu aberto, liberando carbono, dióxido de enxofre e outros poluentes, contribuindo, dessa feita, para a poluição atmosférica (D'ALMEIDA & SENA, 2000; MELO, 1998; COSTA et al, 2000).

Acrescenta-se, a isso, o fato de que cada pneu, quando queimado, libera cerca de dez litros de óleo que podem percolar pelo solo até atingir a água do subsolo, contaminando-a. Ainda, quando dispostos em aterros sanitários, por apresentarem baixa compressibilidade, os pneus reduzem a vida útil dos aterros existentes, como também, por absorverem os gases liberados pela decomposição de outros resíduos, incham e estouram a cobertura desses aterros. (SNYDER, 1986; WAGNER & CARABALLO, 1997; BLUMENTHAL, 1993).



Segundo dados da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), divulgados por Echimenco (2001), no início deste século havia um passivo ambiental em torno de 100 milhões de pneumáticos inservíveis abandonados no país, quer estocados ou relegados em áreas abertas, aos quais, este autor previu que anualmente, seriam somados cerca de 17 milhões de unidades. Ressalta-se, ainda o fato da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP, 2002a), apontar o Estado de São Paulo como o responsável por 40% desses descartes.

Em razão dos motivos expostos, em vários países, assim como no Brasil, estão sendo implantados instrumentos de gestão, a exemplo da Diretiva 91/157/CEE, da Comunidade Européia, Normas Diretivas de Aterros na Irlanda, entre outros, que viabilizem o gerenciamento de pneumáticos inservíveis, e abarquem programas de redução na fonte geradora com o propósito de recuperar esse produto, assim como de reutilização e reciclagem desse material quando transformado em inservível, por meio da adoção de alternativas tecnológicas existentes e em caráter experimental (COSTA, 2001; JARDIM et al, 1995, MERCADO ELETRÔNICO DE RECICLAGEM, 2002).

No Brasil, alguns procedimentos e metas para pneumáticos inservíveis foram estabelecidos, entre outros, quanto a responsabilidades, prazos e quantidades para coleta e disposição final, por meio das Resoluções CONAMA nº 258/99 e 301/02, regulamentadas pela Instrução Normativa nº 8/02 do IBAMA. Até o momento não se instituiu uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, havendo a orientação de que a mesma seja discutida no âmbito de uma Política Nacional de Saneamento, embora já tenha sido apresentada uma proposta de projeto de lei (Projeto de Lei substitutivo ao PL nº 203 de 1991) versando sobre o tema.

Com base no estabelecido pelas Resoluções CONAMA, acima mencionadas, para o gerenciamento de pneumáticos inservíveis no território nacional, esta pesquisa objetivou analisar criticamente os procedimentos operacionais e tecnologias para minimização que vem sendo adotado pelos segmentos de produção e importação de pneus, com a finalidade de contribuir para o aprimoramento desse gerenciamento.

Considerando a magnitude da questão relativa ao manejo dos pneumáticos inservíveis, a revisão da literatura pertinente ao assunto apoiou-se em pesquisa baseada na epistemologia qualitativa, que possui, dentre seus objetivos essenciais, a produção de

modelos teóricos complexos e dinâmicos capazes de gerar inteligibilidade sobre os processos ambiental e economicamente sustentáveis, muitos ainda em estudo e, portanto, inacessíveis às metodologias tradicionais. (SEVERINO, 2000).

Particularmente, este estudo baseia-se numa metodologia construtivista que trata da interpretação e “explicação reconstrutiva” dos fenômenos pesquisados, quer sejam, identificar os procedimentos operacionais atualmente realizados para cumprimento das metas estabelecidas pela legislação ambiental em vigor, bem como as alternativas de reutilização e reciclagem disponíveis, analisando, com base nestas informações o nível do estágio tecnológico e o grau de interação entre responsáveis diretos e indiretos, incluindo-se o papel do Poder Público frente ao passivo ambiental existente na área urbana de seus municípios.

Espera-se que o panorama apresentado da atual situação da gestão de pneumáticos inservíveis, mediante uma análise científica crítica, possa auxiliar os gestores de sistemas de resíduos sólidos, bem como contribuir para o processo de revisão da Resolução CONAMA nº 258/99 prevista para o ano de 2005 (BRASIL, 1999b).

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1- OBJETIVO GERAL**

- Analisar criticamente o gerenciamento atual de pneumáticos inservíveis adotado no território nacional pelos setores de produção e importação, no que se refere à coleta, ao tratamento e destinação final desses resíduos sólidos especiais, e as suas interfaces com a legislação ambiental em vigor.

### **2.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar os aspectos legais e institucionais pertinentes ao Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis.
- Identificar e caracterizar os procedimentos ou alternativas de manejo, adotados para coleta, tratamento e disposição final de pneumáticos inservíveis.
- Identificar e caracterizar as diversas alternativas tecnológicas em uso, e ainda aquelas em fase experimental, para pneumáticos inservíveis, com vistas à reutilização e reciclagem desses resíduos.

### **3 - MÉTODO**

Este trabalho foi realizado em duas etapas por meio de um estudo descritivo de cunho exploratório baseado em modelos de gerenciamento para pneumáticos inservíveis já existentes.

A primeira etapa consistiu de pesquisas bibliográfica e documental, em diversas fontes de informações, tais como livros técnicos, dissertações, estudos de caso, artigos técnicos e trabalhos científicos, órgãos institucionais e organizações, bem como, informações divulgadas via Internet e da realização de uma entrevista aberta à Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, ANIP visando obter informações sobre as ações de planejamento, normativas, financeiras e operacionais.

Os tópicos investigados foram concernentes a:

- a-)** conceitos básicos sobre composição e caracterização de pneus;
- b-)** conceitos básicos sobre atores e destinação final ambientalmente adequada, além de impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado de pneumáticos inservíveis;
- c-)** legislações sobre resíduos sólidos urbanos e pneumáticos inservíveis: arcabouço legal, estabelecimento de diretrizes, competências e responsabilidades diretas (fabricantes e importadores) e indiretas (distribuidores, revendedores, consumidores, borracheiros, reformadores e Poder Público);
- d-)** alternativas de gerenciamento de pneumáticos inservíveis, no que tange às ações de planejamento normativas, financeiras e operacionais, visando à coleta, armazenamento temporário, tratamento e disposição final desses inservíveis;
- e-)** alternativas tecnológicas existentes para pneumáticos inservíveis quanto ao nível do estágio dessas tecnologias, por meio de suas características técnicas, operacionais, financeiras e ambientais, classificadas segundo estratégias de minimização;

A segunda etapa da pesquisa compreendeu:

- a-)** sistematização dos dados obtidos na etapa anterior, de modo a permitir o diagnóstico da situação atual do gerenciamento de pneumáticos inservíveis no território nacional, no que se refere a: (1) ações adotadas pelos responsáveis diretos; (2) as suas interfaces com as legislações ambientais em vigor, no que tange ao cumprimento das metas estabelecidas; (3) ao nível de atuação dos responsáveis indiretos; (4) as alternativas tecnológicas existentes, indicando suas vantagens e desvantagens relacionadas aos aspectos técnicos, operacionais, econômicos e ambientais;
- b-)** análise do atual sistema de gerenciamento de pneumáticos inservíveis no território nacional, bem como sugerir ações, objetivando o seu aprimoramento.

## **4- O Pneu: Produto X Resíduo**

### **4.1- O Pneu como Produto**

O surgimento dos pneus fez com que fossem substituídas as rodas de madeira e ferro, usadas em carroças e carruagens desde os primórdios da História. Esse grande avanço foi possível quando o norte-americano Charles Goodyear descobriu o processo de vulcanização da borracha ao deixar este material, misturado com enxofre, cair no fogão.

Neste item aborda-se um breve histórico da borracha empregada em pneus e alguns conceitos e definições adotadas neste trabalho, como também, as principais características dos pneumáticos.

#### **4.1.1- Alguns Fatos Históricos Relativos à Borracha Utilizada em Pneus**

A base da grande e global indústria da borracha é a seiva branca da árvore sul-americana *Hevea brasiliensis*. De acordo com a definição apresentada por Costa (2001: pg. 24), “[...] a borracha natural é um elastômero de cadeia longa e flexível, com frágeis forças moleculares e ocasionais ligações cruzadas de enxofre [...]”.

A evolução da borracha sintética e, conseqüentemente, do pneu ocorreram, segundo Blumenthal (1993) e Deutche Welle: Brasil (2000), como segue:

- Em 1826, Faraday estabelece a fórmula empírica da borracha sintética – C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>.
- Em 1841, o norte americano, Charles Goodyear ao deixar cair uma pequena quantidade de enxofre na seiva aquecida, casualmente, descobre o processo de vulcanização.
- O engenheiro inglês, Robert Thompson patenteia o primeiro pneu em 1845.
- Na Alemanha, mais tarde, começa a ser industrializada a borracha sintética a partir do petróleo.

- Greville Willians, isola o Isopreno por destilação seca da borracha natural, em 1860.
- Bouchar Dat, ao aquecer o Isopreno com ácido clorídrico em tubo selado, obtêm, em 1879, uma massa semelhante à borracha natural.
- Na Irlanda, em 1887, Dunlop cria o primeiro pneu de bicicleta.
- Em 1897, Euler consegue iniciar e completar a síntese da borracha, ao obter, sinteticamente, o Isopreno.
- Em 1895, os irmãos Michelin, pioneiros de uma mega indústria, atualmente, mundial, instalam pneus em carros.
- Na década de 30, após a I Guerra Mundial os trabalhos de investigação continuam sendo desenvolvidos, surgindo os Polissulfetos, o Neoprene, as borrachas de Nitrila, capazes de sofrerem vulcanização e chegando a dar como produto final, um material parecido com a borracha natural.
- Nas últimas décadas do século passado são produzidos novos tipos de borrachas sintéticas, como as de Butila, Silicônica, Silicone Flourado, Fluoro – Acrílica, Poliuretano Sólido Polietileno Clorossulfonado, e as de Etileno Fluorado, entre outras.
- Na última década são desenvolvidos outros novos tipos de borrachas, tais como: Poliisopreno – elastômero sintético semelhante à borracha; o Polibutadieno; a síntese do Isopreno, por meio de catalizadores estereoespecíficos e, as borrachas de Etileno / Propileno, que seguem os moldes das borrachas naturais.

#### **4.1.2 – Conceitos e definições sobre pneumáticos**

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA –, no artigo 2º. da Resolução CONAMA nº 258/99, e da Resolução CONAMA nº 301/02, classifica:

a) pneu ou pneumático:

... todo artefato, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos automotores e bicicletas...; (BRASIL, 2003 a);

b) pneu ou pneumático novo:

... aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum – TEC...; (BRASIL, 1999 b);

c) pneu ou pneumático reformado:

... 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 efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum – TEC...; (BRASIL, 1999 b).

#### **4.1.3 – Características dos Pneumáticos**

Com 159 anos de criação, e um papel ainda insubstituível e fundamental no cotidiano, tanto no transporte de passageiros, quanto no de cargas, o pneu apresenta uma estrutura complexa e constituída por diferentes materiais, como a borracha, o aço, o tecido de poliéster ou nylon, objetivando conferir as características necessárias para atender às diversas demandas de mercado (EPA, 1991; D'ALMEIDA & SENA, 2000; BERTOLLO...et al, 1999).

Portanto, a tecnologia utilizada associada ao custo da produção de um pneu dependerá do mercado, em função de sua destinação geográfica, que refletirá o limite de velocidade e as condições das estradas de uma localidade, bem como, o estilo de dirigir dessa população. Contudo, no que tange à durabilidade, assim como, as formas de



aproveitamento dos pneus, sofrerão influência das diferenças em sua composição, em razão do tipo de veículo onde serão utilizados (COSTA, 2001).

No que tange à classificação ambiental, trata-se de produto não-biodegradável, cuja forma, se encontrado em estado sólido, assemelha-se ao formato de “rosquinhas”, segundo Blumenthal (1993).

Conforme a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987), o rejeito da borracha é classificado como Resíduo Classe III – inerte, por não conter metais pesados, não sofrer lixiviação e não ser solúvel em água.

Pela Proposta de Política Nacional de Resíduos Sólidos, Diploma substitutivo ao Projeto de Lei nº 203 de 1991, e seus apensos, os pneumáticos inservíveis são classificados quanto à origem como Resíduos Sólidos de Geração Determinada, por serem resíduos de geração circunscrita e identificável; e, no que se refere à forma de gerenciamento, classificados como Resíduos Sólidos Especiais, por necessitarem de gerenciamento específico, devido a sua tipologia e quantidade (SENADO FEDERAL, 2002).

Os pneus são formados, basicamente, por quatro componentes (Figura 1):

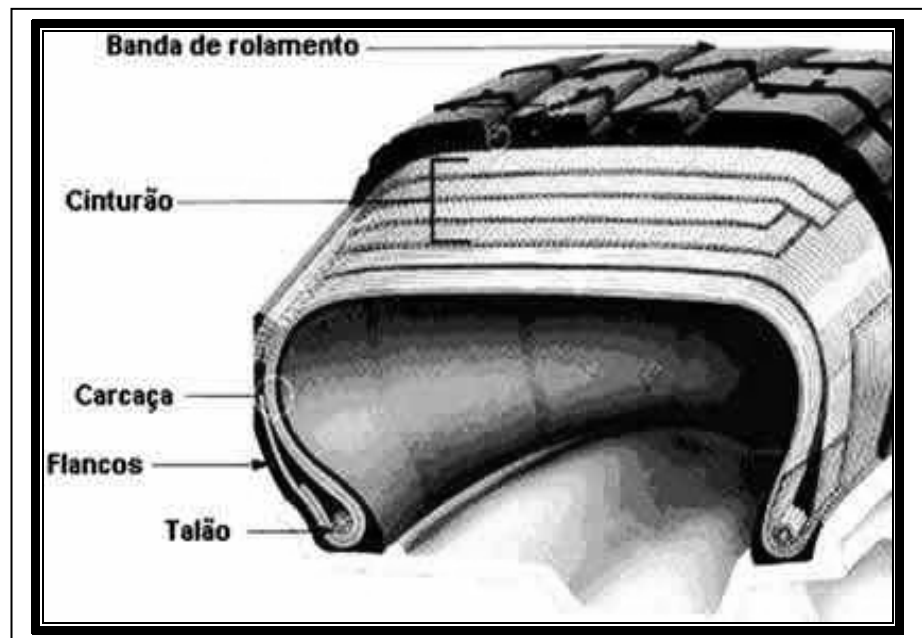
a) **carcaça:** é a estrutura interna do pneu. A sua função é suportar o peso do veículo e reter o ar sob pressão. É constituída por lonas de nylon, poliéster ou aço, sendo que nos pneus convencionais são dispostas no sentido diagonal, umas em relação às outras. E, nos radiais, no sentido radial, com uma série adicional de lonas, denominada cintura, que cobrem a carcaça, e cuja função é estabilizar a carcaça radial. Contudo, para os pneus de carga, destinados a ônibus e caminhões, são utilizadas sempre lonas de aço;

b) **talão:** com o formato de um anel, sua função é manter o pneu acoplado ao aro, e constitui-se de diversos arames de aço de alta resistência, que são unidos e recobertos por borracha;

c) **flancos:** são as partes laterais do pneu, com a função de proteger a carcaça, constituídos por borracha com alto grau de flexibilidade;

d) banda de rodagem, ou de rolamento: é a parte que fica em contato direto com o solo, constituída por compostos de borracha com alta resistência ao desgaste. O desenho de sua superfície é denominado escultura, em razão de ser formados por partes cheias, chamadas biscoito, e outras vazias, denominadas sulcos, visando otimizar a aderência dos veículos aos diversos tipos de pavimentos. (BNDES, 1998).

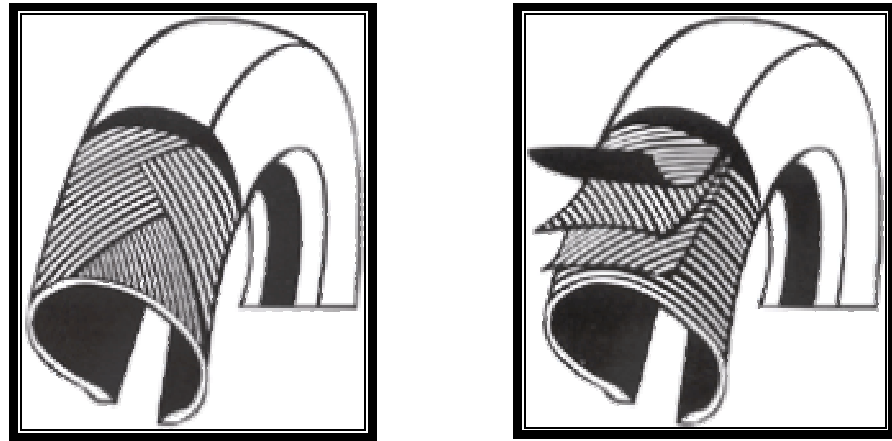
e) cinturão: é uma cinta de aço, circunferencial e inextensível, colocada nos pneus radiais com função de estabilizar a carcaça. (FAPEMIG, 2002).



**Figura 1: Componentes da estrutura do pneu –  
Fonte: FAPEMIG, 2002.**

De acordo com o BNDES (1998), os pneus são classificados em função:

a) do tipo de carcaça – em dois grupos (Figura 2): convencionais ou diagonais; e radiais, que recebem maior teor de borracha natural, que em conjunto com os reforços estruturais e os novos desenhos de sua superfície, lhes proporcionam maior estabilidade, durabilidade, resistência e aderência;



(a)

(b)

**Figura 2: Tipos de carcaças de pneu, (a) diagonal, (b) radial**  
**Fonte: CONPET, 2002.**

b) de possuírem “câmara” ou não (Figura 3) – a principal diferença é que a superfície interna das carcaças dos pneus “sem câmara” possui “*liner*”, denominação dada a uma camada de borracha especial, que garante a retenção do ar possibilitando maior refrigeração do tambor de freio, preservando o talão do pneu. Outras vantagens desse tipo de pneu são: montagem /desmontagem mais rápida; maior segurança quando perfurado, em razão de perder o ar mais lentamente; e, ser mais leve, por possuir menos itens no conjunto.



(a)

(b)

**Figura 3: Tipos de construção de um pneu, (a) sem câmara, (b) com câmara**  
**Fonte: CONPET, 2002.**

Conforme Blumenthal (1993), os elementos químicos que compõem a banda de rodagem de um pneu são o carbono, o hidrogênio, o oxigênio, o enxofre, e as cinzas,

com os respectivos percentuais em peso, que são: 84%; 7%; 2,7%; 0,3%; e 6%. Além da banda de rodagem, a estrutura do pneu possui também reforço de arame de aço.

Atualmente, a maioria dos pneus é produzida com 10% de borracha natural – látex, 30% de petróleo – borracha sintética – e 60% de aço e tecidos – lonas -, visando deixar a sua estrutura mais resistente (ECONOCENTER, 2002).

Blumenthal (1993) expõe que no processo de produção de pneus os resíduos da borracha podem ser empregados, novamente, após serem transformados em duas espécies distintas de compostos, a saber:

a) recuperado:

... é obtido pela simples moagem dos resíduos a pó fino. A borracha contida nos resíduos, por estar vulcanizada, não sofre modificação, não sendo também separada dos outros compostos. Não existe, portanto, uma recuperação da borracha, no sentido exato do termo...;

b) regenerado:

...é obtido por meio de vários processos, nos quais os resíduos e os artefatos usados passam por modificações que os tornam mais plásticos e aptos a receber nova vulcanização, embora não tenha as mesmas propriedades da borracha crua, o que significa que não há uma verdadeira regeneração desse material...

Conforme Blumenthal (1993), o termo vulcanização foi proposto por Hans Cock, e deriva-se de Vulcão, antigo Deus Romano do Fogo e dos Vulcões, em razão da presença do enxofre nos vulcões.

Complementa ainda que “a teoria mais aceita é a de um processo de formação de ligações cruzadas, durante o qual se desenvolve uma estrutura tridimensional, a partir das moléculas de polímero individual, nos pontos em que pode ser realizada a reação, junto ao agente de vulcanização”.

Como o enxofre demanda um tempo para se completar, são adicionados à mistura de borracha outros ingredientes – aceleradores e ativadores – para acelerar a reação, reduzindo o tempo e a temperatura necessários para a obtenção de uma borracha com propriedades físicas desejadas (BLUMENTHAL, 1993).

## **4.2- O Pneu como Resíduo**

A revolução no setor de transportes, juntamente com a utilização dos pneus trouxe consigo a problemática do impacto ambiental proveniente de seu descarte, em função de seu formato e durabilidade, uma vez que a maior parte dos pneus inservíveis descartados é relegada a locais inadequados, causando grandes transtornos para a saúde pública e à qualidade de vidas humanas.

Para uma melhor compreensão do tema em questão apresenta-se, também, para os pneumáticos inservíveis algumas definições básicas, que são utilizadas ao longo desta pesquisa. Discute-se ao final deste item os impactos ambientais decorrentes do gerenciamento inadequado destes materiais.

### **4.2.1- Definições Básicas Relativas aos Pneumáticos Inservíveis**

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA –, no artigo 2º. da Resolução CONAMA nº 258/99, e da Resolução CONAMA nº 301/02, considera como pneu ou pneumático inservível:

... 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 ... (BRASIL, 2002c; BRASIL, 2003a; MÍDIANEWS, 2002; ABIP, 2002).

Por sua vez, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, do Ministério do Meio Ambiente – IBAMA – (BRASIL, 2002c), instituiu pelo Parágrafo Único, do artigo 1º, da Instrução Normativa nº 8, de 15 de maio de 2002,

a adoção das definições para os atores envolvidos com o manejo dos pneumáticos inservíveis e para sua destinação final, como:

a) processador de pneumáticos inservíveis oriundos de veículos automotores e bicicletas “são aqueles que, por meios mecânicos, seguidos ou não da segregação dos componentes originais, preparam os pneumáticos inservíveis para a destinação final”;

b) destinadores de pneumáticos inservíveis oriundos de veículos automotores e bicicletas “são aqueles que fornecem uma destinação ambientalmente adequada para pneumáticos inservíveis, inteiros ou processados”;

c) destinação ambientalmente adequada de pneumáticos inservíveis:

...qualquer procedimento ou técnica, devidamente licenciada pelos órgãos ambientais competentes, nos quais pneumáticos inservíveis inteiros ou pré-processados são descaracterizados, por meios físicos ou químicos, podendo ou não ocorrer reciclagem dos elementos originais ou de seu conteúdo energético. A simples transformação dos pneumáticos inservíveis em retalhos, lascas ou cavacos de borracha não é considerada destinação ambientalmente adequada dos mesmos.

#### **4.2.2- Impactos Ambientais Decorrentes de Disposição Inadequada**

O descarte inadequado de pneumáticos inservíveis constitui, atualmente, um dos mais significativos problemas ambientais e de saúde pública no contexto urbano, considerando que no Brasil, desde 1936, ano em que teve início a indústria brasileira de pneus, até o final de 2002, foram produzidos cerca de 906,5 milhões de pneus, dos quais 46,5 milhões de unidades foram produzidas somente no ano de 2.002. (BRASIL, 2002a; ANIP, 2002b).

Conforme já mencionado, Echimenco (2001) divulgou que, de acordo com dados da UNICAMP, o Brasil deve ter um total aproximado de 100 milhões de pneumáticos inservíveis abandonados, quer estocado ou deixado a céu aberto, aos quais,

anualmente, somam-se cerca de 17 milhões de unidades. Esse valor corresponde à estimativa de descarte anual desses inservíveis, que constituem um passivo ambiental, segundo as Resoluções CONAMA nº 258/99 e 301/02, em razão de levarem cerca de 600 anos para se decomporem (MÍDIANEWS, 2002).

Com relação ao descarte de pneus, devido ao significativo volume descartado, associado a sua grande durabilidade, há um alto risco de geração de impactos ambientais negativos que necessitam de mitigação. Este fato motivou a realização de pesquisas relativas a pneumáticos em vários países (BLUMENTHAL, 1993; COSTA, 2001; EPA 1991; ECONOCENTER, 2002; LIMA, 2000; ODA, 2002; SANTOS, 2002; MORAES, 2002; SNYDER, 1986).

Os problemas ambientais decorrentes do descarte de pneumáticos inservíveis estão relacionados aos seguintes fatores:

- O descarte de pneus em corpos d'água, que acarretam o assoreamento de rios e lagos; (BLUMENTHAL, 1993).
- Os pneus por apresentarem baixa compressibilidade, associada à sua degradação muito lenta, quando aterrados inteiros, podem provocar o escorregamento das células de lixo, bem como reduzirem a vida útil dos aterros; (EPA, 1991; D'ALMEIDA & SENA, 2000; SNYDER, 1986).
- Devido a sua forma, se for aterrado inteiro, poderá reter ar e outros gases no seu interior, tornando-se volumoso, podendo vir a flutuar para a superfície, quebrando a cobertura do aterro. Quando isso ocorre, ocasionam a exposição do aterro à micro e macro vetores, à fauna, além de gerar a liberação de gases na atmosfera, bem como permite o vazamento de líquidos; (BLUMENTHAL, 1993).
- A instalação de grandes depósitos que ocupam áreas extensas, como na Figura 4, onde os pneus ficam sujeitos à queima acidental ou provocada, ocasionando prejuízos na qualidade do ar, face à liberação de fumaça contendo alto teor de dióxido de enxofre, entre outras substâncias tóxicas, como carbono e outros poluentes, além de gerar, como subproduto, a produção de resíduos oleosos que podem percolar pelo solo, contaminando as águas subterrâneas (BLUMENTHAL, 1993; D'ALMEIDA & SENA, 2000).



**Figura 4: Incêndio em um aterro de pneus em Oranienburg, perto de Berlim, Alemanha, em abril de 2002.**  
**Fonte: (Feuerwehr Velten, 2002).**

- Do ponto de vista da saúde pública, o descarte de pneus em terrenos baldios é igualmente danoso, pois face o seu formato, tende a atrair e reter a água de chuva, bem como absorver a luz do sol, criando um ambiente aquecido e estável. A água estagnada associada às condições de calor geradas, criam um ambiente propício à proliferação de micro e macro vetores, principalmente, em razão de não existirem predadores naturais de mosquitos nesses inservíveis, resultando na proliferação desses insetos, como no caso do mosquito *Aedes aegypti*, que é transmissor da dengue e da febre amarela. Além disso, os pneumáticos inservíveis estão sujeitos à queima acidental ou provocada – (MELO, 1998);





**Figura 5: Queima de pneus descartados em terreno baldio, no Rio de Janeiro/RJ.**

**Fonte: Brito...et al, 2003.**

- Da mesma forma, a armazenagem do pneu em pilhas, dispostas em locais abertos, como vias e logradouros públicos, podem ocasionar problemas de saúde pública, bem como estão sujeitas às queimas ocasionais ou provocada, (Figura 5) liberando dióxido de enxofre na atmosfera, como descritos nos itens anteriores. (D'ALMEIDA & SENA, 2000).

Face aos impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado de pneus, há que se buscar o seu gerenciamento ambientalmente adequado, desde a etapa de acondicionamento até a sua destinação final, priorizando o uso de novas tecnologias de reutilização, na sua forma inteira, e de reciclagem, como borracha reciclada, ou como combustível na geração de energia, ou ainda triturado, para inserção em massa asfáltica, entre outros usos (BLUMENTHAL, 1993; WAGNER & CARABALLO, 1997).

## **5- Legislação Ambiental com vistas aos Resíduos Sólidos**

No Brasil, a proteção ao meio ambiente é lastreada no artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1998b), de acordo com o qual "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado...".

O artigo 23 do mesmo diploma legal prevê a competência material comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios no que se refere à proteção do meio ambiente, o combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, fauna e flora. Entenda-se por competência comum à cooperação administrativa que deve existir entre as diferentes esferas governamentais, visando proteger o meio ambiente.

Em adição, o artigo 24 relata sobre a competência legislativa concorrente entre as três esferas quanto à proteção do meio ambiente, ao controle da poluição e à responsabilidade por dano ambiental. Dessa forma, a competência não é puramente administrativa, mas indica a capacidade de legislar sobre determinadas matérias. A competência concorrente da União para legislar sobre meio ambiente se restringe a estabelecer normas gerais (normas fundamentais ou diretrizes) a serem observadas pelos integrantes da Federação, ou seja, os Estados, Distrito Federal e Municípios. Assim, a partir das normas gerais, os Estados e o Distrito Federal podem legislar sobre os aspectos da proteção ambiental em concreto, ou seja, normas específicas e de aplicação.

Os Estados e o Distrito Federal, na falta de lei federal sobre normas gerais e com base em sua competência concorrente, exercem a competência legislativa plena, de modo a atender às suas peculiaridades. Nos casos em que já exista legislação federal, é conferido, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a competência de suplementar a legislação federal.

### **5.1- O Contexto da Competência Federal**

A competência para legislar em matéria ambiental na Constituição Federal de 1988 segue o modelo da descentralização, preconizado pela Lei nº 6.938/81. Assim, em meio ambiente, como nas outras matérias nas quais há competência concorrente, à

União compete legislar sobre “normas gerais”, isto é, às matérias e questões de predominante interesse geral – nacional. Normas gerais são aquelas que se limitam à fixação de diretrizes, dos princípios gerais.

No Brasil, a discussão da Política Nacional de Resíduos Sólidos na forma de uma proposta de projeto de lei desde 1991, está suspensa por existir intenção por parte do Governo de que a mesma seja discutida no âmbito da Política Nacional de Saneamento. No entanto, existem algumas legislações esparsas, bem como programas específicos implantados pelos ministérios, em função das necessidades. No caso dos pneumáticos inservíveis, foco deste trabalho, as diretrizes em vigor seguem o estabelecido pelas Resoluções CONAMA nº 258 / 99 e 301 / 02.

## **5.2- O Contexto da Competência Estadual e do Distrito Federal**

No contexto da competência dos Estados e do Distrito Federal cabem as matérias e assuntos de predominante interesse regional, que se limitam à fixação de diretrizes dos princípios gerais que serão especificados pelos Estados para atender às suas peculiaridades regionais.

Dessa forma, cabem aos órgãos ambientais estaduais e do Distrito Federal, o estabelecimento das diretrizes a serem observadas pelos municípios visando assegurar tanto a gestão, quanto o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, e particularmente dos pneumáticos inservíveis.

## **5.3- A Competência dos Municípios**

A abordagem da competência dos Municípios para legislar sobre meio ambiente é de extrema relevância para a discussão desta pesquisa, posto que se relaciona diretamente ao controle e fiscalização dos resíduos sólidos, e principalmente, aos pneumáticos inservíveis, no que concerne à articulação com os responsáveis diretos e

indiretos, visando a implementação de ações, principalmente no que concerne à coleta desses inservíveis.

Os Municípios não figuram no caput do artigo 24 da Constituição Federal, restando dúvida sobre a possibilidade de legislarem em matéria ambiental. Compete, entretanto, aos Municípios, legislar sobre assuntos de interesse local e suplementar à legislação federal e à estadual, no que couber, consoante o artigo 30, incisos I e II da Constituição Federal.

Para Freitas (2001: 38-39)

... a competência municipal existe e pode ser exercida, porém não com o alcance atribuído à União e aos Estados. Realmente, esta intenção não teve o constituinte, pois, expressamente, excluiu os Municípios do poder concorrente previsto no art. 24 da Lei Maior.

A competência para a fiscalização das agressões ambientais e para o licenciamento de atividades degradadoras ou poluidoras é comum, cumulativa ou paralela, expressões tidas como sinônimas. Em matéria ambiental, a fiscalização compete paralelamente à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, nos seguintes termos:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: ... VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas.

Portanto, se todas as esferas da federação podem e devem exercer as atividades previstas no art. 23 da Lei Maior, entre as quais se inclui a fiscalização ambiental, poderá ocorrer um conflito administrativo e duplicidade de ações, ou, considerando o outro extremo, a falta de ações devido à omissão de todos.

Sem dúvida, essa interpretação de duplicidade de competências é correta, como exemplo, a legislação infraconstitucional em seu artigo 14, inciso I, da Lei nº 6.938/81 veda a cobrança da multa simples ou diária, imposta à infração administrativa, pela União se já tiver sido aplicada pelo Estado, Distrito Federal, Territórios ou pelos

Municípios. O parágrafo 2º do mesmo artigo afirma que “no caso de omissão da autoridade estadual ou municipal, caberá ao Secretário de Meio Ambiente (hoje ao Ministro de Meio Ambiente) a aplicação das penalidades pecuniárias previstas neste artigo.”

Poder-se-ia afirmar que a legislação acima mencionada não foi recepcionada, nesse particular, pela Constituição Federal, que lhe é posterior. Entretanto, a recente Lei dos Crimes e Infrações Administrativas Ambientais (Lei nº 9.605/98) reproduz semelhante dispositivo legal: o artigo 76 estabelece o pagamento de multa imposta pelos Estados, Municípios, Distrito Federal ou Territórios substitui a multa federal na mesma hipótese de incidência.

Verifica-se, portanto, que o legislador optou, novamente, pelo poder local ou regional, em detrimento do poder federal, na aplicação da sanção administrativa pecuniária.

Em síntese, aos municípios compete o licenciamento de atividades e empreendimentos de impacto local ou daqueles delegados pelo Estado, por instrumento legal ou convênio. Percebe-se, pois, nitidamente, a tendência descentralizadora da Federação ao dividir a competência para o licenciamento ambiental, baseada na magnitude dos impactos ou na localização dos empreendimentos e atividades (MATOS, 2001).

Os municípios não privam de tradição na gestão ambiental, ao passo em que, também, dada a proximidade entre governantes e forças econômicas locais é razoável supor que haverá considerável pressão sobre as decisões locais.

A gestão ambiental local deve limitar-se às atividades cujos impactos não ultrapassem os limites territoriais do município, sob pena de invasão da esfera local de área de interesse estadual, com efetivo dano ao meio ambiente.

A capacidade suplementaria está condicionada à necessidade de aperfeiçoar a legislação federal mediante a constatação de lacunas ou de imperfeições de norma geral federal. No momento que passe a existir legislação federal sobre normas gerais, a legislação estadual, naquilo que contrariar a norma federal, perde eficácia.

Cabe ao Município, por exemplo, o exercício da faculdade de legislar suplementarmente à legislação federal e estadual, desde que haja interesse local. Tal regra significa, em matéria de meio ambiente, que o Município não pode abolir as exigências federais ou estaduais, no entanto, poderá formular exigências adicionais atentando para seu interesse próprio no caso concreto.

No que concerne aos pneumáticos inservíveis, as Resoluções CONAMA nº 258/99 e 310/02 estabelecem que os Municípios devem estar articulados aos produtores e importadores de pneus para veículos automotores e de bicicletas, visando mobilizar os demais segmentos envolvidos a colaborarem na implementação da coleta desses inservíveis gerados em suas localidades.

Dessa forma, aos municípios competem serem facilitadores da etapa de coleta de pneumáticos inservíveis a ser executada por produtores e importadores de pneus, considerando que é em suas localidades que esses resíduos são gerados e descartados.

#### **5.4- Responsabilidades pelos Danos Ambientais**

As responsabilidades sobre as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente é estabelecida pelo artigo 225, §3º da Constituição Federal, que impõe sanções penais e administrativas aos infratores, pessoas físicas ou jurídicas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados. Isso infere que o dispositivo constitucional reconhece três tipos de responsabilidade, independentes entre si: a administrativa, a penal e a civil, com as respectivas sanções (BRASIL, 1998b).

A responsabilidade civil é objetiva (regulamentada pelo parágrafo 3º do artigo 225 da Constituição Federal e pelo disposto no artigo 14 da Lei nº 6.938/81), pois se baseia no risco da atividade, desvinculando-se, assim, da reparação da existência de culpa por parte do agente causador. Para que haja obrigação de recompor o patrimônio lesado, é suficiente a ocorrência de ato ou fato danoso, de dano provocado e da existência de liame de causalidade entre eles, isto é, que o dano ocorrido tenha sido proveniente da conduta de quem o causou (BRASIL, 1998b).

O risco proveniente do exercício de determinada atividade, perigosa ou não, exercida, ou não, com fim lucrativo, é o fundamento da obrigação de reparar danos ainda que a conduta de quem o houver causado esteja isenta de culpa.

Dessa forma, prioriza a adoção de providências capazes de recompor o bem lesado. Devem-se converter no pagamento de indenização por perdas e danos, apenas as obrigações cuja execução natural ou específica, não mais se afigure capaz de restabelecer a situação anterior (BRASIL, 1998b).

A responsabilidade administrativa ocorrerá sempre que determinada ação, ou omissão, violar regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente. As sanções administrativas, previstas em âmbito federal, estão enumeradas nos artigos do Capítulo VI, da Lei n.º 9.605, de 12/02/98, e no Decreto 3.179, de 21/09/99, que regulamenta a aludida lei. Como exemplo de sanções administrativas, pode haver a aplicação de multa simples ou diária, interdição temporária do estabelecimento até a suspensão parcial ou total da atividade da qual haja resultado dano.

Quanto à responsabilidade penal, pelo que reza o artigo 3º da Lei n.º 9.605/98, as penalidades previstas poderão ser aplicadas tanto para pessoas jurídicas como para pessoas físicas.

As penas aplicáveis, isolada, cumulativa ou alternativamente, às pessoas jurídicas são: multa, penas restritivas de direitos, prestação de serviços à comunidade, conforme artigo 21 da Lei 9.605/98, a critério do órgão jurisdicional.

As penas aplicáveis às pessoas físicas podem ser privativas de liberdade; restritivas de direitos subdivididas em prestação de serviços à comunidade, interdição temporária de direitos, suspensão total ou parcial da atividade, prestação pecuniária e recolhimento domiciliar; ou multa.

## **5.5- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente**

Neste item faz-se um breve histórico sobre o CONAMA e sua competência no cenário nacional, bem como da evolução das Resoluções CONAMA pertinentes aos pneumáticos inservíveis que posteriormente serão detalhadas.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Trata-se de um órgão colegiado de grande relevo na gestão ambiental brasileira. Compõem-se de Plenário, Comitê de Integração de Políticas Ambientais, Câmaras Técnicas, Grupos de Trabalho e Grupos Assessores (ANDRADE, 1999).

A competência do CONAMA vem definida no art. 8º, da Lei nº 6.938/81 e no art. 7º do Decreto nº 3.942, de 27.9.02. Destaca-se a sua competência para editar atos jurídicos normativos com força de lei, em matéria de licenciamento ambiental, além de editar padrões de qualidade para o meio ambiente, de decidir em última instância recursos administrativos e de exigir estudos e documentos complementares ao licenciamento ambiental, na hipótese de realização de estudo de impacto ambiental.

Dada a correlação atual de forças no Legislativo Federal e à morosidade, inerente ao processo legislativo, de acordo com Andrade (1999), o CONAMA tem avultado em importância como órgão “legislador” no Brasil. Tal situação tem sido objeto de muitas críticas no meio jurídico-ambiental.

Não obstante, destaca-se o caráter democrático e o amplo espectro de participação social permitido pela composição do CONAMA. Exemplo democrático de descentralização no Brasil é a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 237/97, que trata sobre o licenciamento ambiental e, em seu bojo, prevê como competência do IBAMA, que é um Órgão Federal, o licenciamento de atividades localizadas ou desenvolvidas no Brasil e em país limítrofe, cujos impactos ambientais ultrapassem o país, atividades desenvolvidas ou localizadas em mais de um Estado ou cujos impactos ambientais ultrapassem mais de um Estado, das atividades que envolvam energia nuclear e, por fim, empreendimentos ou base, porque a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente confere expressamente esta competência ao CONAMA – art. 8º, inciso i, Lei 6938/81 (BRASIL, 1997; MACHADO, 2001).



Quanto ao mérito, a Resolução CONAMA nº 258/99, publicada em 26 de agosto de 1999, foi o primeiro ato legal instituído no Brasil, com relação aos procedimentos a serem adotados com referência aos pneumáticos inservíveis.

Inicialmente, a ANIP considerou que o teor dessa Resolução CONAMA era muito complexo, por se tratar de material de difícil e dispendiosa reciclagem, à época, e observando que não existia um paralelo da Resolução CONAMA nº 258/99 em outros países, visto que estes ainda buscavam soluções voluntárias. Dessa forma, a ANIP considerava que a forma brasileira de solução compulsória parecia conduzir a melhores resultados e tendia a torna-se modelo para o resto do mundo (TOMASINI, 2001).

Em janeiro de 2002, quando começou a vigorar a meta estabelecida para a coleta e disposição final proporcionais às quantidades produzidas e / ou importadas, considerando inclusive os pneus que acompanhavam os veículos importados, surgiu um conflito em relação ao texto concernente a essa meta e à definida para 2003, por não constar discriminação quanto às condições de estado desse pneu a ser importado. Com isso, foi aberto um precedente para as importadoras, que fizeram uso de liminares e mandatos de segurança, sob a alegação de que tanto quem fabricava, quanto importava pneus novos, usados, ou reformados, estaria dentro da lei (BRESSAN, 2003).

Ressalta-se que, nesse caso a única exceção à importação de pneus favorecia os pneus recauchutados provenientes do Mercosul, que por força de decisão do Tribunal Arbitral do Mercosul, obrigou o Brasil a autorizar a importação desses tipos de pneus. Dessa forma, de janeiro a dezembro de 2002, ingressaram 15,4 mil unidades oriundas do Uruguai, e por força de liminares foram importadas outras 161,8 unidades provenientes da Espanha, Reino Unido, França e Itália (JORNAL DO MEIO AMBIENTE, 2003).

Esse fato que possibilitou no país o ingresso de pneus importados, tanto novos, quanto reformados e usados, ocasionou o surgimento da Resolução CONAMA nº 301/02, em 21 de março de 2002. Essa resolução alterou dispositivos da Resolução CONAMA nº 258/99, ao reforçar a obrigatoriedade da destinação final adequada para os pneus novos ou reformados importados, e estender a co-responsabilidade a reformadores e carcaceiros, com a intenção de manter a proibição de importação de pneumáticos usados, em conformidade com as Resoluções CONAMA 23/96 e 235/98,

ainda em vigor, considerando que existia um passivo ambiental estimado, no território nacional, de cerca de 100 milhões de pneus inservíveis, segundo o Ministro do Meio Ambiente, à época, Sr. José Carlos Carvalho (BRASIL, 1996; BRASIL, 1998a; BRASIL, 1999b; BRASIL, 2002b; BRESSAN, 2003; BRASIL, 2003a).

Além disso, a nova Resolução CONAMA definiu como passivo ambiental os pneus inservíveis, provenientes de veículos automotores e bicicletas (BRASIL, 2003a).

No entanto cabe mencionar que a importação de pneus novos ou usados ocorreu até a entrada em vigor desta Resolução CONAMA nº 301/02, a partir de 1º de janeiro de 2004. (BRESSAN, 2003).

Em 20 de maio de 2002, foi publicada a Instrução Normativa IBAMA nº 08, de 15 de maio de 2002, que instituiu os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 258/99, e determinou as respectivas equivalências em peso, para cada tipo de pneu, para efeitos de fiscalização e controle (BRASIL 2002c).

Contudo essa Instrução Normativa IBAMA já definia em seu texto que os pneumáticos inservíveis eram os pneus oriundos de veículos automotores e bicicletas, fabricados no País, ou importados, porém sem definir no caso dos importados se novos, reformados ou usados.

De acordo com Bressan (2003), em março de 2003, a Casa Civil publicou o Decreto nº 3919/01, que acrescenta artigo ao Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, impondo uma multa de R\$ 400,00 na importação de cada pneu usado ou reformado, criando uma anomalia em relação aos pneus reformados, cuja importação não era proibida, mas passou a ter multa.

Ocorre que o teor do Decreto nº 3919/01, também, criou dois conflitos em relação ao texto das seguintes legislações: Resolução CONAMA nº 301/02, até aquele momento, não publicada; e, Decreto nº 4.592/03, de 11 de fevereiro de 2003, que também, acrescenta um artigo ao Decreto nº 3.179/99, isentando de multa as importações de pneus inservíveis procedentes dos Estados Partes do Mercosul, ao amparo do Acordo de Complementação Econômica nº 18 (BRASIL, 2003a).

Mediante os fatos, na 69ª reunião ordinária do CONAMA, foi constituído o Grupo Técnico (GT) sobre Pneumáticos, com prazo de 30 dias para analisar a

Resolução CONAMA nº 301/02, e os Decretos nº 3.991/01, nº 3.179/99 e nº 4.592/03. Dessa forma, em 24 de abril de 2003 o GT sobre Pneumáticos reuniu-se e após análise, concluiu que:

- Resolução CONAMA nº 301/02: não necessitava de nenhuma alteração e poderia ser publicada conforme havia sido aprovada.
- Criação de um novo decreto, cuja correta redação técnica legislativa seria providenciada pelo Ministério do Meio Ambiente, objetivando revogar os Decretos nº 3.991/01 e nº 4.592/03, e alterar o Art. 47-A do Decreto nº 3.179/99, visando proibir a importação de pneus usados e atribuindo multa de R\$ 400,00 por unidade encontrada no território nacional (BRASIL; 2003b).

#### **5.5.1- Resolução CONAMA nº 258/99**

O Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA, em 26 de agosto de 1999, institui a importante Resolução CONAMA nº 258/99 (em anexo), que define responsabilidades para produtores e importadores de pneus, prazos e quantidades para coleta, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada de pneumáticos inservíveis, no território nacional, proporcionais aos pneus novos fabricados no País, ou importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, além de instituir outros dispositivos (BRASIL, 1999b).

Contudo, esta Resolução CONAMA, como mencionado no item anterior, já possui alguns dispositivos alterados pela Resolução CONAMA nº 301/02, em decorrência de não ter ficado clara as regras quanto à proibição de importação de pneus usados, o que deu margem à concessão de diversas liminares e mandatos de segurança para a importação desse tipo de pneus, em 2002 e 2003 (BRASIL, 1999b; BRASIL, 2002b; RESOL, 2002; ABIP, 2002).

No que concerne aos dispositivos mantidos, considerem-se os prazos e quantidades proporcionais para coleta e destinação final dos pneumáticos inservíveis, que permanecem válidos, conforme especificado nas Tabelas 1 e 2, abaixo, considerando que em relação à produção nacional, apenas está sendo computada aquela

destinada ao mercado interno, bem como com referência a importação, incluem-se os pneus que acompanham os veículos importados.

**Tabela 1: Prazos e quantidades proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis.**

Prazos a partir de	Pneus Novos		Pneus Inservíveis
	Nacionais	Importados	
Janeiro/2002	4 unidades	4 unidades*	1 unidade
Janeiro/2003	2 unidades	2 unidades*	1 unidade
Janeiro/2004	1 unidade	1 unidade	1 unidade
Janeiro/2005	4 unidades	4 unidades	5 unidades

\* Quantidades válidas para pneus novos ou reformados

Fonte: Brasil, 1999b; Brasil, 2003a.

**Tabela 2: Prazos e quantidades proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis em relação a pneus reformados importados.**

Prazos a partir de	Pneus reformados Importados	Pneus inservíveis
Janeiro/2004	4 unidades	5 unidades
Janeiro/2005	3 unidades	4 unidades

\* Fonte: Brasil, 1999b; Brasil, 2003a.

O art. 4º determina que no quinto ano de vigência desta Resolução, o CONAMA, após avaliação a ser procedida pelo IBAMA, reavaliará as normas e procedimentos estabelecidos nesta Resolução (BRASIL, 1999b).

E, no que se refere ao descarte, a Resolução CONAMA nº 258 / 99, em seu art. 9º, proíbe:

- o descarte desse resíduo sólido nos aterros sanitários, bem como no mar, em terrenos baldios ou alagadiços, margens de vias públicas, em cursos d'água e nas praias;
- e, a queima desses resíduos sólidos, exceto destinados à obtenção de energia, efetuada por métodos insuscetíveis de causar danos à saúde humana ou ao meio ambiente, em face de queima de pneus a céu aberto, ocasionarem problemas ambientais mais sérios.

Estabelece ainda que o IBAMA pode adotar a equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis, para efeito de fiscalização e controle. No que se refere aos procedimentos adotados para fiscalização e controle das metas estabelecidas pelos incisos III e IV do artigo 3º desta Resolução, bem como dos incisos I e II do art. 3º da Resolução CONAMA nº 301/02, temos que:

- previamente, aos embarques no exterior, as empresas importadoras devem comprovar junto ao IBAMA a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneumáticos inservíveis correspondentes às quantidades a serem importadas, para efeitos de liberação de importação junto ao Departamento de Operações de Comércio Exterior (DECEX), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior;
- anualmente, as empresas fabricantes de pneumáticos devem comprovar junto ao IBAMA a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis proporcionais às quantidades fabricadas.

Conforme matéria divulgada no Mídiainews (2002), segundo Roberto Monteiro, conselheiro do CONAMA, à época, o fato de fabricantes e importadores de pneus terem que comprovar, previamente, junto ao IBAMA, o recolhimento e destinação final ambientalmente adequados de pneumáticos inservíveis, com a finalidade de obterem a licença ambiental, visa impedir que um reciclador não licenciado pelo IBAMA, e que esteja descumprindo seus compromissos ambientais, importe esse produto.

Esta Resolução CONAMA, também estabelece que em havendo conformidade com a legislação ambiental, em vigor, inclusive no que se refere ao licenciamento ambiental, fabricantes e importadores podem:

- efetuar o processamento e destinação final de pneumáticos inservíveis em instalações próprias, ou mediante contratação de serviços de terceiros;
- criar centrais de recepção para armazenamento temporário desses inservíveis com posterior destinação final segura e adequada.

### **5.5.2- Resolução CONAMA nº 301/02**

Conforme mencionado, no item 4.3.4, a Resolução CONAMA nº 301/02 (em anexo), de 21 de março de 2002, publicada em 28 de agosto de 2003, altera alguns dispositivos da Resolução CONAMA nº 258/99, visando sua melhor aplicação, por meio de três artigos, a saber:

- Art. 1º: altera um Considerando e acrescenta outros três novos.
- Art. 2º: altera o caput do Art. 1º; incisos I e IV, do Art. 2º; caput do Art. 3º, e os incisos I e II; caput dos Art. 11 e 12; além de acrescentar o Art. 12-A.
- Art. 3º: determina que passa a vigorar na data de sua publicação, ou seja, em 28 de agosto de 2003. (BRASIL, 2003a; BRESSAN, 2003).

### **5.6- IBAMA – Instrução Normativa nº 08/02**

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA –, Órgão integrante do Ministério do Meio Ambiente, por meio dessa Instrução Normativa (IN nº 08/02, em anexo), institui, no âmbito do IBAMA, os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 258 / 99, quanto ao cadastramento de fabricantes e importadores de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas, bem como de processadores e destinadores de pneumáticos inservíveis (BRASIL, 2002c).

A Instrução Normativa em questão, também inclui a definição desses atores e do termo destinação ambientalmente adequada, assim como determina as respectivas equivalências em peso para cada tipo de pneu existente, tanto para veículos automotores, quanto para bicicletas.

Além disso, alerta que os infratores tornam-se passíveis de punição, com base em legislação vigente, no caso do descumprimento dos procedimentos necessários instituídos nesta instrução, que visam ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 258/99 (BRASIL, 2002a; BRASIL, 2002c; BS COLWAY PNEUS, 2002).

## **5.7- Algumas Legislações Estaduais e Municipais referentes aos Pneumáticos**

### **5.7.1- Lei Estadual nº 12.493/99 – Estado do Paraná**

A Assembléia Legislativa do Estado do Paraná decreta a Lei nº 12.493, em 22 de janeiro de 1999, que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando ao controle da poluição, da contaminação, e à minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências (MPPR, 2002).

No artigo 11 dessa Lei, as empresas fabricantes e/ou importadoras são responsáveis pela coleta e reciclagem dos produtos inservíveis, obedecidas as condições e critérios estabelecidos pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

No artigo 14 dessa legislação, ficam proibidas, em todo o território do Estado do Paraná as seguintes formas de destinação de resíduos sólidos, inclusive pneus usados: queima a céu aberto; lançamento em corpos d'água, manguezais, terrenos baldios, redes públicas, poços e cacimbas, mesmo que abandonados; lançamento em redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, e de telefone; lançamento “in natura” a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais.

Nos parágrafos desse artigo, consta que, obedecidas as condições e critérios específicos, definidos pelo Instituto Ambiental do Paraná, fica estabelecido que:

- o solo e o subsolo somente podem ser utilizados para armazenamento, acumulação ou disposição final de resíduos sólidos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma tecnicamente adequada, e estabelecida em projetos específicos;
- a queima de resíduos a céu aberto pode ser autorizada, pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), somente em caso de emergência sanitária,

reconhecida pela Secretaria de Estado de Saúde ou pela Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento;

- o lançamento de resíduos em poços desativados pode ser autorizado.

#### **5.7.2- Decreto nº 6.215/02 – Estado de Santa Catarina**

O Decreto nº 6.215, de 27 de dezembro de 2002, regulamenta a Lei nº 12.375, de 16 de julho de 2002, que dispõe sobre coleta, recolhimento e destino final de pneus descartáveis e adota outras providências (RESOL, 2002).

Este Decreto obriga revendedores de pneus, sediados no Estado de Santa Catarina a:

- receberem dos usuários as espécies de pneus cujas características sejam similares daqueles por eles comercializados; e
- devolverem ao fabricante ou importador de pneus as quantidades arrecadadas para que lhes seja dada destinação final adequada, ou via centrais de recepção, por eles expressamente indicadas, desde que esteja licenciada pelo órgão ambiental competente, para receber as quantidades coletadas.

Também fabricantes, importadores e revendedores de pneus são obrigados a:

- distribuírem aos consumidores, no ato da venda, material informativo sobre procedimentos a serem adotados em relação aos pneus por ocasião da substituição dos mesmos, bem como esclarecimentos sobre impactos ambientais decorrentes de sua disposição inadequada no meio ambiente;
- manterem depósito licenciado pela vigilância sanitária estadual ou municipal, para o armazenamento temporário dos pneus inservíveis coletados, até que ocorra sua destinação final adequada, indicando a capacidade de armazenamento do depósito, e o tempo previsto para estocagem;
- adequarem-se as normas previstas neste decreto.



Determina, ainda que a Fundação do Meio Ambiente (FATMA), como órgão estadual licenciador e fiscalizador, deve:

- manter cadastro dos depósitos de armazenamento temporário existentes no Estado, contendo a sua capacidade e localização;
- celebrar convênios de cooperação com órgãos ou entidades ambientais municipais, agentes capacitados e conselhos de meio ambiente, devidamente constituídos, visando o licenciamento de qualquer atividade prevista por este Decreto;
- estabelecer outras exigências afetas ao seu âmbito de competência, além das previstas neste decreto, visando primar pela garantia de não ocorrência futura de problemas de saúde pública;
- emitir prévio e específico licenciamento para qualquer processo a ser utilizado para disposição final adequada, no Estado de Santa Catarina, bem como em relação a reutilização dos componentes originais dos pneumáticos inservíveis, como insumos para outras finalidades;
- ser informada das gestões praticadas, para efeitos de cadastramento, pelos órgãos ou entidade ambiental, no prazo máximo de 15 dias após o licenciamento de qualquer atividade prevista neste decreto, sob pena da suspensão do convênio celebrado.

Além disso, este Decreto proíbe a disposição de pneus inservíveis ou de qualquer um de seus componentes, em aterros sanitários, mar, rios ou riachos, terrenos alagadiços ou baldios, bem como a queima a céu aberto.

### **5.7.3- Projeto de Lei Estadual nº 212/98 – Estado de São Paulo**

O Projeto de Lei nº 212, de 1998, da Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, dispõe sobre o armazenamento e destinação de carcaças de pneus e câmaras de ar no Estado de São Paulo, decretando que fica proibido no território do Estado de São

Paulo, como acima mencionado, o descarte inadequado dos resíduos sólidos em locais de natureza pública ou privada, tanto quanto ficam obrigadas às empresas fabricantes de pneus no território do Estado de São Paulo:

- recolherem, periodicamente carcaças de seus produtos;
- instalarem locais apropriados para o correto armazenamento do produto, que deve ser feito em local coberto e seco, ou protegido com lona ou plástico, até que o mesmo receba destinação adequada, sem agredir o meio ambiente;
- constar no produto selo de orientação ao consumidor, alertando sobre os riscos que o armazenamento pode criar e implementar mecanismos de recolhimento e destinação final de seu produto.

Também, cabe à empresa sediada no Estado de São Paulo, orientada pelo órgão ambiental competente criar e implementar mecanismos de recolhimento e destinação de seu produto, além do que as empresas desse setor só podem instalar novas unidades industriais no território de São Paulo, mediante a apresentação ao órgão ambiental responsável desse estado, de plano de destinação e gerência ambiental de seu produto (RESOL, 2002).

#### **5.7.4- Resolução SMA/SS 1/2002 – Estado de São Paulo**

A Resolução SMA / SS – 1/2002, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo, em 16 de março de 2002, estabelece normas para a disposição final ambientalmente adequada de pneus em aterros sanitários.

Trata-se de uma decisão conjunta entre a Secretaria de Meio Ambiente e a Secretaria Estadual de Saúde devido ao surto de dengue no Estado de São Paulo, que vem preocupando tanto as autoridades sanitárias, quanto a população.

Por esse motivo é autorizada a disposição de pneumáticos inservíveis em aterros sanitários, desde que devidamente retalhados ou triturados e, previamente misturados com resíduos domiciliares, a fim de garantir a estabilidade dos aterros.

Segundo a CETESB (2002), não existe impedimento para a destinação final desse material em aterros sanitários, desde que observadas as técnicas adequadas de manejo, devido ao fato de serem classificados como resíduos inertes pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Esclarece, ainda, que a Resolução Estadual ao exigir a trituração ou retalhamento do pneumático inservível, encontra um meio de reduzir o volume desse inservível, assim como uma possibilidade destes resíduos não retornarem a superfície dos aterros pela dificuldade de compactação, evitando também, problemas ambientais decorrentes de queima e de saúde pública, em função da disposição destes resíduos a céu aberto.

#### **5.7.5- Decreto nº 23.941/02 – Estado de Pernambuco**

O Decreto nº 23.941, de 11 de janeiro de 2002, regulamenta a Lei nº 12.008, de 1º de junho de 2001, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências.

No que concerne aos pneus inservíveis, verifica-se que nos artigos 63 e 64, do Capítulo V, Dos Critérios de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Seção VIII, Dos Resíduos Especiais, Subseção III, dos Pneumáticos Inservíveis, estabelece que no Estado do Pernambuco fica proibido o descarte de pneus em locais impróprios e não autorizados para esse fim, desde que respeitadas as normas estabelecidas na legislação pertinente, bem como que as empresas fabricantes ou importadoras de pneus são responsáveis pela coleta, reciclagem, reprocessamento, tratamento e destinação final, obedecidas as condições e os critérios estabelecidos pela Companhia Pernambucana do Meio Ambiente.

#### **5.7.6- Lei Municipal nº 2.968/78 – Belo Horizonte / MG**

A Lei nº 2.968, sancionada em 3 de agosto de 1978, regulamenta a Limpeza Urbana do Município de Belo Horizonte, sendo que no que se refere aos pneus, classifica-os como uns dos resíduos sólidos especiais do município (RESOL, 2002).

Determina, também, que a sua coleta, transporte e disposição final somente podem ser realizados por particulares, mediante prévia e expressa autorização da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), que após considerar o volume e a natureza dos mesmos, indicará por escrito, ou via divulgação, os locais e métodos para sua disposição final.

#### **5.7.7- Projeto de Lei nº 46/13L/2002 – Novo Hamburgo / RS**

Na Câmara Municipal de Novo Hamburgo / RS, encontra-se em tramitação, desde 22 de março de 2002, o Projeto de Lei nº 46 / 13L / 2002, que dispõe sobre a obrigatoriedade de borracharias, empresas de recauchutagem e estabelecimentos que comercializam pneus novos ou usados a adotarem medidas para evitar a existência de criadouros para o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, e dá outras providências (RESOL, 2002).

Por este Projeto de Lei, os estabelecimentos acima mencionados, devem manter os pneus e resíduos destes, em local coberto independente das condições de uso desses pneus. Quanto à fiscalização fica a cargo da Secretaria Municipal de Saúde, que pode aplicar aos infratores, penalidades previstas que vão desde uma advertência, até a cassação do alvará de funcionamento.

#### **5.7.8- Decreto nº 9.287/90 – Rio de Janeiro / RJ**

Pelo Decreto Municipal nº 9.287, de 23 de abril de 1990, são aprovados os regulamentos de Limpeza Urbana e de Controle de Vetores do Município do Rio de Janeiro, no qual consta que os pneus são definidos como Lixo Domiciliar Especial, e como tal, é proibido o seu lançamento ou deposição em terrenos e em logradouros públicos junto ao Lixo Domiciliar Ordinário (RESOL, 2002).

Esse Decreto institui, também, que os estabelecimentos comerciais ou industriais podem ser autorizados a coletar e a transportar os resíduos que produzirem, por meios próprios, ou por meio de firmas, devidamente cadastradas e autorizadas pela Companhia

Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), que deve aprovar, previamente, e autorizar a forma de acondicionamento, transporte e destinação final desses resíduos.

#### **5.7.9- Projeto de Lei nº 147/2001 – Salvador / BA**

O Projeto de Lei nº 147, de 27 de agosto de 2001, dispõe sobre o uso do asfalto ecológico pela Prefeitura Municipal de Salvador e dá outras providências (RESOL, 2002).

Por meio deste Projeto de Lei, o legislativo autoriza o Poder Executivo Municipal a implementar o uso do asfalto ecológico, que utiliza em sua composição a borracha reciclada de pneus descartados, nas suas atividades de pavimentação e recapeamento de vias públicas na cidade de Salvador.

Cabe, também, ao Poder Executivo Municipal regulamentar a adoção desse produto, considerando a aquisição da tecnologia para sua produção e aplicação inclusive referente à reciclagem de pneus, junto a outras prefeituras e estados do País que já adotam esse material, assim como em relação aos mecanismos, inclusive legais, de limpeza urbana, necessários à coleta específica de pneus descartados no município.

Acrescenta, ainda que essa alternativa tecnológica é financiada pela verba do orçamento destinada à produção e aplicação urbana de asfalto convencional no município de Salvador.

#### **5.7.10- Lei Municipal nº 13.316/02 – São Paulo / SP**

A Lei Municipal nº 13.316, de 1º de fevereiro de 2002, dispõe sobre coleta, destinação final e reutilização, inclusive através de processos de economia solidária, de embalagens, garrafas plásticas, e pneumáticos na cidade de São Paulo (RESOL, 2002).

No que se refere aos pneumáticos, obriga as empresa fabricantes, importadoras, distribuidores e pontos de venda a instituírem em conjunto, sistema de coleta e destinação final segura e adequada de pneus inservíveis, sendo que para isso podem

criar centrais de recepção, localizadas e instaladas, em conformidade com as normas ambientais, urbanísticas e de uso do solo, quanto ao armazenamento e destinação final, inclusive mediante contratação de serviços especializados de terceiros.

Estabelece, também, que o Poder Público Municipal pode: celebrar acordos de parceria entre cooperativas populares e empresas especializadas em coleta, reciclagem e destinação final; bem como, instituir linhas de financiamento para projetos de economia solidária que tenham como objetivo os resíduos de que trata esta Lei.

#### **5.7.11- Lei Municipal nº 2.847/81 – Vitória / ES**

Através da Lei Municipal nº 2.847, de 28 de julho de 1981, em Vitória, no Espírito Santo, os pneus são considerados resíduos especiais, junto com veículos inservíveis ou irrecuperáveis, abandonados, em vias públicas e logradouros públicos, carcaças e acessórios de veículos, bens imóveis domésticos imprestáveis e resíduos volumosos (RESOL, 2002).

#### **5.7.12- Lei Municipal nº 10.289/99 – Campinas / SP**

Conforme a RESOL (2002), em Campinas, no Estado de São Paulo, foi sancionada a Lei nº 10.289, de 20 de outubro de 1999, que obriga as empresas que comercializam pneus, pilhas e baterias novas à base de metais pesados como cádmio, cromo, zinco ou mercúrio, a possuírem locais seguros para recolhimento dos usados e a fixarem placas com informações sobre os prejuízos causados pelos produtos ao meio ambiente e dá outras providências.

As empresas que comercializam os materiais retro mencionados ficam obrigadas a possuírem locais seguros para recolhimento dos referidos produtos usados, a fim de terem uma destinação, adequada, de maneira a não poluírem ou prejudicarem o meio ambiente, e atendendo às normas técnicas em vigor no país.

Além disso, nos locais de venda, as empresas devem afixar placas contendo as informações constantes dos anexos desta lei, alertando os consumidores sobre os

perigos de jogar tais produtos em locais inadequados e se colocando pronta a receber o produto usado, no atendimento pós-uso.

Quanto aos locais de armazenamento do material usado, devem seguir as normas de segurança estabelecidas pela Prefeitura Municipal de Campinas, obrigando-se ao mínimo de:

- ser compatível com o volume e a segurança do material a ser armazenado;
- ser coberto e fechado de maneira a impedir que o material se molhe ou receba e acumule água de chuva;
- ter o piso e as paredes impermeáveis e maneira a impedir infiltração; ser sinalizado corretamente, alertando para os riscos do material ali armazenado;
- não possuir sistema de escoamento de água ligado à rede de esgoto ou de águas pluviais.

Na Tabela 3, Legislação Ambiental regulamentadora de resíduos sólidos para pneus inservíveis é apresentada uma compilação das legislações anteriormente apresentadas.

**Tabela 3: Legislação ambiental regulamentadora de resíduos sólidos para pneus inservíveis.**

<b>Ano</b>	<b>Lei</b>	<b>Âmbito</b>	<b>Mérito</b>
1978	Lei n° 2.968	Estadual/MG	Regulamenta a Limpeza Urbana do Município de Belo Horizonte, e classifica os pneus descartados como um dos resíduos sólidos especiais do município.
1981	Lei n° 2.847	Municipal/ Vitória/ ES	Considera pneus como resíduos especiais, junto com veículos inservíveis ou irrecuperáveis, abandonados, em vias públicas e logradouros públicos, carcaças e acessórios de veículos, bens imóveis domésticos imprestáveis e resíduos volumosos.
1988	CONSTITUICAO FEDERAL	Federal	Descentralização das competências entre as esferas para gerenciamento e fiscalização das agressões ambientais, cria e estipula a competência do CONAMA.
1990	Decreto n° 9.287	Municipal Rio de Janeiro/RJ	Aprovou os regulamentos de Limpeza Urbana e de Controle de Vetores do Município, definiu pneus como Lixo Domiciliar Especial, e proibiu o descarte desses resíduos em terrenos e em logradouros públicos junto ao Lixo Domiciliar Ordinário.
1997	Resolução CONAMA n° 237	Federal	Regulamenta o licenciamento ambiental de acordo com a previsão de riscos ambientais oriundas das respectivas atividades.
1998	Lei n° 9.605	Federal	Previsão de sanções administrativas para os agentes agressores.
1999	Decreto n° 3.179	Federal	Regulamenta as sanções Lei n° 9.605.
1999	Resolução CONAMA n° 258	Federal	Estabelece as Normas e Procedimentos referentes aos pneumáticos inservíveis, definindo responsáveis diretos e indiretos, bem como pneus, de acordo com seu estado de uso. Institui, também, prazos e metas para coleta e disposição final desses inservíveis, e proíbe qualquer forma de descarte a céu aberto, além de estabelecer outros dispositivos.



1999	Lei n° 10.289	Municipal Campinas/SP	Obriga as empresas que comercializam pneus, pilhas e baterias novas à base de metais pesados como cádmio, cromo, zinco ou mercúrio, a possuírem locais seguros para recolhimento dos usados e a fixarem placas com informações sobre os prejuízos causados pelos produtos ao meio ambiente e dá outras providências.
1999	Lei n° 12.493	Estadual / PR	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos do Estado.
2001	Decreto n° 3.919 (artigo acrescido ao Decreto n° 3.179)	Federal	Acrescenta multa de R\$ 400,00 na importação de cada pneu usado ou reformado.
2001	Projeto de Lei n° 147	Municipal/ Salvador/BA	Dispõe sobre o uso do asfalto ecológico pela Prefeitura Municipal de Salvador e dá outras providências.
2002	Decreto n° 3.942	Federal	Tipifica a competência do CONAMA para: editar atos jurídicos normativos, licenciamento ambiental, editar padrões de qualidade do meio ambiente, exigir estudos e documentos complementares ao licenciamento ambiental, decidir sobre recursos administrativos em última instância.
2002	Resolução CONAMA n° 301	Federal	Altera dispositivos da Resolução CONAMA n° 258, reforçando a obrigatoriedade da destinação final adequada para os pneus novos ou reformados importados, e estende a responsabilidade a reformadores e carcaceiros, mantendo a proibição de importação de pneumáticos usados, em conformidade com as Resoluções CONAMA 23/96 e 235/98.
2002	IN IBAMA n° 8	Federal	Institui os procedimentos para o cumprimento da Resolução CONAMA n° 258, e determinou as respectivas equivalências em peso, para cada tipo de pneu, para efeitos de fiscalização e controle.
2002	Decreto n° 6.215	Estadual/SC	Regulamentou a lei n° 12.375/02, que dispõe sobre coleta, recolhimento e destino final de pneus descartáveis e adota outras providências.

2002	Decreto nº 23.941	Estadual/PE	Regulamentou a Lei nº 12.008/01, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências, inclusive em relação aos pneumáticos inservíveis.
2002	Resolução SMA/SS	Estadual/SP	Estabeleceu normas para a disposição final ambientalmente adequada de pneus em aterros sanitários.
2002	Lei nº 13.316	Municipal São Paulo/SP	Dispõe sobre a coleta, destinação final e reutilização, inclusive através de processos de economia solidária, de embalagens, garrafas plásticas e pneumáticos no município.
2002	Decreto nº 6.215	Estadual/SP Municipal	Dispõe sobre o armazenamento e destinação de carcaças de pneus e câmaras de ar no Estado, proíbe o descarte inadequado desses resíduos sólidos em locais de natureza pública ou privada, e obriga as empresas fabricantes de pneus a implementar mecanismos de recolhimento e destinação desses resíduos.
2002	Projeto de Lei nº 46/13L	Novo Hamburgo/RS	Encontra-se em tramitação, desde 22 de março de 2002, e dispõe sobre a obrigatoriedade de borracharias, empresas de recauchutagem e estabelecimentos que comercializam pneus novos e usados, a adotarem medidas para evitar a existência de criadouros para o <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> , e dá outras providências.
2003	Decreto nº 4.592 (também acrescenta um artigo ao Decreto nº 3.179)	Federal	Isenta de multa as importações de pneus inservíveis procedentes dos Estados Partes do Mercosul, ao amparo do Acordo de Complementação Econômica nº 18.
2003	Recomendação do GT sobre pneumáticos	A ser Federal	Criação de novo Decreto para revogar os anteriores nº 3.991/01 e nº 4.592/03, e alterar o Artigo 47-A do Decreto nº 3.179/99, visando proibir a importação de pneus usados e atribuindo multa de R\$ 400, 00 (quatrocentos Reais) por unidade encontrada no território nacional.

\* Fonte: Tabela elaborada pela pesquisadora com base nas legislações pesquisadas retro mencionadas, 2004.

## **6- Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos**

Segundo Oliveira (1998), a problemática gerada pelos resíduos sólidos é considerada como um dos maiores desafios enfrentados no âmbito da administração pública das cidades modernas, em face de resultar em sérios riscos ao meio ambiente e à saúde pública no contexto urbano, com conseqüentes reflexos na sustentabilidade do nível regional ao federal.

Portanto, compete a estâncias governamentais superiores disporem sobre a gestão desses resíduos, por meio do estabelecimento de macro diretrizes, regulamentos e decisões que envolvam políticas, instrumentos e meios, visando dar subsídios às Administrações Municipais. No que concerne às ações relativas ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos, estas devem ser desenvolvidas com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos, adequando-as as suas realidades locais, considerando que a responsabilidade final pelo Sistema de Limpeza Pública permanece com o setor público municipal.

### **6.1- Definições de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

Araújo (2002), considera:

a) gestão de resíduos sólidos:

...o processo de conceber, planejar, definir, organizar e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos. Este processo compreende as etapas de definição de princípios, objetivos, estabelecimento da política do modelo de gestão, das metas, dos sistemas de controles operacionais, de medição e avaliação do desempenho e previsão de quais os recursos necessários..;

b) gerenciamento integrado de resíduos sólidos:

... deve ser entendido como o conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão....

De acordo com D'Almeida e Sena (2000), o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos é definido como:

... um conjunto integrado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos), para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de uma cidade..

Com base nesses conceitos, observa-se que Gestão de Resíduos Sólidos consiste de um processo de planejamento e de dotação de diretrizes gerais do sistema de resíduos sólidos. Esse processo abrange as políticas, instrumentos e meios para a tomada de decisões estratégicas relacionadas a todos os aspectos concernentes ao Sistema de Limpeza Pública, em âmbito federal, estadual e municipal, na busca de soluções afetas aos Sistemas de Saneamento, no que se refere ao Sistema de Limpeza Urbana, dada a relevância das etapas que o compõem.

Em contrapartida, o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos é considerado o conjunto integrado de ações técnicas e operacionais utilizadas para tratar adequadamente os resíduos sólidos em todas as etapas, desde a geração até a disposição final, porém, diferenciadas em razão da natureza de cada tipo de resíduo, em decorrência da atividade que o gera.

Essas ações, conforme já mencionado, permitem acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo desses resíduos, da respectiva geração à disposição final, com base nos critérios sanitários, econômicos e ambientais, empregando técnicas e tecnologias compatíveis com a realidade local, e visando assegurar um ambiente saudável, tanto no presente, quanto no futuro, que resulte na melhoria da qualidade de vida da população local (GÜNTHER, 1998b; JARDIM et al, 1995; LIMA, 2000).

Dessa forma, as etapas do gerenciamento integrado de resíduos sólidos dependendo do estágio de desenvolvimento da localidade, poderá compreender algumas ou todas as etapas: prevenção, pré-seleção, acondicionamento, descarte, coleta, transporte, segregação, armazenamento, tratamento, transbordo e destinação final (D'ALMEIDA & SENA, 2000; GÜNTHER, 1998b; OLIVEIRA, 1998).

Gerenciar resíduos sólidos urbanos significa aplicar, sucessivamente, uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica, integrada aos processos e produtos, visando ampliar a eficiência no uso de matérias-primas, de água, e de energia, bem como de minimização ou de reciclagem de resíduos em todos os setores produtivos (THIESEN, 2001).

## **6.2- Abordagem Retrospectiva de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

Neste item apresenta-se uma retrospectiva histórica baseada em abordagens realizadas por Khan e Wilson sobre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

De acordo com Khan (2000), historicamente, a regulamentação de resíduos sólidos é recente, se comparada às regulamentações que a antecederam, referentes à poluição do ar e da água.

Wilson (2000) relata a história do gerenciamento de resíduos sólidos, que teve início nos meados do século XIX, quando ao redor do centro das cidades inglesas e francesas, entre outras, já existiam comunidades de catadores, que sobreviviam da catação de resíduos vendáveis ou reutilizáveis das ruas.

Por questões de saúde pública, devido às epidemias de cólera que ocorreram na maioria das cidades européias, em 1860, tiveram início os sistemas municipais formais de gerenciamento de resíduos sólidos, visando à remoção desses resíduos.

Dessa época até 1960, as ações foram centradas na coleta e limpeza das vias públicas, com a adoção do método de disposição dos resíduos em vazadouros a céu aberto, sendo que em algumas cidades era utilizada a incineração, porém sem nenhum controle, com relação à emissão de gases.

Entre os anos 70 e 90, no que concerne à incineração de resíduos sólidos, houve progressos, com o surgimento de uma nova geração de incineradores construídos com dispositivos de controle da poluição atmosférica, como precipitadores eletrostáticos.

Ainda, com referência à incineração desses resíduos, observa-se que, gradativamente, também ocorreu o aprimoramento dos padrões técnicos, sendo que nos anos 90, na maioria dos incineradores existentes na Europa, houve a inclusão de filtros de gases de multi-estágios, objetivando a redução das dioxinas e outros restos orgânicos a pequenas quantidades excedentes.

Há que se ressaltar, que nas décadas de 70 e 90, também começaram a ser implantadas, modernas práticas de gerenciamento de resíduos sólidos à época, por meio do gerenciamento operacional, visando eliminar a maioria dos efeitos prejudiciais à saúde pública gerados pelos mencionados vazadouros, que começaram a serem substituídos por uma nova geração de aterros sanitários, com o intuito de reduzir os impactos ambientais decorrentes das práticas de disposição existentes (WILSON, 2000).

Ainda na década de 70, surge o interesse por novas tecnologias de tratamento de resíduos sólidos, com a finalidade de se reduzir a dependência no aterramento e incineração desses resíduos, com a inclusão da seleção de resíduos misturados, objetivando a produção de uma fração orgânica para compostagem ou digestão anaeróbia, bem como em relação a uma porcentagem de papel e plástico aproveitada para a produção de combustível.

Com essas práticas tem início um novo estágio, no período compreendido entre os meados da década de 80 e o início do século XXI, denominado como “melhoria técnica”, visando aprimorar os padrões técnicos para o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos.

Em relação aos aterros foram aplicadas técnicas de captação de líquidos e gases, visando o tratamento de líquidos lixiviados e à prevenção de emissão de gases, por meio de: bombeamento ativo; ventilação passiva; e a utilização de gás metano para a recuperação de energia, de acordo com Wilson (2000).

Em 1990, tem início a integração de medidas políticas com tecnologia, visando reverter o significativo aumento da geração de resíduos sólidos e privilegiar a prevenção, minimização, segregação e reciclagem desses resíduos.

Com esse intuito, surgem os instrumentos e incentivos econômicos, além de inúmeros mecanismos de disseminação de informação, por meio de publicidade na educação, ou de rotulagem ecológica, visando educar os consumidores.

Entre os instrumentos de política, Wilson (2000) ressalta a “responsabilidade do gerador”, que tornou o fabricante responsável também pelo pós-consumo do produto gerado, e cujo instrumento foi adotado, praticamente, como uma norma na Europa e em parte da Ásia.

Este autor expõe, ainda que em novembro de 1998, na Europa, foram elaborados estudos, visando à redução de resíduos, dando início ao atual estágio intitulado “foco na prevenção”, cujas práticas que vem sendo exercidas na Europa e na América do Norte consistem na prevenção de resíduos, com particular enfoque na extinção dos aterros de resíduos orgânicos não tratados, o que certamente, terá reflexos no desenvolvimento das políticas de gestão de resíduos sólidos.

### **6.3- Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneus Inservíveis em Vários Países**

No que se refere às políticas públicas relacionadas aos pneumáticos inservíveis, verifica-se que no contexto mundial, o descarte desses inservíveis no meio ambiente causa sérios inconvenientes que afetam a qualidade de vida das cidades. Em função disso as medidas para a solução desses inconvenientes passam pela conjugação dos esforços de todas as esferas governamentais, bem como dependem da ação dos responsáveis diretos e demais segmentos envolvidos para que se consiga reverter esse quadro (RIBEIRO, 2002).

Dessa forma, várias decisões podem ser tomadas para mitigar os impactos ambientais gerados pelo manuseio inadequado de resíduos sólidos, e em especial pelos pneumáticos inservíveis.

Em vários países são elaboradas políticas baseadas em diversos instrumentos tais como os de comando e controle ou econômicos, com a finalidade de se cumprir os

objetivos e às diretrizes estabelecidas nas políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos que nortearão as estratégias de gerenciamento.

Nos próximos itens destacam-se alguns pontos de interesse das políticas e instrumentos empregados por alguns países quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos, e especificamente de pneumáticos inservíveis.

### **6.3.1- Contexto das Políticas Federais para os Resíduos Sólidos e Pneumáticos Inservíveis no Brasil**

O primeiro tópico a ser abordado no contexto brasileiro é a Proposta de Política Nacional de Resíduos Sólidos, que como já mencionado no item 5.1, até o momento não foi instituída, apesar de existir um projeto de lei versando sobre o tema, cujo texto da última versão (Substitutivo ao Projeto de Lei nº 203, de 1991 – e seus anexos), foi elaborado em 2002 pela Comissão Especial, nomeada pela Câmara dos Deputados. Esta última versão do projeto de lei visava instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos, seus princípios e instrumentos, além de estabelecer as diretrizes e normas de ordem pública e interesse social para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos urbanos (SENADO FEDERAL, 2002).

Com referência aos objetivos estabelecidos neste documento, têm-se:

- no art. 10, Capítulo II, da proposta de lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos:

integrar e articular ações relativas à gestão de resíduos sólidos;

disciplinar a gestão, reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos;

preservar a saúde pública, proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente, eliminando os prejuízos causados pela geração ou disposição inadequada de resíduos sólidos;

formar uma consciência comunitária sobre a importância da opção pelo consumo de produtos e serviços que preservem a saúde pública, que não afrontem o meio ambiente e com maior geração de resíduos sólidos



e de seu adequado manejo, bem como sobre a relevância da separação e adequada disponibilização do lixo domiciliar para fins de coleta;

gerar incentivos aos Municípios que se dispuserem a licenciar em seus territórios, instalações que atendam às ações de tratamento e disposição final de resíduos sólidos;

estimular e valorizar as atividades de coleta de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis;

fomentar o reaproveitamento de resíduos como matérias- primas e fontes de energia;

propugnar pela imediata regularização, ou na impossibilidade dessa medida, pelo encerramento das atividades e extinção de locais que se prestem à inadequada destinação de resíduos sólidos.

- no art. 12, Capítulo III, Do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos:

reduzir a quantidade e nocividade dos resíduos gerados;

reutilizar, recuperar ou reciclar os resíduos que não puderem ser evitados;

realizar a disposição final de maneira a assegurar a proteção ao meio ambiente e a saúde pública.

Em relação aos pneumáticos inservíveis, verifica-se que, nos artigos 105 a 108 do Capítulo III – Do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, Seção V – Dos Resíduos Especiais, Subseção X – Dos Pneumáticos, são estabelecidas as responsabilidades aos fabricantes e aos importadores de pneumáticos, atribuindo-lhes o gerenciamento dos respectivos resíduos sólidos gerados, que devem estar em consonância com essa e as demais normas específicas editadas pelas autoridades ambientais competentes.

Além disso, determina que fabricantes, importadores, distribuidores e pontos de venda de pneus devem instituir sistema de coleta de pneus usados, considerando o disposto em norma regulamentadora, e por decisão fundamentada da autoridade ambiental competente.

No caso dos fabricantes e dos importadores de pneus, estes podem criar centrais de recepção que devem estar localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais, urbanísticas e de uso do solo, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente adequada dos pneus inservíveis gerados.

Cabe também, segundo esta Política, aos órgãos ambientais competentes a edição de normas concernentes à gestão de resíduos sólidos de pneumáticos, de maneira a enquadrá-las nos padrões estabelecidos nessas leis, além daqueles que lhes sejam aplicáveis.

O segundo tópico a ser abordado neste item relaciona-se com o Programa Brasileiro de Reciclagem, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) (BRASIL, 1999a), que sugere priorizar os programas para o gerenciamento de pneumáticos inservíveis no âmbito federal, quanto ao:

- Estudos e equacionamento da reciclagem de pneus no Estado de São Paulo para estendê-lo para outros estados.
- Apoio aos experimentos da indústria de cimento para a produção de energia.
- Armazenamento planejado estratégico de pneus para reciclagem - recomendação feita pela ANIP.
- Análise de custo / benefício da importação de pneus usados.
- Equiparar o Brasil a outros países, onde são utilizadas melhores formas de reciclagem de pneus do mundo.

Para o gerenciamento dos pneus descartados são sugeridas as ações:

- Criar centrais de armazenamento temporário pelos fabricantes e importadores até o destino final, ambientalmente adequado.
- Controlar a quantidade descartada e o mercado para seu aproveitamento.

- Impedir armazenamento ao ar livre (risco de promover criadouros de micro e macro vetores), queima ou descarte em rios ou lagos orientando o comércio e sucateiros.
- Definir mercado para reciclagem e transporte, se possível, compactado. (BRASIL, 1999a).

### **6.3.2- Aspectos das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos nos Estados Unidos**

De acordo com a EPA (2002), a Lei Ambiental Nacional da Política Norte-Americana, tem por finalidade:

- ... declarar uma política nacional que incentive a harmonia produtiva e agradável entre o homem e o seu ambiente;
- promover esforços que impedirão ou eliminarão os danos ao ambiente e à biosfera e estimularão a saúde e o bem-estar do homem;
- enriquecer a compreensão dos sistemas ecológicos e dos recursos naturais importantes para a nação;
- estabelecer um conselho na qualidade ambiental...

Segundo Blumenthal (1993), a Gestão de Resíduos Sólidos nos Estados Unidos, no que se refere aos resíduos sólidos em geral, entre os quais os pneus inservíveis, adota cinco princípios:

- do “berço ao túmulo”: o setor produtivo é responsável pelo seu produto, até o término do ciclo de vida desse produto.
- da responsabilidade: o setor produtivo é responsável pelo custo da coleta e disposição final dos resíduos sólidos considerados recicláveis.

- do direito de saber do cidadão: todo o cidadão tem direito de saber quais são os resíduos gerados no processo produtivo, assim como onde, quem e como é realizado o tratamento destes resíduos.
- da co-responsabilidade: toda a empresa de tratamento e disposição final de resíduos sólidos será co-responsável pelos resíduos ali tratados, ou disposto. Caso receba um determinado resíduo quer seja doméstico, ou industrial, deverá emitir um certificado de aceitação desse resíduo. A finalidade desse certificado é controlar se o setor produtivo industrial está utilizando alguma matéria-prima em sua linha de produção que seja proibida nos EUA.
- dos “três erres”: tem por finalidade instrumentar a mudança de padrão de produção linear insustentável vivenciada pela indústria nacional, em um padrão cíclico sustentável. Para tal, deve-se Reduzir, Reusar e Reciclar os resíduos sólidos quer domésticos, industriais, ou hospitalares.

No que concerne ao Princípio dos “três erres”, verifica-se que a “United States Environmental Protection Agency” (USEPA), vem desenvolvendo uma série de iniciativas, entre as quais a “*Prevention Pollution Program*”, denominada PPP, que deu origem à minimização de resíduos sólidos urbanos, visando minimizar o volume de descartes e os impactos ambientais decorrentes desse descarte e disposição inadequada desses resíduos.

No que diz respeito aos pneumáticos inservíveis, a EPA em parceria com segmentos governamentais e não governamentais vem promovendo ações de controle e fiscalização de geradores e destino desses inservíveis, bem como ações operacionais, de limpeza em lixões, visando a remoção desses resíduos sólidos especiais, e de pesquisas de reutilização destes em pavimentos asfálticos, com o intuito de mitigar os impactos ambientais gerados no meio ambiente urbano. (EPA, 2002).

Com referência ao desenvolvimento de pesquisas de inserção desses inservíveis em pavimentos asfálticos, ocorreram em decorrência da instituição da Lei sobre a Eficiência do Transporte Intermodal de Superfície – *Public Law 102 -240-ISTEA, 1991-* que obrigou as Agências de Proteção Ambiental (EPA) e os Departamentos de Transportes Estaduais (DOT’s) a desenvolverem estudos em cooperação, com a

finalidade de utilização de partículas de borracha de pneumáticos inservíveis, na execução de pavimentos asfálticos, visando à proteção ambiental (EPPS, 1994).

Essa lei estabelece uma porcentagem mínima de utilização da borracha reciclada em misturas asfálticas, em relação ao volume total produzido pelas indústrias de pneumáticos, além de assegurar incentivos fiscais aos estados que utilizam borracha de pneumáticos inservíveis, bem como prevêem punições àqueles que não atenderem as exigências (BERTOLLO et. al, 1999; EPPS, 1994).

Conforme Heitzman (1992), em 1991, 44 Estados Americanos decretaram leis visando o controle da disposição final de pneumáticos inservíveis, sendo que a maioria dos Estados proibiu a disposição final de pneus inteiros nos aterros, permitindo o descarte desses inservíveis triturados, mediante taxas elevadas, que tornaram essa alternativa economicamente proibitiva.

Cabe destacar que a legislação americana confere, também, aos Estados o direito de cobrarem multas dos infratores, as quais são altíssimas, sendo que na Califórnia está prevista a prisão dos responsáveis.

Atualmente, as leis estaduais americanas regulamentam sobre aquisição, armazenagem e processamento de pneumáticos inservíveis, impõem restrições para armazenagem desses inservíveis em aterros, e oferecem incentivos objetivando desenvolvimento de novas alternativas de uso.

### **6.3.3- Contexto das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos no Canadá**

Juras (2001) informa que o Conselho Canadense de Ministros para a Proteção do Meio Ambiente, em 1989, determinou uma meta de redução em 50%, para a quantidade de resíduos sólidos em 2000, gerando muitas iniciativas governamentais, e de diversos segmentos sociais que ocasionaram o surgimento de:

- legislações específicas, tendo em vista a autonomia de cada província, no que se refere à decretação de lei e adoção de medidas ambientais;

- a criação e apoio a incentivos econômicos, e programas de infra-estrutura;
- realização de campanhas educativas, incentivando a população a participar de programas de coleta seletiva, reciclagem, e compostagem.

No que se refere à reciclagem, observa-se que também foram instituídos depósitos / retorno para determinados resíduos, entre os quais os pneus inservíveis, visando à mitigação dos impactos ambientais decorrentes de sua disposição inadequada.

#### **6.3.4- Contexto das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos na Austrália**

Segundo Rixon (1998), o Governo Australiano definiu, como objetivo, a redução de 50% dos resíduos sólidos para o ano 2.000, tendo por base a taxa “per capita” verificada em 1990, sendo que, em New South Wales (NSW), o Estado mais populoso da Austrália, a meta instituída para o mesmo período foi uma redução de 60%. Para outras áreas geográficas também foram adotados objetivos relacionados a índices de recuperação para vários resíduos que foram definidos em um processo de negociação inclusive com as indústrias.

Quanto aos resultados obtidos, apresentados por esse autor, verifica-se que foram excelentes em relação às quantidades e tipos de resíduos provenientes da reciclagem realizada pelos municípios, nas próprias residências, bem como pelo eficiente sistema de coleta de recicláveis adotado, associado a intensas campanhas educacionais, alcançando mais de 90% de eficiência para materiais como papéis, vidros, latas e plásticos, mais de 80% para as garrafas de vidro, e cerca de 60% para os pneus inservíveis. Porém, com referência aos demais segmentos, foram insignificantes.

#### **6.3.5- Contexto das Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos e Pneumáticos nos Países Europeus**

Com relação ao tratamento legal e à Gestão de Resíduos Sólidos na Europa, segundo Juras (2001), são adotados os procedimentos a seguir relatados.

A maioria dos países europeus, entre os quais, a Alemanha e a França, vêm implantando regras bem rígidas em relação aos resíduos sólidos, na busca de um novo modelo de gestão.

No que se refere ao equacionamento dessa questão, a União Européia vem editando, desde 1975, várias normas relativas aos resíduos sólidos, como por exemplo, a Diretiva 75/442/CEE, de 1975, que é específica sobre resíduos em geral, bem como, destacam-se o Regulamento Ecológico, REG. 880/92/CEE , e o Regulamento de Gerenciamento Ecológico e Plano de Exame, REG. 1836/93/CEE, por serem instrumentos econômicos úteis à promoção de tecnologias e produtos limpos (FRANGIPANE et al, 1999; JURAS, 2001).

Segundo a publicação Comunidade Européia (COMISSÃO EUROPÉIA, 2000), a União Européia baseia a sua Gestão de Resíduos Sólidos nos princípios:

- da prevenção: é necessário minimizar e prevenir, sempre que possível, a produção de resíduos.
- da responsabilidade do produtor e o princípio do poluidor pagador: quem produz os resíduos, ou polui o meio ambiente deve ser responsabilizado por isso, pagando a totalidade dos custos de suas ações.
- da precaução: é necessário prever a possibilidade de ocorrência de grandes impactos.
- da proximidade: os resíduos devem ser eliminados, nas proximidades do seu local de origem.

Na Irlanda, a partir de 2001, a estocagem de pneus inservíveis em aterros, oficialmente cessou, com a implantação das Normas Diretivas de Aterros na Irlanda – *Irish Landfill Directive* – que em seu Art. 5º, proibiu e estabeleceu prazos limites para a sua disposição final em aterros, ficando a disposição de pneus inservíveis inteiros, limitada a 16 de julho de 2003, e para esses resíduos triturados, a data de 16 de julho de 2006. Contudo, aterros patrocinados e mantidos sob a responsabilidade de empresas poderiam operar com licenças concedidas pelo órgão ambiental responsável pelas instalações de aterros nesse país (DoELG, 2002).

Segundo Reschner (2002), na Europa, a partir de 2006, os pneumáticos inservíveis, bem como os resíduos desses inservíveis quando triturados, provenientes de processos de recauchutagem ou trituração, poderão ser dispostos, temporariamente, visando futura utilização, em aterros específicos, denominados “*monofilling*”, com a finalidade de evitar a mistura desses inservíveis com outros resíduos. Contudo, a implantação desses aterros estará sujeita a alvarás de funcionamento e vistorias periódicas, quanto às condições de armazenamento dos resíduos, bem como no que se refere aos critérios de saúde pública.

Observa-se que tanto a Diretiva 91/157/CEE da Comunidade Européia, quanto o Decreto nº 92-377/93, que trata das diretrizes gerais sobre resíduos sólidos na França, os fabricantes de pneus são responsabilizados pelo seu ciclo de vida, de acordo com o “princípio do berço ao túmulo”, considerando que os pneus são um passivo ambiental.

Vogel (2002) divulga que, em muitos países europeus, como Dinamarca, Suíça e Áustria, está sendo discutida a responsabilidade do produtor em relação a diversos produtos, entre os quais os pneus.

A Alemanha é considerada um país pioneiro na adoção de medidas destinadas a equacionar a problemática causada pelos resíduos sólidos, em face de ter implantado as seguintes legislações:

- Lei de Minimização e Eliminação de Resíduos, em 1986, que gerou a edição de vários regulamentos referentes a alguns tipos de resíduos, e estabeleceu os objetivos de uma nova política ao aplicar os princípios de evitar e valorizar os resíduos antes de sua eliminação.
- Lei de Economia de Ciclo Integral e Gestão de Resíduos, editada em 1994, ampliou a responsabilidade do fabricante a todo o ciclo de vida de seu produto, contemplando desde a fabricação até o seu descarte pós-consumo, sob a aplicação dos princípios de prevenção e de causador da poluição ambiental (GTZ, 1996).

Dessa forma, a legislação alemã visa:

- evitar a geração de resíduos;



- minimizar o volume de resíduos, por meio de reciclagem ou de produção de energia, visando a economia cíclica em conformidade com o mercado;
- dispor de forma ambientalmente adequada, aqueles resíduos que não tenham condição de reaproveitamento.

E, em relação à França, os principais objetivos da Política Francesa de Resíduos Sólidos, estabelecida em 1975 e modificada em 1992, são:

- prevenção / redução da produção e da nocividade dos resíduos;
- organização do transporte dos resíduos, limitando-os em distância e volume;
- valorização dos resíduos pela reutilização, reciclagem, ou qualquer outra ação, com o intuito de energia ou materiais a partir dos resíduos;
- proibição de resíduos que sejam inertes, nas instalações de disposição final, a partir de 1º de julho de 2002;

O empenho da França no que se refere à modernização do gerenciamento de resíduos sólidos atribui a responsabilidade, sobre esse sistema de gestão, às autoridades locais ou entidades por elas autorizadas.

Na Inglaterra, o volume de pneus novos e usados poderá ser reduzido, de acordo com a Agência Ambiental Inglesa (EA-UK) (2001), com a adoção das ações de:

- reduzir o número de veículos nas vias;
- reduzir a distância de viagem;
- melhorar a manutenção de veículos, visando prevenir trocas desnecessárias;
- melhorar o processo de manutenção dos pneus;
- aumentar o número de pneus recapeados;
- assegurar para todos os pneus novos, a possibilidade de serem recauchutados.

## **7- Estratégias de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis em vários países**

As estratégias de gerenciamento, como já mencionado no item 4.5.3, são norteadas pelas diretrizes e objetivos estabelecidos nas políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos.

No que concerne aos pneumáticos inservíveis, constata-se que, mundialmente, a problemática gerada pelo descarte desses inservíveis no meio ambiente, oportunizou a adoção de práticas de gerenciamento específicas para esses resíduos, que vêm sendo executadas em vários países. Nos próximos itens, algumas dessas práticas são destacadas.

### **7.1- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis nos EUA**

Nenhum país produz mais pneus inservíveis do que o Estados Unidos, onde se calcula que a produção esteja em 285 milhões de pneus ao ano, mais ou menos, 4.700 toneladas / dia, o que fornece um valor “per capita” de aproximadamente um pneu por habitante / ano (EPA, 2002).

Dessa quantidade, excluindo os recauchutados que totalizam cerca de 14 milhões de unidades, e os reutilizados que somam 188 milhões de pneumáticos inservíveis, os restantes quando descartados são enviados para aterros ou depositados ilegalmente no meio ambiente (EPA, 2002; CEMPRE, 2002).

Em decorrência dos riscos ambientais foram criadas leis nos âmbitos estadual e federal, em 44 Estados Americanos, regulamentando a disposição, armazenamento e processamento dos pneumáticos inservíveis, com o oferecimento de incentivos para novas alternativas e usos (EPA, 2002).

Com isso, a legislação americana propiciou aos Estados o direito de cobrarem multas bem elevadas, em 1991, conforme já mencionado no item 4.5.3.2. Na Califórnia,

antigamente, era apenas cobrada uma multa e o infrator respondia a um processo pelo dano ambiental causado, sendo que hoje as multas são altíssimas, chegando a US\$ 10.000, por violação e o infrator é detido (HEITZMAN, 1992).

Segundo a EPA (2002), a partir de 1999, o Estado de Ohio alterou os procedimentos referentes à disposição de pneumáticos inservíveis, pois desejava identificar o destino de 75% das quase 12 milhões de unidades que eram geradas anualmente.

Para tal, realizou um cadastramento das empresas que coletavam esses resíduos, resultando no registro de 92 empresas coletoras, com uma frota total de 1.200 veículos.

Com base nesse levantamento, obtiveram a informação que o maior volume desses resíduos era destinado à reutilização do inservível, que triturado era utilizado como cascalho na execução de aterros subterrâneos em minas.

A implantação de 24 galpões foi permitida também, para a armazenagem desses inservíveis. Sendo que, em 1996, por meio da agência estadual da EPA localizada nesse Estado, foi promovida uma limpeza em oito lixões, de onde foram retirados 2,2 milhões de pneumáticos inservíveis (BLUMENTHAL, 1993).

Nos anos seguintes continuaram executando essas limpezas, sendo que em 1999, foram removidos de sete lixões, cerca de 6 milhões de pneumáticos inservíveis. Esse programa é vigente e exclui os pneus utilizados na agricultura, sendo subsidiado por uma taxa de US\$ 0.50, incluída na venda de cada pneu comercializado (EPA, 2002).

No Estado da Carolina do Norte os pneumáticos inservíveis são triturados, e depois, dispostos em minas de carvão abandonadas, ou em áreas que possuam similaridade, servindo de receptáculo para o armazenamento desses resíduos (BLUMENTHAL, 1993).

Conforme Blumenthal (1993), a vantagem desse tipo de disposição contribui para a minimização dos impactos ambientais gerados pela disposição final inadequada desses inservíveis no meio ambiente, proporcionando ainda, a utilização de um espaço físico que não possui interesse de ocupação quer residencial, ou comercial.

Quanto à limitação para essa solução reside na falta de espaços físicos condizentes, acrescido dos custos envolvidos para fragmentar, transportar e manusear esses inservíveis, segundo o mesmo autor.

De acordo com EPA (2002), os Estados do Arizona, Oklahoma e Colorado fornecem incentivos econômicos para a reciclagem como crédito para impostos, ou oferecendo compensações financeiras para os que operam com reciclagem energética. O Colorado, inclusive, criou um fundo de desenvolvimento para fornecer o reembolso parcial aos processadores desses resíduos e aos que os utilizam, de forma reciclada como matéria-prima.

No Estado do Kentucky está sendo testado o programa “Amnesty” de reaproveitamento de pneumáticos inservíveis em seus condados. Trata-se de um programa de entrega voluntária desses inservíveis pela população e empresários em galpões destinados à armazenagem em troca de um número de bônus em função da quantidade encaminhada. Cabe aos recicladores coletar, transportar e processar esses resíduos sem ônus de aquisição desses inservíveis encaminhados pelos usuários (EPA, 2002).

As mudanças propostas nas legislações ambientais do Estado do Arkansas podem beneficiar os distritos que armazenam muito resíduo sólido principalmente os que dispõem de um volume elevado de pneumáticos inservíveis inteiros ou processado (EPA, 2002).

Segundo a EPA (2002), a Comissão de Controle da Poluição Prol Ecologia (PC&E), do Arkansas está estudando a possibilidade de conceder subsídio financeiro aos bairros, em função do número dos pneus que conseguirem armazenar em ótimas condições de estocagem. O PC&E considera, também, outras propostas como emendas à sua legislação, em favor do reaproveitamento e reciclagem de pneus. Tais procedimentos devem incluir o aumento da cota de volume de pneus que podem ser armazenados nos centros de coleta e a criação de um sistema de monitoramento do volume de pneus.

## **7.2- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis Canadenses**

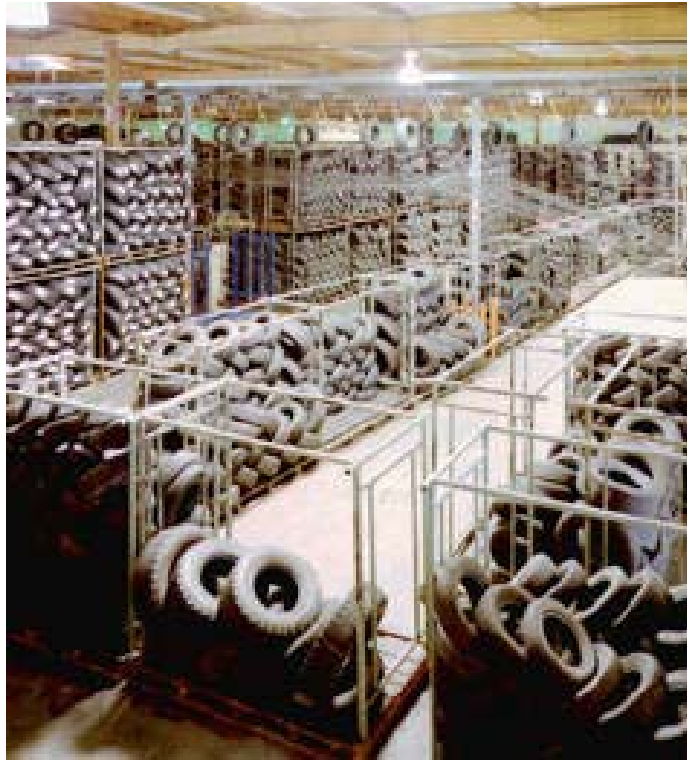
Em Toronto, o governo local, em parceria com diversas lideranças e organizações, realizou campanhas de conscientização sobre os diversos usos criativos dos pneumáticos inservíveis, junto à população, por meio de exposição de trabalhos elaborados com esses inservíveis (EPA, 2002).

Em 1992, o governo da província de Alberta, implantou um programa de reciclagem de pneus inservíveis que pelo sucesso obtido ao longo de 10 anos, foi reconhecido pelo Governo Canadense, como um procedimento de grande sucesso para o gerenciamento ambiental, a ser adotado como estratégia ambiental prioritária para 2003 (RRI, 2002).

O mesmo autor relata que esse programa foi instituído por legislação específica, que estabeleceu para sua sustentação a criação de:

- Sobretaxa à venda de pneus no valor de US\$ 4,00 por pneu comercializado;
- Fundo para a Reciclagem e o Aproveitamento de Pneumáticos Inservíveis: visando assegurar a efetiva utilização do montante total da arrecadação das sobretaxas na reciclagem desses inservíveis;
- Comissão para a Política de Reaproveitamento de Pneus Inservíveis: constituída por todos os segmentos direta ou indiretamente, ligados a pneus inservíveis, e que demonstrem interesse em debater o assunto e apresentar projetos correlatos, a serem subsidiados pelo Fundo para Reciclagem e Aproveitamento de Pneumáticos Inservíveis.

Além disso, foram estabelecidos procedimentos quanto ao armazenamento temporário desses inservíveis, seguindo como parâmetros as normas estabelecidas por Vancouver, que estabelecem que esse armazenamento deve ser feito em depósitos fechados, onde os pneus inservíveis coletados ficam dispostos em módulos, conforme Figura 6.



**Figura 6: Depósito de pneus, segundo normas ambientais de Vancouver, Canadá.**

**Fonte: Recycling Research Institute, 2002.**

As vantagens obtidas por esse programa são representadas por:

- Surgimento e fortalecimento de empresas especializadas na reciclagem de pneus, objetivando convertê-los em matéria-prima para uso em drenagem e reforço de solo, bem como à manufatura de pisos e diversos tipos de pavimentos;
- Benefícios diretos ao setor público pela criação de novas fontes de tributo, bem como pela geração de emprego e renda, diretos nas empresas de recicladoras, e indiretos relacionados à coleta e transporte de seus inservíveis;
- Minimização dos impactos ambientais e riscos à saúde pública;
- Redução da demanda de petróleo, tanto pela substituição de parte desse produto por borracha proveniente de processo de cuminição (processamento de pneus inservíveis em partículas), quanto pelo aumento da vida útil das rodovias;

- A economia da ordem de US\$ 125 milhões pela reciclagem de cerca de 3 milhões de pneus inservíveis / ano, no período dos 10 anos da existência desse programa.

A evolução dos percentuais de aproveitamento de pneus inservíveis para reciclagem, em Alberta, no Canadá, apresentada na Tabela 4, demonstra que a utilização de tecnologias de combustível derivado de pneus inservíveis deixou de ocorrer entre 1998/1999. Com referência aos produtos manufaturados, o índice obtido foi 6% menor do que o objetivo estimado. Observa-se que as alternativas de aplicação na Engenharia Civil, encontram-se em franca expansão devido à viabilidade econômica, sendo a principal aplicação o uso na execução de pavimentos asfálticos.

**Tabela 4 – Percentuais de aproveitamento dos pneus reciclados em Alberta, Canadá.**

<b>Ano</b>	<b>Produto Manufaturado</b>	<b>Borracha triturada</b>	<b>Engenharia Civil</b>	<b>Combustível derivado de pneumáticos (TDF)</b>
1995/96	9%	11%	32%	48%
1996/97	9%	21%	43%	27%
1997/98	21%	21%	50%	8%
1998/99	14%	25%	61%	*0
1999/00	22%	39%	39%	*0
2000/01	12%	42%	46%	*0
Objetivo estimado	18%	42%	40%	*0

**Fonte: Recycling Research Institute, 2002.**

**\* O fundo destinado a tecnologias de combustível derivado de pneumáticos foi abolido a partir de agosto de 1995, em função das decisões da Comissão para a Política de Reaproveitamento de Pneus Inservíveis.**

### **7.3- Práticas de Gerenciamento Sul Africanas**

Em fevereiro de 2001, na cidade de Joanesburgo teve início um projeto de coleta e reciclagem de pneumáticos inservíveis, com a implantação da Usina de Reciclagem de Pneus da África do Sul, cuja iniciativa partiu das indústrias de pneumáticos sul africanas (WARMER BULLETIN, 2001).

Esse projeto lida com lotes recentes de pneus inservíveis, e foi viabilizado pelo uso da infra-estrutura de coleta de resíduos sólidos já existentes. Tem por objetivo disponibilizar esses inservíveis coletados para organizações que desejem reciclá-los, por meio de produção de combustíveis, ou para outras aplicações em engenharia (idem).

As vantagens obtidas por este projeto são a minimização dos impactos ambientais associadas à possibilidade de utilização dos pneus inservíveis como matéria-prima para novos produtos, bem como pela melhoria da segurança rodoviária, evitando que esses resíduos sejam vendidos como pneus de segunda linha (WARMER BULLETIN, 2001).

### **7.4- Práticas de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis Brasileiras**

No Brasil vêm sendo desenvolvidos procedimentos que compreendem programas institucionais, empresariais e municipais, visando o atendimento às Resoluções CONAMA nº 258/99 e nº 301/02 e a Instrução Normativa IBAMA nº 08/02. Estes procedimentos são apresentados na seqüência.

#### **7.4.1- Programas Institucionais**

Os programas institucionais relacionados aos pneumáticos inservíveis contemplam as ações desenvolvidas pelos importadores e fabricantes de pneus para veículos automotores e de bicicletas, por meio de suas associações de classe em âmbito



nacional, respectivamente, Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados (ABIP) e Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), a qual agregou-se a Associação Brasileira dos Fabricantes, Distribuidores e Importadores de Pneus de Bicicletas, Peças e Acessórios (ABRIDIPI).

#### **7.4.1.1- Ações da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos - ANIP**

Segundo Tomasini (2001), para o cumprimento das Resoluções CONAMA n° 258/99 e 301/02 e a Instrução Normativa IBAMA n° 8/02, a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, representante das 14 empresas fabricantes existentes no país, elaborou um planejamento estratégico de suas ações até 2006, considerando a possibilidade de reciclagem de pneumáticos inservíveis, e que a maioria dos processos tecnológicos para esse fim encontravam-se em fase experimental.

O referido planejamento previu a implantação de um programa em âmbito nacional, constituída de duas etapas distintas, a saber:

a) primeira etapa: com duração aproximada de dois anos, visou à definição de áreas públicas para o armazenamento desses inservíveis (TOMASINI, 2001);

b) segunda etapa: destinou-se a definição de alternativas tecnológicas limpas, tanto existentes, quanto experimentais, com aplicações variadas, desde que viáveis, e em conformidade com as normas ambientais vigentes (TOMASINI, 2001; FAPEMIG, 2002).

Com relação à segunda etapa, fabricantes e exportadoras de pneus – Pirelli, Firestone (ambas no ABC), Michelin (do Rio de Janeiro), e Goodyear (do interior de São Paulo) reuniram-se na sede da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, na cidade de São Paulo, em convênio com a Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) para iniciarem pesquisas visando o desenvolvimento de projetos de reciclagem e campanhas educativas com a população.

Considerando que a partir de janeiro de 2002, a primeira meta da Resolução CONAMA n° 258/99 passaria a vigorar, a ANIP adotou os seguintes procedimentos:

- Realizou um acordo com os 4.000 revendedores de pneus existentes no território nacional, visando estabelecer critérios para a coleta dos pneumáticos inservíveis.
- Elaborou estudos para a campanha de conscientização destinada aos consumidores, com a finalidade de entregarem seus pneus inservíveis nessas revendedoras.
- Definiu que o tipo de destinação final para os pneus inservíveis seria como combustível alternativo em diversos setores da indústria. (FAPEMIG, 2002).
- Em 2002, implantou dois centros para armazenamento temporário e trituração de pneumáticos inservíveis no interior do Estado de São Paulo – Jundiaí e Sorocaba – e outro em João Pessoa, no Estado da Paraíba. (FAPEMIG, 2002; RIOS, 2003a).

Com relação a essas centrais de recolhimento e processamento de pneus inservíveis foram firmadas parcerias com:

- Grupo Cimentos Portugueses, CIMPOR, no caso das centrais de Jundiaí/SP (Figura 7) e João Pessoa/PB, cabendo a CIMPOR a importação de dois trituradores, com capacidade de triturar 2 mil pneumáticos inservíveis / dia e 9 toneladas de borracha / dia, considerando que essa empresa utiliza pneus inservíveis como combustível alternativo na fabricação de cimento. O investimento foi de cerca de US\$ 500 mil. A contrapartida da ANIP refere-se à trituração dos pneus coletados, além de encaminhar os pneus triturados (Figura 8) para os fornos das cimenteiras desse grupo (FUNIBER, 2002).



**Figura 7: Centro de Trituração de Pneus Inservíveis da ANIP / CIMPOR, em Jundiaí/SP.**

**Fonte: LUSTWERK, 2002.**

- Indústria Borcol, em relação à unidade de Sorocaba/SP, para a aquisição de duas máquinas picotadeiras, cujo investimento foi de US\$ 700 mil. Esta parceria foi decorrente de um termo de compromisso assinado entre essa indústria e o Ministério Público de Sorocaba e a ANIP, em agosto de 2002, considerando que a Borcol mantinha estocado em uma área de 20 hectares em seu pátio, cerca de cinco milhões de pneus inservíveis equivalentes a 50 mil toneladas desse resíduo. Por esse motivo, foi obrigada judicialmente, a eliminar esse passivo ambiental, no prazo de três anos. Neste caso, a ANIP se comprometeu a destinar a unidade de Sorocaba para a trituração do passivo ambiental da Borcol, com posterior encaminhamento do material obtido para incineração em fornos de cimenteiras e para a transformação em matéria-prima para confecção de novos produtos (FUNIBER, 2002; WEBJOURNAL.NET, 2002; JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO, 2002).



**Figura 8: Produto final da trituração de pneus inservíveis – Jundiaí/SP**  
**Fonte: LUSTWERK, 2002.**

Ainda em 2002, ao segmento dos fabricantes, representado pela ANIP, agregou-se o segmento dos fabricantes e importadores de pneus de bicicletas, representados pela Associação Brasileira dos Fabricantes, Distribuidores e Importadores de Pneus de Bicicletas, Peças e Acessórios (ABRIDUPI), por força da legislação ambiental em vigor, foram incluídos entre os responsáveis diretos pela coleta, tratamento e disposição final de pneus inservíveis. A contrapartida da ABRIDUPI refere-se à coleta e transporte dos pneus inservíveis de bicicletas coletados até os centros de trituração da ANIP situados em Jundiaí/SP e João Pessoa/PB, além de investimentos de cerca de R\$ 2 milhões em infra-estrutura e maquinário no Centro de Trituração de Pneus Inservíveis em Jundiaí/SP (LUSTWERK, 2002).

Paralelamente, a essas ações, a ANIP ao longo de 2002, 2003 e até maio de 2004, firmou convênio com prefeituras municipais e instituições de interesse em reciclagem no território nacional, criando mais uma alternativa para viabilizar a coleta de pneus, por meio de:

- pontos de coleta adicional, como no caso de São Sebastião/SP, onde a prefeitura arca com a coleta e o transporte dos lotes de pneus inservíveis coletados até o Centro de Trituração de Pneumáticos Inservíveis em Jundiaí/SP. Quanto a ANIP, se encarrega da trituração desses inservíveis, e pelo encaminhamento do material obtido para incineração em fornos de cimenteiras do Grupo CIMPOR;
- instalação de galpões, denominados EcoPontos, nos municípios copeirados, a cargo de prefeituras ou de associações de interesse em reciclagem, para o armazenamento temporário dos pneus inservíveis coletados em seus municípios. A ANIP, neste caso, organiza o funcionamento desses equipamentos, e se responsabiliza pelo transporte dos lotes coletados até os Centros de Trituração em Jundiaí/SP e João Pessoa/PB, além de triturar esses inservíveis, e encaminhá-los para incineração em fornos das cimenteiras do Grupo CIMPOR (RIOS, 2003b; FAPEMIG, 2002; PMSS, 2002).

Dessa forma, no Brasil em pouco mais de dois anos foram implantados setenta e três EcoPontos, um Ponto Adicional de Coleta, e três Centros de Trituração de Pneumáticos Inservíveis, sendo que a maioria desses equipamentos está implantada no Estado de São Paulo (BRITO...et al, 2003; PMP, 2002; JORNAL O ESTADO DO PARANÁ, 2002; VIVEIROS, 2003; GALLACCI, 2003; RPNEWS, 2001; RIOS, 2003a; FAPEMIG, 2002; DIÁRIO DO GRANDE ABC, 2003a; FUNIBER, 2002; BFBR, 2003; JORNAL NACIONAL, 2003a; DSO / COMLURB-RIO, 2002; MORAES, 2002; ANIP, 2003).

Cabe ressaltar, que a campanha de conscientização de consumidores e demais segmentos da sociedade envolvidos na problemática dos pneus inservíveis foi lançada pela ANIP no início de 2003, com o slogan: “Reciclar é Vida e está em nossas mãos”, (Figura 09) vem sendo amplamente divulgada pelos parceiros, a exemplo da ação realizada pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Agricultura e Meio Ambiente de Pirassununga, em São Paulo e revendedores de pneus locais. Esta campanha visa conscientizar os consumidores sobre a destinação adequada de pneus

inservíveis e para colaborarem entregando-os nas lojas credenciadas pelas indústrias pneumáticas para que sejam encaminhados à reciclagem (ANIP, 2003; PMP, 2003).



**Figura 09: Folder da Campanha da ANIP**  
**Fonte: ANIP, 2003.**

No que concerne aos resultados obtidos com base nas quantidades comercializadas no território nacional, produzidas anualmente pela indústria pneumática nacional, em relação às metas previstas pelas Resoluções CONAMA nº 258/99 e nº 301/02, tem-se:

- 2002: foram produzidas 46,5 milhões de unidades, comercializadas no mercado interno 30 milhões de pneus, e eliminadas 82 toneladas de pneumáticos inservíveis, equivalendo a 8,2 milhões de unidades;
- 2003: com uma produção de 48,7 milhões de pneus, e comercializadas 30,2 milhões de unidades, estimou-se que seriam eliminadas cerca de 160 toneladas de pneus inservíveis, equivalentes a 16 milhões de unidades. (RIOS, 2003b; DIÁRIO DO GRANDE ABC, 2003b).

Conforme declarado pela ANIP, conseguiu-se cumprir as metas impostas pela Resolução CONAMA nº 258/99 para esses dois anos, fazendo o possível para que esse

processo fosse auto-sustentável, e sem ônus tanto para as empresas, quanto para os consumidores. Contudo, a ANIP preocupa-se em relação ao alcance das próximas metas, pois, considera que ainda existem obstáculos a serem resolvidos referentes à logística de coleta e de transporte desses resíduos até as unidades de trituração e daí à sua destinação final em fornos, ou como matéria-prima para novos produtos (FUNIBER, 2002; RIOS, 2003b; JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO, 2003).

Para a ANIP a reciclagem de pneus inservíveis é ainda um processo caro, considerando o custo do maquinário, a logística do transporte, e a necessidade de fortalecimento das duas pontas do processo, no que se refere à entrega dos inservíveis pelos consumidores aos revendedores, bem como o desenvolvimento e ampliação de alternativas tecnológicas que contemplem pneumáticos inservíveis, que sejam, economicamente, viáveis (VIVEIROS, 2003; JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO, 2003).

#### **7.4.1.2- Ações da Associação Brasileira de Indústrias de Pneus Remoldados – ABIP**

A Associação Brasileira de Indústrias de Pneus Remoldados (ABIP), iniciou as suas ações de pesquisa com relação a pneumáticos inservíveis, em 1994, ao liderar o Termo de Cooperação entre o IBAMA, IPT e ABIP, visando à aprovação de uma legislação que obrigasse as empresas fabricantes e as importadoras de pneus a coletar e destruir os pneus inservíveis existentes no território nacional (ABIP, 2003a).

Em 1996, firmou compromisso com a PETROSIX, uma das empresas da PETROBRÁS, com a finalidade de pesquisar e desenvolver experiências laboratoriais em escala industrial, para o aproveitamento de pneumáticos inservíveis picados, em co-processamento conjunto com a rocha de xisto betuminoso, por meio de pirólise, com a finalidade de ampliar a produção de óleo combustível e gás.

Dois anos depois, assinaram um Termo de Cooperação com a PETROSIX, assumindo, por meio de suas associadas, os custos relativos à coleta e transporte desses inservíveis até a Usina de São Mateus do Sul, no Paraná, bem como subsidiando uma parcela da reciclagem dos pneus inservíveis fornecidos.

Em setembro de 2001, a ABIP lançou, em caráter experimental, o Programa Curitiba Rodando Limpo, com enfoque no combate à dengue, em parceria com as Prefeituras Municipais de Curitiba e Piraquara, e uma de suas associadas, a BS Colway Pneus. Por meio dessa parceria, sem ônus financeiro quanto às despesas da coleta e transporte de pneus inservíveis desses municípios, até a unidade industrial da PETROSIX, em São Mateus do Sul, no próprio Estado. Estes custos, foram arcados pela BS Colway Pneus que também subsidiou os custos de trituração desses inservíveis. Dessa forma, às Prefeituras de Curitiba e Piraquara couberam, em contrapartida, a mobilização da população e o desenvolvimento e divulgação de campanhas de conscientização junto aos munícipes (ABIP, 2002).

Esse programa, ainda em 2002, foi implantado nas regiões metropolitanas de Londrina, Maringá, Cascavel e Foz do Iguaçu, no Estado do Paraná, além do município de Joinville, no Estado de Santa Catarina, passando a ser denominado Programa Rodando Limpo. Porém, nesta fase a coleta e transporte dos pneus inservíveis coletados passaram a serem realizados pelos municípios, com o encaminhamento dos lotes coletados à BS Colway Pneus, que passou a adquiri-los por R\$ 0,80 a unidade. Os custos dos demais procedimentos (trituração, transporte até a PETROSIX, e subsídio à parte do processo de reciclagem), continuaram a cargo da BS Colway Pneus (ABIP, 2003a; CURITIBA RODANDO LIMPO, 2003).

Com relação ao Estado do Paraná, este Programa conta também com a adesão do Governo do Estado, Itaipu Binacional, Associação dos Municípios do Estado (AMP) e Federação das Associações Comerciais, Indústrias e Agropecuárias (FACIAP) (ABIP, 2003b).

Além dessas iniciativas, com o apoio da Federação das Associações Comerciais, Industriais e Agropecuárias do Paraná (FACIAP), foram realizados oito treinamentos técnicos nas cidades de Umuarama, Ponta Grossa, Londrina, Pato Branco, Medianeira, Curitiba e Campo Mourão, além de vinte e nove reuniões com empresários e parceiros, como associações de catadores, em outros 12 municípios.

Esses eventos reuniram cerca de 350 pessoas entre representantes das 278 associações que compõem a FACIAP, e de 399 prefeituras municipais, além das estruturas regionais das Secretarias de Estado, entre as quais Meio Ambiente, Saúde,



Educação, e Indústria e Comércio, visando organizar as ações de coleta de pneus inservíveis nas localidades, por meio de associações de catadores apoiadas por empresários locais (ABIP, 2003b).

Por meio dessas ações, a ABIP, conseguiu cumprir as metas estabelecidas pelas Resoluções CONAMA nº 258/99 e 301/02, e Instrução Normativa IBAMA nº 8/02, para os anos de 2002 e 2003, ao coletar e dar destinação final a 3,8 milhões de pneus inservíveis em 2002, e a cerca de 5 milhões desses inservíveis em 2003, considerando que em referência a 2002 a meta a ser cumprida pelos importadores seria de 750 mil unidades / ano, de acordo com as quantidades importadas nesse ano que foram de 3 milhões de pneus usados (CEMPRE, 2002; ABIP, 2003b; BRESSAN, 2003).

#### **7.4.2- Programas Empresariais**

Os programas empresariais contemplam algumas ações desenvolvidas isoladamente por empresas importadoras e de revenda de pneus.

##### **7.4.2.1- Importadora Jabur Pneus**

Em Londrina, no Estado do Paraná, a importadora Jabur Pneus com o intuito de cumprir a meta estabelecida pelas Resoluções CONAMA nº 258/99 e nº 301/02, implantou um procedimento para coleta de pneus inservíveis em suas filiais, além de ter se associado a um funcionário para a montagem da empresa TDF, que é responsável pelo transporte e trituração dos inservíveis coletados, bem como pelo envio de 500 toneladas desses resíduos / mês para incineração nos fornos da indústria Cimento Votorantin, em Rio Branco do Sul, no Paraná (MUSTAFA, 2002).

Segundo Mustafa (2002), os investimentos realizados na TDF foram da ordem de US\$ 1,5 milhão, com a finalidade de possibilitar o processamento de mil toneladas de pneumáticos inservíveis / mês.

#### **7.4.2.2- Bridgestone Firestone**

Ressalta-se que no caso do pneumático inservível, a Bridgestone Firestone do Brasil também realizou em 2003, uma campanha de recolhimento de pneus inservíveis promovida em conjunto com a ANIP, intitulada “Pneu Não Nasceu Para Ficar Parado. Devolva Para Reciclar”. Essa campanha foi promovida junto ao evento de Fórmula Truck, possibilitando o recolhimento de cerca de 55 mil unidades, em seis provas do campeonato de F-Truck (LOG WEB, 2003; SANTORO, 2003).

A promoção foi realizada pelas revendedoras da Bridgestone, situadas nessas cidades, onde a cada quatro pneus usados de qualquer marca trazidos pelo consumidor, limitados a um número máximo de oito unidades, este recebia um boné e um ingresso de arquibancada para assistir ao evento (CAMPO GRANDE NEWS, 2003).

#### **7.4.2.3- Rede D.Paschoal**

Segundo Davidoff (2003), a rede D.Paschoal com mais de 180 lojas em sete Estados (São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais e Rio Grande do Sul) e atendendo mais de 700 mil veículos / ano, verificou que não possuía controle efetivo, sobre os produtos usados provenientes da manutenção dos veículos dos clientes, após serem retirados das lojas pelos 30 coletadores cadastrados.

Por esse motivo, em janeiro de 2002, implantou o programa “SGR, Sistema de Gestão de Resíduos”, inicialmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, visando operacionalizar, incentivar e mobilizar funcionários, consumidores e a população, em relação ao destino ambientalmente correto dos pneus inservíveis e de outros produtos, fechando o elo entre fabricantes, distribuidores e consumidores, ao contemplar o controle sobre o destino final dos produtos automotivos descartados pelo mercado. Inclusive, realizando coleta de produtos usados fora do ambiente de suas lojas (DAVIDOFF, 2003).

O mesmo autor expõe que esse programa, que tem a ANIP como um dos apoiadores, permite que os seus fornecedores possam rastrear o ciclo de vida de seus produtos, utilizando para isso a logística reversa, teve o custo estimado, para sua

implantação em todas as lojas da Rede D.Paschoal, orçado em R\$ 720.000,00. Os recursos são oriundos da própria receita obtida com a venda dos produtos inservíveis removidos das lojas.

Com a adoção desse programa, os custos logísticos e operacionais, comparados à situação usual do mercado, sofreram significativa elevação, fazendo com que a rede substituísse os 30 coletadores, por uma única empresa de coleta, a Mazola Logística e Reciclagem, sediada em Valinhos, em São Paulo. Essa empresa além de se tornar parceira do projeto, atualmente, é responsável pela gestão integral dos resíduos gerados em todas as lojas, recapagens, e de ações promovidas pela empresa com referência ao desenvolvimento da coleta de pneus usados e outros resíduos.

Ainda, estabeleceu um conjunto de normas e procedimentos, visando garantir a eficiência do programa, e assumindo também a responsabilidade sobre os aspectos da conformidade do processo e operações, desde a coleta até o destino final de forma ambientalmente correta desses resíduos. No caso dos pneus inservíveis coletados a destinação final ocorre na Midas Elastômeros, em Itupeva, em São Paulo (DAVIDOFF, 2003).

O mesmo autor conclui que a implantação desse programa exigiu também a realização de treinamento e orientação dos funcionários, terceirização da empresa de logística e a conscientização de clientes, por meio de campanhas internas e externas com vasto material de apoio.

#### **7.4.3- Programas Municipais e de Instituições com interesse em Reciclagem**

Os programas municipais compreendem as ações desenvolvidas por municípios de forma independente ou em parceria, ou ainda por instituições com interesse em reciclagem junto com os responsáveis diretos determinados pela legislação ambiental em vigor. Nos próximos tópicos, apresentam-se algumas dessas ações.

#### **7.4.3.1- Prefeitura Municipal de Canoas/RS**

Em 2000, na Região Metropolitana de Porto Alegre, a Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Canoas, preocupada com a quantidade diária de pneumáticos inservíveis descartados, e queimados nesse município, que concentra dezenas de empresas transportadoras, realizou uma fiscalização para identificar a origem desses inservíveis. Pelos resultados obtidos puderam constatar que o problema era proveniente das pequenas borracharias, e da prática de descarte clandestino nas margens de rodovias e lixões por carroceiros (OLIVEIRA, 2000).

Mediante os fatos, de acordo com Oliveira (2000), foi realizado um trabalho de conscientização e orientação junto a esses segmentos e a atribuição de multas que poderiam variar de 30 a 10 mil ufir's, à época. Apesar da adoção desses procedimentos, o descarte inadequado continuou a ocorrer, sendo que os pneus inservíveis encontrados eram coletados pela prefeitura e encaminhados para os lixões, para serem aproveitados como material para contenção e proteção.

#### **7.4.3.2- Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu/PR**

O Município de Foz do Iguaçu, no Paraná, é parceiro da ABIP no Programa Rodando Limpo. Dessa forma, suas ações vem sendo desenvolvidas por meio da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal que está responsável pela coordenação da operação de coleta de pneumáticos inservíveis no município, além da conscientização da população e orientação dos segmentos locais envolvidos. Os procedimentos adotados envolveram desde contatos com 130 borracharias, revendedores de pneus e as concessionárias de carros, visando estabelecer parcerias e orientá-los para que encaminhassem os pneus para reciclagem, bem como a campanha de conscientização junto à população, solicitando-lhes que entregassem os pneus inservíveis nesses estabelecimentos (PMFI, 2003a).

Em contrapartida a Secretaria de Meio Ambiente, implantou a coleta semanal desses inservíveis realizada por ajudantes e fiscais da secretaria, que utilizam dois caminhões baús para transporte das cargas até um barracão localizado no bairro Campos

do Iguaçu (Figura 10). Posteriormente, a carga é enviada para trituração na BS Colway Pneus, que por sua vez encaminha o material obtido para reciclagem, na Petrosix, em São Mateus do Sul/PR onde esse material é transformado em gás e combustível, por meio de pirólise (PMFI, 2003b).

Ressalta-se que essa carga é adquirida, via Termo de Cooperação, conforme já mencionado no item 7.4.1.2, pela BS Colway Remoldagem de Pneus Ltda., que paga cerca de R\$ 0,80 por peça. Dos recursos aferidos com a venda desses resíduos, é descontado o frete, e o valor líquido é repassado para a Cooperativa de Catadores existente no município, denominada Nova Califórnia, que atua no aterro sanitário municipal, por meio do cadastro que essa cooperativa mantém com o Instituto de Desenvolvimento Ambiental do Paraná (PMFI, 2003a).



**Figura 10: Barracão para armazenamento temporário de pneus inservíveis, no Bairro Campos do Iguaçu – Foz do Iguaçu PR**  
**Fonte: Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu / PR, 2003.**

Os resultados obtidos no período de março de 2002 a agosto de 2003, foram animadores, considerando o envio de 37 cargas para a BS Colway, com um total de 55.720 pneumáticos inservíveis de automóveis e caminhonetes removidos do município (PMFI, 2003c).

### 7.4.3.3- Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro/RJ

Conforme Brito *et al.* (2003), em 2001, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro apresentava um quadro de absoluta desordem urbana, em decorrência da significativa quantidade de pneumáticos inservíveis que vinham sendo descartados inadequadamente, em vias e logradouros públicos, além de terrenos baldios.

Visando solucionar essa questão, em agosto de 2001, a Diretoria de Serviços Oeste da COMLURB-RIO, realizou uma pesquisa que possibilitou diagnosticar o ciclo de vida dos pneus na cidade do Rio de Janeiro, bem como o tipo de destinação final inadequado de pneus inservíveis e carcaças na região, além da estimativa do passivo ambiental estimado em cerca de 451.000 pneus de automóveis e 130.000 pneus de carga, que eram em parte lançados clandestinamente e em parte armazenados inadequadamente em empresas de transporte, borracharias e outros locais (DSO / COMLURB-RIO, 2002).

Com base nesse quadro foram adotadas quatro ações políticas articuladas:

- antecipação a Resolução CONAMA nº 258/99, por meio de uma parceria entre a Comlurb, Associação dos Borracheiros e Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), via a empresa Michelin estabelecida no bairro Campo Grande;
- organização dos borracheiros em uma associação, que atualmente conta com mais de 500 borracharias associadas;
- implantação de estrutura de captação voluntária de pneus inservíveis, denominada Ecopneu (nas borracharias), Ecopontos (em vias / logradouros públicos), além das Gerências da COMLURB, e de duas Centrais de Pneus, uma na antiga estação de Transferência do Catiri, unidade da COMLURB, em Bangu, e a outra em Nova Iguaçu;
- enquadramento institucional de fabricantes e importadores de pneus, com a definição da responsabilidade dos atores envolvidos, fabricantes, importadores, poder público e sociedade civil.

Dessa forma, elaboraram a Política de Gerenciamento de Pneus Inservíveis da Prefeitura / COMLURB, que está obtendo excelentes resultados, com a eliminação de 95% dos problemas gerados pelo descarte inadequado desses inservíveis, tendo em vista que foram concebidos e implantados, até abril de 2003, 63 pontos de pneus inservíveis, nas Zonas Oeste e Norte da cidade, com a previsão de mais 48 pontos nas Zonas Oeste, Norte, e Sul. Além de dois Galpões Centrais de Pneus, situados um em Bangu (Figura 11) e outro em Nova Iguaçu, que armazenam os pneus inservíveis coletados na cidade pelos Ecopneus, Ecopontos, Gerências da COMLURB, e grandes estabelecimentos de venda e reforma de pneus.

Segundo Brito *et al.* (2003), os Ecopneus recebem até 100 pneumáticos inservíveis por estabelecimento e / ou pessoa / dia, enquanto nos Ecopontos e Gerências da COMLURB essa quantidade é de 10 unidades / dia. Já, os Galpões Centrais de Pneus recebem mensalmente 80 mil unidades, e estão enviando, diariamente, duas carretas com 4.000 pneus para o Centro de Trituração de Pneus, em Jundiaí, em São Paulo.

No que refere as atribuições estabelecidas para os parceiros têm-se:

- Prefeitura / COMLURB e Associação de Borracheiros: coleta de pneus inservíveis entregues no município, voluntariamente pela população.
- ANIP, por meio da Michelin, sediada no bairro Campo Grande: recebimento, armazenamento, transporte e destinação final dos inservíveis que chegam nos Galpões Centrais, com o custeio de 6 postos de trabalho em cada um.



**Figura 11: Galpão Central de Pneus do Catiri, Rio de Janeiro / RJ**  
**Fonte: Brito... et al, 2003.**

Paralelamente a essas ações, a Prefeitura Municipal instituiu o Decreto nº 21.676, de 3 de julho de 2002, estabelecendo a constituição de um Grupo de Trabalho, sob a coordenação do Departamento de Apoio Tecnológico – Usina de Asfalto, da Secretaria de Obras do Município, para analisar a viabilidade de aproveitamento de pneumáticos inservíveis na composição de misturas asfálticas a serem aplicadas nas vias do município, visando o reaproveitamento dos pneus inservíveis coletados (BRITO...*et al*, 2003).

#### **7.4.3.4- Prefeitura Municipal de Fortaleza/CE**

Em 2003, a Secretaria de Ouvidoria Pública e do Meio Ambiente do Estado do Ceará, e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Fortaleza iniciaram entendimentos com a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), visando à implantação de um Eco ponto na cidade de Fortaleza, com a finalidade de utilizarem os resíduos em pavimentação asfáltica. (SANEAMENTO BÁSICO, 2003).

Além disso, foi iniciado um levantamento sobre a quantidade de pneus inservíveis gerada. Em 2002, a Regional II de Fortaleza coletou 37 mil inservíveis provenientes de vias públicas e terrenos baldios.



Ainda, no que se refere à destinação final dada a esses inservíveis, tem-se que parte foi encaminhada para João Pessoa, na Paraíba, outra quantidade foi destinada ao projeto Viva Mar, para construção de recifes artificiais com pneus, visando à pesca artesanal e o restante foi disposto no Aterro Sanitário de Caucaia.

#### **7.4.3.5- Prefeitura Municipal de São Paulo/SP**

A Prefeitura Municipal de São Paulo, por meio do Projeto de Limpeza do Rio Tietê, até o final de fevereiro de 2003, removeu desse curso d'água cerca de 80 mil toneladas de pneumáticos inservíveis (VIVEIROS, 2003).

Os inservíveis coletados eram lavados no Ecoponto e transportados pela ANIP para a sua Central de Armazenamento e Trituração, em Jundiaí, com vistas à reciclagem (JORNAL NACIONAL, 2003a).

#### **7.4.3.6-Prefeitura Municipal de Uberlândia/MG**

A Prefeitura Municipal de Uberlândia, em Minas Gerais, implantou um Ecoponto para armazenamento temporário de pneumáticos inservíveis, após ter sido ameaçada de processo por crime ambiental. Os pneus coletados nesse município são transportados pela ANIP para a cidade de Jundiaí, onde são triturados e após, encaminhados para co-processamento em energia nos fornos das cimenteiras do Grupo CIMPOR (JORNAL NACIONAL, 2003b).

#### **7.4.3.7- Região do Grande ABC/SP**

Na Região do Grande ABC, em São Paulo, composta por sete municípios (Santo André, São Bernardo, São Caetano, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra), mensalmente são descartados cerca de 1,1 mil toneladas de pneumáticos inservíveis, sem considerar a quantidade de pneus inservíveis deixados pelos

consumidores nas revendedoras, que diariamente são recolhidos pela ANIP (DIÁRIO DO GRANDE ABC, 2003b).

Embora os inservíveis coletados nessa região sejam encaminhados para reciclagem, apenas o Município de Santo André, monitora a quantidade diária coletada em logradouros públicos, que atinge cerca de 50 unidades / dia, acrescido de que, também, desenvolve experiência única de aplicação de pneumáticos inservíveis triturados em drenos horizontais do aterro sanitário municipal. Em 2003, os Municípios de Santo André e de São Bernardo elaboraram propostas para a implantação de Ecopontos nessas localidades, com a finalidade de solucionarem a questão do descarte inadequado de pneus inservíveis ainda segundo este jornal.

#### **7.4.3.8- Prefeitura Municipal de Campinas/SP**

Em Campinas, mensalmente, são coletados de logradouros públicos e terrenos baldios, cerca de 1,5 mil pneumáticos inservíveis pela prefeitura municipal, através de suas 14 Administrações Regionais e mais quatro subprefeituras dos distritos de Sousas, Barão Geraldo, Joaquim Egídio e Nova Aparecida. Esses inservíveis são armazenados no Ecoponto do Município, e posteriormente são transportados pela ANIP, até o Centro de Trituração de Jundiaí, e depois encaminhados a co-processamento nos fornos das cimenteiras do Grupo Cimentos Portugueses, CIMPOR (GALLACCI, 2003).

#### **7.4.3.9-Prefeitura Municipal de Birigui/SP**

Em agosto de 2003, foi implantado um Ecoponto, para armazenamento temporário de pneumáticos inservíveis, no Município de Birigui, no Estado de São Paulo. Trata-se de um convênio entre a Prefeitura Municipal de Birigui e a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), por meio do qual a Administração Municipal destinará, mensalmente, 2 mil pneus inservíveis coletados à ANIP. Esta será responsável pelo transporte, tratamento e destinação final desses inservíveis, direcionando para indústrias que os utilizam como matéria-prima na confecção de

diversos novos produtos, bem como combustível para caldeiras e à produção de asfalto borracha (RPNEWS, 2003).

#### **7.4.3.10- Prefeitura Municipal de Natal/RN**

Em março de 2003, a Prefeitura Municipal de Natal firmou Convênio de Cooperação Mútua com a ANIP, visando dar destinação final aos 150 mil pneumáticos inservíveis coletados pelo município. Por esse convênio a Prefeitura Municipal implantou um Ecoponto, na Rua Presidente Mor Gouveia, no Bairro da Cidade da Esperança, próximo a Rodoviária Nova, para que a população entregue os pneus inservíveis. Em contrapartida, a ANIP arca com o transporte desses inservíveis para o Centro de Trituração de João Pessoa, na Paraíba, com posterior envio desse material para co-processamento em fornos de cimenteiras (PMN, 2003).

#### **7.4.3.11- Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS**

A Prefeitura Municipal de Porto Alegre / RS, por meio da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, em 2003, firmou um Convênio de Cooperação Mútua com a ANIP, por intermédio do qual a Prefeitura implantará um Ecoponto na capital gaúcha, para recebimento de pneus inservíveis, sendo responsabilidade da ANIP o transporte desses inservíveis até o Centro de Trituração de Jundiaí / SP, onde depois de triturados, os pneus serão encaminhados para co-processamento em fornos de cimenteiras, ou na produção de asfalto borracha (SMAM, 2003).

#### **7.4.3.12- Prefeitura Municipal de Santiago/RS**

Em Santiago, no Rio Grande do Sul, a destinação final dos pneumáticos inservíveis era realizada na Usina de Lixo Municipal. Em 2003, com o objetivo de se adequar à legislação ambiental vigente, a Prefeitura Municipal se reuniu com os revendedores de pneus da cidade, e após contato com a Firestone, obtiveram informações sobre o Convênio de Cooperação com a ANIP (PMS, 2003).

Em dezembro de 2003, esse convênio já estava aprovado pelo município, e aguardava formalização junto a ANIP, para que fosse iniciado o funcionamento do Ecoponto Municipal, com capacidade para armazenamento de 2000 unidades. Por esse convênio o transporte e a destinação final desses inservíveis ficará a cargo da ANIP, sem ônus para o município (PMS, 2003).

#### **7.4.3.13- Sindicato das Indústrias Operadoras de Artefatos de Borracha no Estado do Paraná e Associação das Recapeadoras do Paraná**

Até janeiro de 2002, em Curitiba, os pneus inservíveis provenientes de caminhões e ônibus eram depositados no Aterro da Cachimba. Porém, por determinação do IBAMA, o Sindicato das Indústrias Operadoras de Artefatos de Borracha do Estado do Paraná, (SINDIBOR-PR) e a Associação das Recapeadoras do Paraná (ARPARANA) tiveram que buscar uma solução para essa questão (JORNAL O ESTADO DO PARANÁ, 2002).

A solução adotada foi à implantação de um Ecoponto, no Município de Araucária, em convênio com a ANIP, por meio do qual essas instituições paranaenses se comprometeram a coletar 8 mil unidades/mês, e a ANIP está responsável pelo transporte desses inservíveis até a cidade de Jundiaí, em São Paulo, além da trituração e encaminhamento desses resíduos para co-processamento em energia na cimenteira CIMPOR, localizada no mesmo município (JORNAL O ESTADO DO PARANÁ, 2002).

Pelo exposto, na maioria dos procedimentos operacionais apresentados observa-se pelos convênios firmados pela ANIP que basicamente o seu papel é o de transportar e dar destinação final aos pneumáticos inservíveis, enquanto o das prefeituras compreende a implantação de Ecopontos para o armazenamento temporário desses resíduos coletados em suas localidades.

## **8- Minimização de Resíduos Sólidos**

A minimização de resíduos sólidos é uma estratégia que consiste numa abordagem integrada, global e sistêmica da gestão de resíduos sólidos, incorporando nas modalidades do gerenciamento desses resíduos a redução de consumo, a redução da geração de resíduos, e do desperdício. (GÜNTHER, 2000).

Thiesen (2001) expõe a minimização como um procedimento que, de forma simultânea, permite abordar a prevenção dos riscos ambientais gerados pelos resíduos e o controle da poluição ambiental que esses acarretam ao priorizar o enfoque da redução da quantidade e grau de toxicidade desse resíduo na fonte geradora, compreendendo de modo integrado e complementar as ações de:

- Redução dos resíduos na fonte geradora, que consiste na diminuição de volume, tanto quanto possível, e do grau de toxicidade de resíduos gerados, tratados ou dispostos. As soluções para redução incluem qualquer atividade ou tecnologia desenvolvida para tratamento, reciclagem ou reuso e devem atender os parâmetros técnicos específicos, cabendo aos órgãos competentes a regulamentação dessas atividades;
- Reutilização significa o aproveitamento do resíduo sem submetê-lo a processamento industrial, assegurado o tratamento destinado ao cumprimento dos padrões de saúde pública e meio ambiente;
- Reciclagem é o processo de transformação de materiais descartados, que envolve a alteração das propriedades físicas e físico-químicas dos mesmos tornando-os insumos destinados a processos;
- Tratamento da parcela de resíduos restantes, que poderá se dar por meio de inertização, incineração, ou aterramento provisório desses inservíveis, caso não exista alternativa tecnológica.

A minimização é uma estratégia importante para qualquer sistema de gestão de resíduos, pois conforme mencionado na introdução (item 4.1), o aumento e a modificação qualitativa gradativa dos resíduos sólidos urbanos fez com que o volume desses resíduos sólidos aumentasse, devido ao alto índice de descarte na fonte geradora, bem como em sua composição, além da grande parcela de matéria orgânica putrescível, passasse a ser encontrada uma quantidade de materiais não biodegradáveis, com as características de poderem ser reciclados ou reutilizados. (GÜNTHER, 2000).

Considerando que, uma parcela desses resíduos produzidos pelas diversas atividades humanas, se forem manejados adequadamente possuem valor comercial, há que se assumir esses resíduos como uma matéria-prima em potencial, o que irá requerer a adoção de uma nova postura quanto à reutilização ou reciclagem desse resíduo (GÜNTHER, 2002).

Porém, quando não são segregados da massa de resíduos a ser manejada, esses materiais requerem uma atenção especial, em razão de acarretarem impactos ambientais e problemas à saúde pública.

Nos Estados Unidos, durante o século passado, o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos era sinônimo de coleta e disposição de resíduos. Porém, no final desse século, na política de resíduos sólidos urbanos foi dada ênfase para o gerenciamento sustentável de resíduos, por meio da adoção de:

- Ações tanto administrativas, quanto operacionais e de desenvolvimento e introdução de novas tecnologias, bem como envolvendo novos acordos institucionais;
- Incentivos não só para a reciclagem como já ocorria, mas, principalmente, visando à redução na fonte. (TAYLOR, 2000).

Em termos de disposição final, a reciclagem de produtos existentes nos resíduos sólidos urbanos representa uma economia, ampliando a vida útil dos aterros. Contudo, o mercado só tem condição de absorver até um determinado volume destes materiais reciclados, pois quando em grandes quantidades, determinados produtos são de difícil

recolocação, por questões de preços, que serão fixados em função da oferta e necessidade desse mercado.

Segundo Pardez (2002), a matéria prima transforma-se em produto acabado, por meio de processo produtivo que utiliza a energia e produz emissões atmosféricas, além de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Quando esse produto é colocado para o consumo, seu ciclo produtivo tem continuidade, sendo que por ocasião do seu descarte surgem os problemas ambientais e as preocupações com o pós-consumo, cuja co-responsabilidade ambiental é de todos os segmentos que compõem a sociedade.

Taylor (2000), expõe que embora esses segmentos sejam heterogêneos, e não possuam vínculos econômicos entre si, passam a ter responsabilidades, em relação a determinados estágios do ciclo de vida do produto, fazendo com que a adoção de ações que visem à minimização de resíduos sólidos urbanos envolva decisões de fabricantes, instituições governamentais, empresas privadas e consumidores em geral.

Segundo Taylor (2000), o setor público com o objetivo de minimizar a geração de resíduos sólidos urbanos poderá, também, adotar políticas de incentivos, visando promover mudanças de atitudes e comportamento na comunidade, além de estimular geradores, catadores e gerenciadores desses resíduos, por meio de:

- regulamentações coercitivas envolvendo normas de minimização de resíduos explícitas, diretas e auto-executáveis, que deverão ser cumpridas pelos geradores, manuseadores e gerenciadores de resíduos, com estabelecimento de penalidades para aqueles que não as cumprirem;
- incentivos psicossociais que servem como facilitadores no desenvolvimento das motivações próprias e intrínsecas, visando iniciar e manter atitudes e comportamentos de minimização de resíduos, com o objetivo de atingir os padrões almejados a curto prazo;
- incentivos econômicos abrangendo políticas de intervenções de mercado projetadas para modificar o comportamento dos segmentos envolvidos, ou seja, decisões de fabricantes de produtos, instituições governamentais, empresas certificadoras e municípios sobre a redução na fonte e seletividade

de resíduos. Constituem uma indução direta aos geradores, manuseadores e gerenciadores de resíduos, para atingir uma minimização de resíduos em longo prazo.

Os benefícios da minimização de resíduos, por meio da adoção da reciclagem são inúmeros, embora a avaliação desses benefícios dependa do enfoque do avaliador, em função dos seus interesses. Para a sociedade significará um ganho ambiental, por representar uma redução no impacto das suas atividades sobre o meio ambiente. Por outro lado, para as empresas esses benefícios serão financeiros, por representarem a possibilidade de desenvolvimento de negócios viáveis, por meio da utilização de materiais reciclados em substituição as matérias-primas, devolvendo-as a cadeia de produção, desde que haja competitividade de custos, ou caracterizando-os como novos produtos, visando inseri-los novamente no mercado de acordo com o Site Planet Ark (2003).

Para que a minimização de resíduos sólidos urbanos seja bem sucedida, os editores desse site concluem que se torna de fundamental importância: basear-se numa visão positiva que visualize esses resíduos como recursos a serem recuperados quer pela sua reutilização, reciclagem ou re-processamento; adotar um cenário que encoraje novas abordagens; e, funcionar como um facilitador ao desenvolvimento e implantação de novas tecnologias, em contribuição a uma melhor utilização dos recursos naturais disponíveis, bem como à ampliação da vida útil dos aterros sanitários existentes.

No que concerne aos aterros sanitários, atualmente, a obtenção de áreas apropriadas para a instalação de novos aterros constitui um desafio, tanto no que se refere à disponibilidade de áreas nas cidades, quanto à aceitação pela comunidade, ou ainda, quanto ao atendimento da legislação ambiental em vigor, e à obtenção de recursos financeiros necessários.

Pelo exposto, é imprescindível que haja uma mudança de hábitos, atitudes e comportamentos dos segmentos sociais envolvidos, por meio da implementação de instrumentos legais que especifiquem normas padrões de desempenho para esses segmentos sociais, que contemplem regulamentações coercitivas, e incentivos



psicossociais e econômicos para que se obtenha melhores resultados no que concerne à minimização de resíduos sólidos urbanos.

### **8.1- Minimização de Pneumáticos Inservíveis**

Os pneumáticos inservíveis quando dispostos em aterros sanitários podem afetar a cobertura dos mesmos, devido a sua baixa compressibilidade, como também, reduzem a vida útil dos aterros.

Há que se ressaltar, conforme já mencionado, que no Brasil, a Resolução CONAMA nº 258/99, em seu art. 9º, proíbe qualquer forma de descarte desse resíduo sólido especial, exceto se a sua queima se destinar à obtenção de energia. (BRASIL, 1999b; BRASIL, 2002a; BRASIL, 2003a).

Por esse motivo, programas de reutilização de pneus inservíveis estão sendo desenvolvidos, com o propósito de recuperar esses materiais, ampliando o seu ciclo de vida e minimizando os impactos ambientais decorrentes do seu formato e de sua disposição final inadequada.

Segundo Blumenthal (1993), a reciclagem de pneus é um processo muito caro para fabricação em pequena escala, em razão de serem produzidos de material vulcanizado. Porém, compensador se essa produção for em larga escala.

Esse processo consiste na separação dos materiais, sendo o inservível triturado várias vezes até ser reduzido a pó de borracha, o aço removido por meio de eletroimã, e o nylon retido por peneiras.

De acordo com Reschner (2002), as porcentagens de material recuperadas pelo processamento de pneus inservíveis de caminhões e de veículos de passeio são as apresentadas pela Tabela 5:

**Tabela 5: Produtos Típicos Oriundos do Processamento de Pneus Inservíveis**

Materiais	Pneumáticos Inservíveis	
	Caminhões	Veículos de Passeio
Borracha	70%	70%
Aço	27%	15%
Fibras e Resíduos	3%	15%

**Fonte: Reschner, 2002.**

A utilização do pó de borracha, em substituição aos polímeros, pode ocorrer na confecção de vários novos produtos como: pisos (Figura 12); playground's; mantas; pavimento asfáltico; amortecedores; tapetes; buchas para eixos de caminhões e ônibus; saltos e solas de sapatos; tiras para indústrias de estofados; colas e adesivos; entre outros.



**Figura 12: Reutilização e reciclagem de pneus inservíveis em playground e piso de áreas de lazer americanas.**  
**Fonte: Site Tyre Recycling Success, 2003.**

No processo produtivo, a reciclagem da borracha pode fornecer um insumo regenerado por menos da metade do custo da borracha natural ou sintética, além de economizar energia, poupar o petróleo e melhorar as propriedades de materiais confeccionados com borracha.

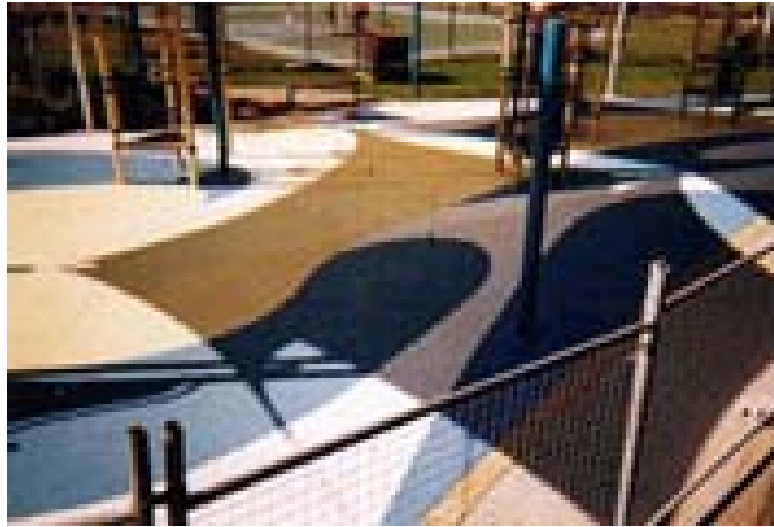
No que diz respeito aos pneus, apesar de atualmente possuírem o dobro da resistência de 15 anos atrás, as quantidades desses inservíveis continuam a aumentar, em razão da maior mobilidade dos usuários que percorrem maiores distâncias a cada ano, bem como devido ao aumento da quantidade de veículos nas ruas. (BLUMENTHAL, 1993).

Reschner (2002) relata que em compilação realizada junto a diversas fontes, como o Instituto de Pesquisa sobre Reciclagem, *Recycling Research Institute*, nos Estados Unidos, e a Associação Européia de Reciclagem de Pneus, *European Tyre Recycling Association (ETRA)*, constatou que os dados oficiais disponíveis sobre pneumáticos inservíveis são em sua maioria estimados, em razão do seu descarte final ocorrer de forma inadequada.

Essa observação feita por Reschner é procedente, considerando que os dados coletados nesta revisão de literatura, referentes à geração de pneumáticos inservíveis e passivos ambientais existentes, também são valores estimados, adotados por vários estudiosos e por órgãos oficiais ao longo do tempo.

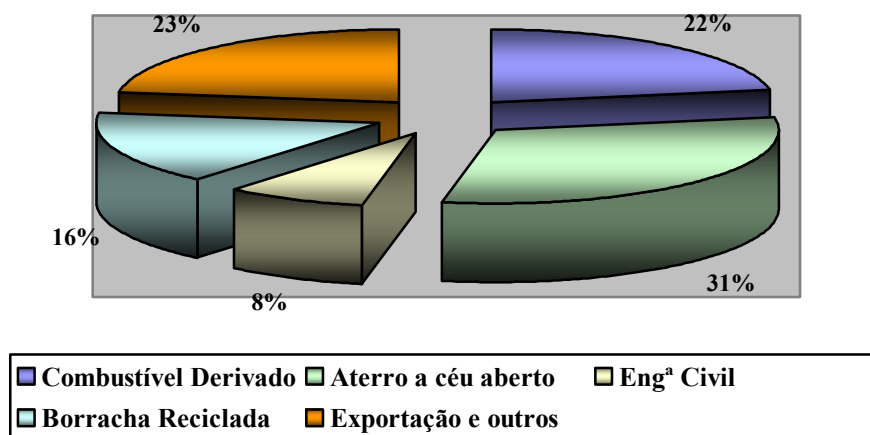
O volume total estimado de pneumáticos inservíveis nos Estados Unidos gira em torno de 3 bilhões de unidades, sendo que a geração anual desses inservíveis é de cerca de 285 milhões de unidades, dos quais, aproximadamente 73% são destinados a co-processamento em fornos de cimenteiras, e mais de 14 milhões de pneus são, anualmente, recuperados por borracheiros. (EPA, 2002; CEMPRE, 2002).

No período de 8 anos, compreendido entre 1985 e 1993, o mercado norte americano de reaproveitamento de pneumáticos inservíveis teve um drástico aumento, sendo que os setores que mais se destacaram, com relação à utilização desse material foram: áreas de lazer (Figura 13) e esporte; construção civil; e, combustível. (BLUMENTHAL, 1993).



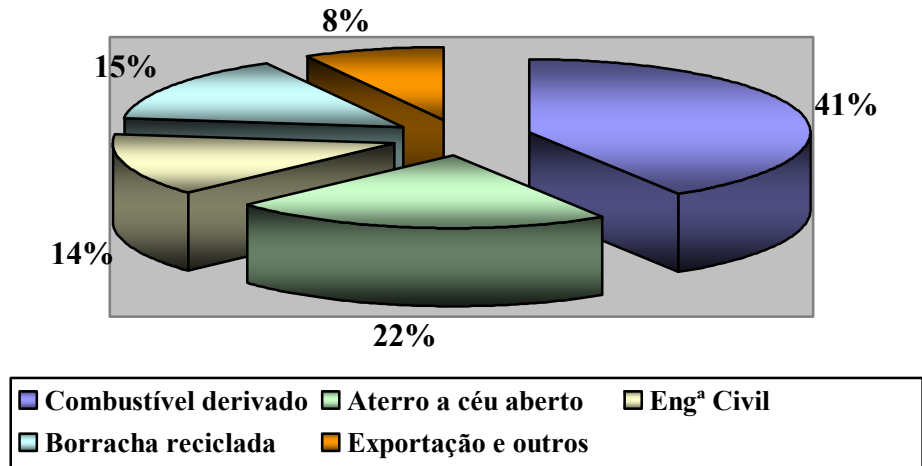
**Figura 13: Piso de área de lazer produzido com borracha proveniente de pneus inservíveis reciclados - EUA.**  
**Fonte: Site Tyre Recycling Success, 2003.**

Com referência aos percentuais de utilização de pneumáticos inservíveis para destinação final por alternativas tecnológicas entre 2000 e 2001, segundo Reschner (2002) para a Europa e Estados Unidos respectivamente são mostradas nas Figuras 14 e 15, nas quais se observa que os percentuais mais significativos foram destinados para aterro a céu aberto na Europa, e como combustível derivado nos Estados Unidos.



**Figura 14: Formas de Disposição Final - Pneus Inservíveis – Europa**

**Fonte: European Tyre Recycling Association, 2000; 2001.**



**Figura 15: Formas de disposição final de pneus inservíveis - EUA**  
**Fonte: Recycling Research Institute, 2000; 2001.**

Verifica-se também, pela Figura 15, que o combustível derivado de pneus, denominado TDF, é o produto dominante do processamento de pneumáticos inservíveis nos Estados Unidos, por competir em preço com outros combustíveis industriais para caldeiras, embora esse valor dependa da capacidade de processamento e da demanda desse produto. (BLUMENTHAL, 1993).

Em relação à engenharia civil, os pneus inservíveis poderão ser utilizados, segundo Blumenthal (1993), como: recifes artificiais, para a reprodução de animais marinhos, contenção de erosão do solo; equipamentos para playground; proteção de construções à beira mar, em diques, piers (Figura 16) e cais, barragens e contenção de encostas; rampas para arrasto de barcos; entre outros usos.



**Figura 16: Reutilização de pneus inservíveis para proteção de píer na Ilha Guaraguatá, em Cubatão/SP.  
Fonte: Marina da Ilha, 2003.**

Segundo a ANIP (2003), em 2002, no Brasil as empresas de pneumáticos produziram 46,5 milhões de pneus, e a previsão para a produção de 2003 foi estimada em 48,7 milhões de unidades, das quais 13,2 milhões de pneumáticos seriam exportados, caso as metas estabelecidas para esse ano se concretizassem.

CEMPRE (2002) divulga que, anualmente, são exportados para 85 países quase um terço do volume de pneus produzidos no país, sendo o restante utilizado nos veículos nacionais.

CEMPRE (2002) informa, ainda, que a quantidade de pneus recuperados por borracheiros atinge mais de 21 milhões de unidades por ano, o que significa que a recauchutagem atinge 70 % da frota nacional de transporte de carga e passageiros. A ABIP (2002) divulga que em 2001 foram reformados de 8 a 9 milhões de pneus, no território nacional, sendo que o setor de transporte foi responsável por 95% desse volume.

Marques (2003) expõe que em 2003 foi concluído o Primeiro Censo de Reformas de Pneus do Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Recauchutadores, Reformadores e Remoldadores (ABR), cujos resultados apontam que o Brasil ocupa o 2º lugar no ranking mundial, com 11 mil toneladas mensais, além de possuir 1.257 empresas, das quais 967 destas empresas são responsáveis pela reforma de 70% dos

713.100 pneus reformados / mês. Dessa forma, anualmente, são reformados 8.557.200 pneus por meio de um dos três processos existentes, a saber:

- Recapagem: revestimento com borracha, só na banda de rodagem;
- Recauchutagem: aplicação de borracha na banda de rodagem e em parte dos flancos;
- Remoldagem: aplicação de borracha de talão a talão.

ABRELPE (2003b) divulga que, anualmente, os consumidores brasileiros descartam cerca de 30 milhões de pneumáticos inservíveis no país, sendo que 340 mil unidades são destinadas à reutilização, e apenas 20% se destinam à reciclagem.

No que concerne à reutilização e a reciclagem de pneus inservíveis no território nacional, tem-se que equivalem a um volume de aproximadamente 30 mil toneladas. Desse volume, estima-se que caso fossem reutilizadas 5 mil toneladas como combustível, representaria uma economia de 12 mil toneladas de óleo, considerando que cada pneu contém a energia de 9,4 litros de petróleo (CEMPRE, 2002; ECONOCENTER, 2002).

O processo de recauchutagem de pneus contribui para o prolongamento da vida útil desse produto, apesar de ser um processo finito, em razão dos pneus terem uma limitação, em relação a esse processo, ou seja, um pneu de ônibus ou de caminhão, pode ser reformado até três vezes, após o que se torna inservível (SANTOS, 2002).

O pneumático inservível pode ser reciclado inteiro ou processado. Quando inteiro haverá a inclusão do aro de aço, e quando processado, utilizando processo de corte, fragmentação ou moagem, por meio de tecnologias de diminuição ambiental ou criogênica, somente a banda de borracha será reciclada. (BLUMENTHAL, 1993).

Todavia, para a sua recuperação e regeneração será necessário desvulcanizar a banda de borracha, visando separá-la dos metais e tecidos que também a compõem. Para esse processamento poderão ser utilizados equipamentos como: separador magnético; moedor; misturador; produtos químicos; triturador; extrusor; laminador; autoclave; refinador; entre outros. (BLUMENTHAL, 1993).

Conforme divulgado, em ECONOCENTER (2002), os pneus são triturados em lascas e purificados, após essas lascas são moídas e passam por um sistema de peneiras, e produtos químicos – óleos minerais e alcalis – por digestão em vapor d'água, cujo produto obtido poderá ser extrudado, visando sua desvulcanização, ou refinado em moinhos até transformar-se em uma manta uniforme, para a obtenção de grânulos de borracha.

Gomes e Medina (2001) expõem que com referência a reciclagem de pneus, a incineração era o processo mais utilizado, até alguns anos atrás, em âmbito mundial. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, outros usos surgiram, entre os quais o asfalto com inserção de borracha, que nos Estados Unidos vem sendo considerado como uma das melhores soluções para disposição final de resíduos provenientes de pneumáticos inservíveis. Enquanto que, no Brasil, verifica-se como usos, a geração de energia por meio do processo SIX, da PETROBRÁS, além da reciclagem simplificada de pneus inservíveis, tanto inteiros quanto picados, com várias utilizações, embora atualmente a utilização desses inservíveis em pavimentação asfáltica esteja se expandindo.

Atualmente, um maior conhecimento das tecnologias para tratamento de resíduos sólidos, é fundamental para que resíduos sólidos especiais, como no caso dos pneus inservíveis, passem a serem tidos como uma importante matéria prima para aproveitamento tanto de seus sub produtos, quanto do seu potencial energético. (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000).

## **8.2- Levantamento de Tecnologias para Reciclagem e Reutilização de Pneumáticos Inservíveis**

Como já mencionado, a redução na fonte, a reutilização e a reciclagem são estratégias de minimização de resíduos que visam não só ampliar o ciclo de vida dos produtos, bem como, ao serem descartados, transformá-los em novos produtos, re-inserindo-os no mercado (ZANTA, 2001; GÜNTHER, 2000).



Na esfera municipal, dar o adequado destino final aos milhares de pneumáticos inservíveis descartados no ambiente urbano, é um dos aspectos que requer sensibilização tanto do governo, quanto da população para a gravidade desse problema, face às dimensões dos impactos gerados por esses resíduos (MIGOTTO FILHO et al, 1999).

Com referência as estratégias de minimização de pneumáticos inservíveis, verifica-se que já existem várias opções tecnológicas para reciclagem, bem como para reutilização desses resíduos sólidos especiais (GOMES & MEDINA, 2001).

O pneu por ser material volumoso, quando transformado em inservível, possui limitações quanto ao seu reuso, em razão de suas propriedades, tamanho e custo de transporte. Todavia, torna-se vantajosa a sua reutilização e reciclagem, pela ótica do custo – benefício que essa técnica de minimização gera no meio ambiente (BLUMENTHAL, 1993).

As principais estratégias de minimização relativas à reciclagem e reutilização, com suas respectivas técnicas e descrições indicadas na literatura, são apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6: Estratégias de minimização de pneumáticos inservíveis e respectivas opções tecnológicas de tratamento.**

<b>Estratégias de Minimização Reciclagem/Reuso</b>	<b>Descrição dos Processos Tecnológicos</b>	<b>Técnicas</b>
Mecânica	Cuminação: - Ambiental e Mecânica, - Criogênica.	Redução do tamanho e processamento do resíduo, transformando-o em uma matéria prima secundária, fechando o ciclo de reciclagem do produto.
Química	Desvulcanização: - Mecânica, - Química, - Ultra-som, - Bio-reação ou Biológica.	Recuperação de compostos químicos, por meio da quebra parcial ou total de moléculas, via reações químicas.
Energética	- Co-processamento; - Pirólise.	Combustão do resíduo, gerando como produto, a energia que tanto pode ser comercializada, quanto reutilizada para abastecer processos.
De materiais “ <i>Latu sensu</i> ”	- Recauchutagem; - Recapagem; - Remoldagem; - Diversos usos: Agricultura e Engenharia Civil.	Retirada de partes de um produto que ainda sejam reutilizáveis, com nenhuma ou pouca alteração, possibilitando um novo uso.

**Fonte: Gomes & Medina, 2002; Reschner, 2002; Almeida *et al*, 2000; Caponero, Levends & Tenório, 2000.**

Nos itens 8.2.1 a 8.2.5 apresenta-se características das alternativas tecnológicas de tratamento mencionadas.

### **8.2.1- Cuminuição**

A cuminuição corresponde à melhor opção para o futuro armazenamento de pneus inservíveis, além de ser uma técnica essencial à reciclagem e a destinação final desses inservíveis, viabilizando o mercado local e regional da borracha reciclada (RESCHNER, 2002; ALMEIDA *et al*, 2000).

Esta estratégia de reciclagem mecânica pode ser realizada por meio de tecnologia ambiental ou criogênica, e consiste na redução do pneumático inservível em fragmentos menores, sendo que em função da tipologia desse inservível, pode ou não requerer um controle de sua granulometria, para a liberação do aço e da fibra de tecido,

bem como para o seu fracionamento em tamanho aceitável pelo mercado, segundo os mesmos autores.

Esse controle se faz necessário no caso dos pneus radiais, cujo processamento do aço e da fibra requerem a utilização de um maquinário mais complexo, considerando que esses materiais, assim como a borracha também podem ser reciclados e utilizados como matéria prima na confecção de novos produtos (RESCHNER, 2002).

Com referência a aplicabilidade, tem-se que a diminuição é necessária para a maioria das formas de reciclagem, como por exemplo no processo de pirólise, e de co-processamento. No processo de pirólise, o uso de partículas menores, possibilita uma maior cinética de digestão; e, no caso dos processos de co-processamento, a queima nos fornos é mais eficiente e controlada (ALMEIDA et al, 2000).

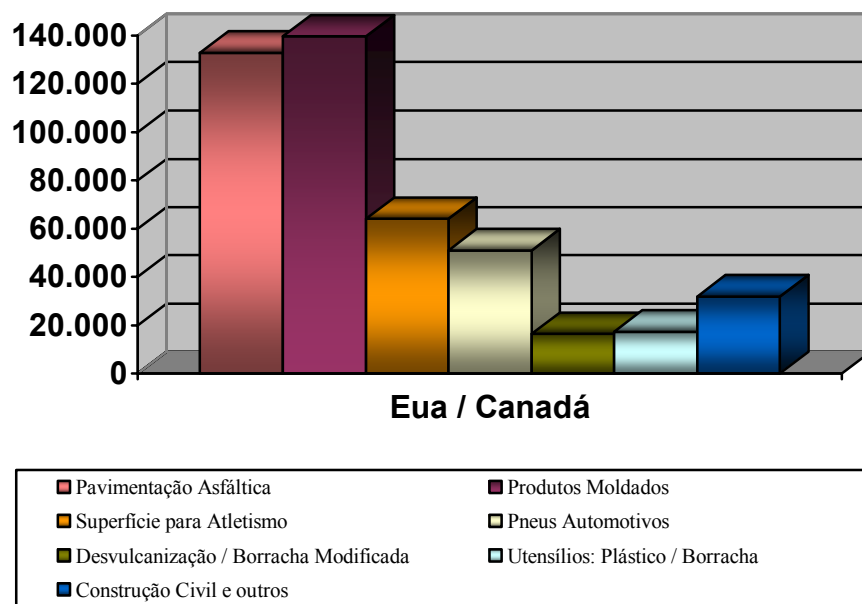
Nos Estados de Ohio e Carolina do Norte, os pneumáticos inservíveis são triturados, e depois dispostos em minas de carvão abandonadas, ou em áreas que possuam similaridade, servindo de receptáculo para o armazenamento desses resíduos (BLUMENTHAL, 1993).

Os principais mercados e aplicações para a borracha proveniente de diminuição nos Estados Unidos e no Canadá, em 2001, de acordo com a amostra mercadológica apresentada por Reschner (2002), demonstra que nesse ano foram consumidas 452.727 toneladas, sendo que o maior consumo foi em produtos moldados, com 139.545 toneladas, seguido pelo asfalto borracha, com a utilização de 132.727 toneladas, conforme apresentado na Tabela 7, e de forma comparativa na Figura 17.

**Tabela 7: Aplicação e mercado para borracha de pneumáticos inservíveis - EUA / Canadá – 2001.**

<b>Aplicação e Mercado</b>	<b>Toneladas</b>
Pavimentação Asfáltica	132.727
Produtos moldados	139.545
Superfície para atletismo	64.091
Pneus de automotivos	50.909
Desvulcanização e borracha modificada Para superfícies	16.364
Utensílios com plástico e borracha	17.273
Construção civil e outros	31.818
<b>Total</b>	<b>452.727</b>

**Fonte: Reschner, 2002.**

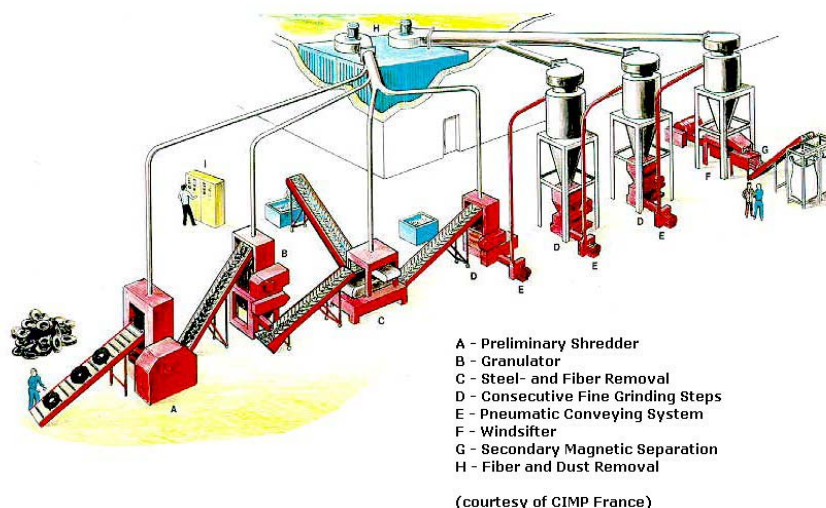


**Figura 17: Gráfico comparativo de consumo de borracha de pneus inservíveis, por toneladas, em 2001, nos EUA e Canadá.**  
**Fonte: Reschner, 2002.**

A cuminação mecânica ou ambiental, segundo Reschner (2002), compreende o processamento de pneus inservíveis a temperatura ambiente até atingir no máximo 120° C. O princípio de redução consiste no corte, quebra e desfiamento da borracha, para a obtenção de aparas ou lascas de cerca de 5 cm, cuja morfologia da partícula resultante é esponjosa e áspera, e com superfície específica alta. Na Figura 18 apresenta-se um esquema desse sistema de processamento de pneus inservíveis.

A vantagem desse procedimento é possibilitar a redução do volume dos pneumáticos em cerca de  $\frac{1}{4}$  do seu volume original, bem como o espaço necessário para o seu armazenamento, e conseqüentemente os custos de transporte e manuseio, entre outros. Porém, sua desvantagem é determinada pelo custo de manutenção e consumo de energia elétrica que são muito altos, segundo o mesmo autor.

### Example of an Ambient Scrap Tire Recycling System



#### Legenda:

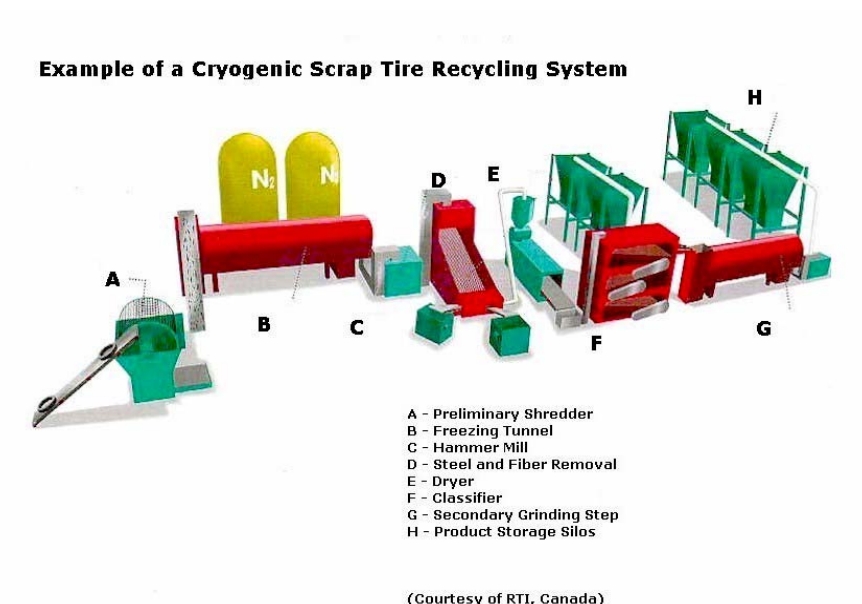
A- processador preliminar; B- granulador; C- removedor de aço e fibra;  
 D- processador de fases consecutivas de trituração; E- sistema de transporte pneumático;  
 F- filtragem a ar; G- separador magnético secundário; H- removedor de fibra e poeira.

**Figura 18: Cuminuição Mecânica ou Ambiental – Esquema do Sistema de Processamento.**

**Fonte: Reschner, 2002.**

Com referência a cuminuição criogênica, o mesmo autor relata que compreende no resfriamento de pneus inservíveis inteiros ou processados numa temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$  até menos de  $-120^{\circ}\text{C}$ , quando a borracha adquire uma consistência semelhante à do gelo, e ocorre a indução de quebra pelo próprio processo criogênico, resultando em partículas com morfologia uniforme e suave, e superfície específica baixa. Um esquema desse sistema de processamento de pneumáticos inservíveis é apresentado à Figura 19.

A vantagem desta tecnologia é determinada pelo menor dispêndio de energia, requerer um menor número de equipamentos, bem como por facilitar a liberação do aço e da fibra, culminando num produto mais limpo quando comparada ao procedimento industrial mecânico ou ambiental. Contudo, apresenta como desvantagem o alto custo do nitrogênio líquido, necessário ao resfriamento, considerando que consome de 0,5 a 1,0 Kg de  $\text{LN}_2$  por Kg de pneu inservível processado (RESCHNER, 2002).

**Legenda:**

A- triturador preliminar; B- túnel de congelamento; C- câmara de fissão;  
 D- removedor de aço e fibra; E- secador; F- classificador; G- fase de trituração secundária;  
 H- silos de armazenamento dos produtos finais

**Figura 19: Cuminuição Criogênica – Esquema do Sistema de Processamento.**

**Fonte: Reschner, 2002.**

### 8.2.2- Desvulcanização

O processo de desvulcanização busca devolver a borracha reciclada propriedades semelhantes a da borracha virgem representando, um promissor campo para a reciclagem. A maioria dos processos desenvolvidos, até o momento, não obteve uma expressiva taxa de produção industrial, ou ainda se encontra em caráter experimental (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000).

Essa tecnologia consiste no rompimento da cadeia molecular da borracha vulcanizada, visando separar a borracha dos demais componentes – enxofre, aceleradores e ativadores – pela sua digestão por meio de vapor, produtos químicos ou

bactérias (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000; RESCHNER, 2002; ALMEIDA et al, 2000; FAPEMIG, 2002).

O produto obtido é refinado em moinhos até a obtenção de uma manta uniforme, ou ainda extrudado para a obtenção de material granulado (ECONOCENTER, 2000; FAPEMIG, 2002; RESCHNER, 2002).

A maioria dos processos de desvulcanização desenvolvidos, segundo a FAPEMIG (2002), são poluentes, onerosos, além de produzir um material, com características físicas inferiores e de composição indefinida.

Os processos de desvulcanização da borracha podem ocorrer por meio de vários tipos de tratamento, conforme apresentado pela Tabela 8.

**Tabela 8: Tipos de tratamento para processos de desvulcanização**

<b>Tipo de tratamento</b>	<b>Características do processo</b>	<b>Comentários</b>	<b>Fonte</b>
Térmico	Expor a borracha a elevadas temperaturas por um período de tempo, visando quebrar os elementos sulfúricos e os polímeros.	Este método, atualmente, não é muito utilizado, devido a ocasionar uma severa degradação do material, associada a impactos ambientais.	RESCHNER,2002
Mecânico	Submeter a borracha vulcanizada a intenso esforço mecânico – trituração – com a finalidade de, seletivamente, quebrar os elementos sulfúricos e a matriz de polímeros.	Este processo produz bons resultados que podem, ao longo do tempo, ser economicamente viáveis.	RESCHNER,2002
Químico	Consiste no rompimento da cadeia molecular da borracha vulcanizada, por meio da adição de óleos aromáticos, onde essa borracha recebe oxigênio, calor e forte pressão.	No Brasil vem sendo desenvolvido em escala industrial o processo de desvulcanização a frio, com a utilização de solventes capazes de separar o aço e a fibra dos pneus, e obtendo como resultado, uma borracha reciclada, que pode ser reaproveitada, em razão de possuir elasticidade e resistência semelhante à borracha virgem.	MORRISON, STEL & HESP, 1995
Ultra-som	Ocorre pela ruptura das ligações entre o enxofre e as cadeias de forma mecânica, por meio da tensão gerada por ondas ultra-sônicas, associadas a efeitos de cavitação em soluções de polímeros, sem adição de solventes.	A vantagem deste processo é possibilitar à borracha novas formulações para a borracha, inclusive com referência a nova vulcanização.	CAPONERO, LEVENDS & TENORIO, 2000; ALMEIDA <i>et al</i> , 2000; ISAIEV, YUSHANOV & CHEN, 1996
Bio-reação ou Biológico	Consiste na exposição do pó fino da borracha em suspensão aquosa contendo microrganismos que metabolizam o enxofre e componentes sulfúricos, com a finalidade de neutralizar a primeira vulcanização, gerando como produto uma borracha quase virgem.	Esta tecnologia apresenta viabilidade técnica por ser mais seletiva no que se refere à destruição das ligações com o enxofre, além de obter como produto final um material passível de nova vulcanização com menores prejuízos a cadeia polimérica, e que pode ser incorporado a uma porcentagem de 15% a borracha inicial, na fabricação de novos pneus, sem que ocorram perdas.	CAPONERO, LEVENDS & TENORIO, 2000; RESCHNER, 2002 GOMES & MEDINA, 2001



Em termos de aplicabilidade, a borracha proveniente de processos de desvulcanização destina-se a produtos como tapetes, estrados para baias (Figura 20), protetores, solados, saltos de botas; borracha para rodinhos, percintas para fabricação de móveis estofados e outros produtos em menor escala (ECONOCENTER, 2002; D'ALMEIDA & SENA, 2000; BLUMENTHAL, 1993; BERTOLLO et al, 1999).



**Figura 20: Estrado para baias, confeccionado com borracha de pneus inservíveis.**

**Fonte: Recycling Research Institute, 2001.**

No Município de Itupeva, no Estado de São Paulo, existe uma empresa que recicla a borracha de pneumáticos inservíveis por meio de processo de desvulcanização. Trata-se da Midas Elastômero, do Grupo Vibrapar, com capacidade de produção de 1700 pneus/ hora, equivalendo a um processamento de 90 toneladas / dia (ECHIMENCO, 2001).

### **8.2.3- Co-Processamento em Energia**

Considerada como uma das tecnologias mais viáveis à destinação final de pneumáticos inservíveis, o co-processamento de pneus inservíveis em energia é uma forma de reciclagem energética, por meio da qual esses inservíveis são valorizados como combustível em substituição ao consumo de combustíveis não renováveis, como o

carvão e o óleo, poupando desta forma os recursos naturais (BLUMENTHAL, 1993; ECONOCENTER, 2002; CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000; RESCHNER, 2002; SOUZA, 2001).

O processo consiste na geração de energia pela incineração desses inservíveis inteiros, ou processados, em fornos protegidos, com a finalidade de se otimizar a sua queima, que ocorre em condições controladas pela linha de produção. Ressalte-se que essa queima é regulamentada por legislação específica, que enquadra a fumaça emanada no padrão da escala de Reingelmann (BLUMENTHAL, 1993; ECONOCENTER, 2002; CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000; RESCHNER, 2002).

No caso da utilização de pneus inservíveis processados, trata-se do combustível derivado do pneu, denominado TDF – *Tyre Diesel Fuel* (BLUMENTHAL, 1993; ECONOCENTER, 2002; CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000).

Este processo é utilizado em termoelétricas, e principalmente, em indústrias de cimento e de papel e celulose, onde a queima desse resíduo sólido especial libera entre 8,3 a 8,5 Kw / hora de energia para cada Kg. desse inservível incinerado (BLUMENTHAL, 1993; ECONOCENTER, 2002).

Com referência às indústrias de cimento, este processo vem sendo utilizado em vários países europeus, desde o início da década de 70 (ALMEIDA et al, 2000).

Contudo, no caso das cimenteiras, essa forma de reciclagem energética dependerá do: tipo de tecnologia, tendo em vista que o regime de queima deverá ser estudado e do tamanho do forno, o qual deverá ser modificado para possibilitar a queima dos pneus inservíveis, de acordo com os mesmos autores.

Neste caso, o pneu pode ser utilizado por inteiro, ou na forma de TDF, considerando que ambos não produzem efeito ambiental adverso, ou baixa qualidade de execução e de produto final (BLUMENTHAL, 1993).

As vantagens do co-processamento em cimenteiras são: facilidade de ocorrência das reações de clínquerização; diminuição dos custos de consumo de energia da instalação, caso haja pré-tratamento dos pneus inservíveis a serem utilizados os fornos não precisam de grandes adaptações, e o material ferroso contido nos pneumáticos

inservíveis pode substituir parte do minério de ferro utilizado como matéria-prima (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000; SOUZA, 2001).

As desvantagens são atribuídas à falta de garantia de fornecimento dos pneus inservíveis, associada à localização das indústrias, e aos custos para adaptação dos fornos ao pré-tratamento necessário no caso do TDF, embora a comercialização do resíduo ferroso gerado amenize os custos dessa etapa (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000).

No que diz respeito às fábricas de papel e celulose, também constituem um campo para a reciclagem de pneus inservíveis, em face de possibilidade de utilização do TDF, como combustível suplementar, devido ao alto valor calorífico inerente e o baixo teor de misturas, que o TDF possui (BLUMENTHAL, 1993).

Para tanto, os pneus inservíveis devem passar por um pré-tratamento, onde são granulados e passam por separadores magnéticos, visando diminuir seu volume e eliminar a fração ferrosa a fim de que possam ser injetados no aquecimento de caldeiras, juntamente com os combustíveis tradicionais (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000).

Esse pré-tratamento para a remoção do metal contido no TDF, representa uma desvantagem em relação ao custo do carvão como combustível, bem como fica sujeito à competição com o custo do gás natural (BLUMENTHAL, 1993; ALMEIDA et al, 2000).

A esse fato somam-se: a necessidade de modificações para a permissão de emissões de ar para teste; o custo do transporte, em face de localização das fábricas; e, a confiabilidade no fornecimento desse combustível (BLUMENTHAL, 1993).

Verifica-se que o co-processamento de pneus inservíveis em energia oportuniza o consumo de grandes quantidades desses inservíveis, bem como o uso do TDF, tanto para fábrica de cimento, quanto de papel e celulose é atrativo, embora, no caso das fábricas de papel e celulose, a sua utilização onere a produção, em razão de requerer que o ferro seja removido desse combustível (BLUMENTHAL, 1993; ALMEIDA et al, 2000).

Caponero, Levends e Tenório (2000) atribuem a pouca utilização desta tecnologia no Brasil aos seguintes fatores: necessidade prévia de adequação as normas ambientais vigentes; algumas dificuldades de sua aprovação junto aos órgãos ambientais; a garantia de fornecimento contínuo de pneus inservíveis, relacionada à localização das indústrias; disponibilidade financeira das indústrias para arcarem com os custos de adaptação dos fornos para a incineração do TDF; e, ao número reduzido de termoelétricas.

#### **8.2.4- Pirólise**

A Europa vem desenvolvendo o processo de pirólise, também conhecido como destilação destrutiva, desde o início do século XIX, com a utilização do carvão como combustível (BLUMENTHAL, 1993).

Contudo, o desenvolvimento de estudos aplicados a pirólise de pneus teve início a partir da década de 80, sendo que atualmente, estes estudos, para o uso de pneumáticos inservíveis foram intensificados, devido aos constantes problemas ambientais decorrentes da destinação final inadequada desses resíduos (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000; TENG, 1995).

A pirólise consiste na quebra de cadeias químicas orgânicas por aquecimento, por meio da degradação térmica pela ausência de oxigênio. Com referência a pirólise de pneus tem-se que se trata de um processo, normalmente realizado a temperaturas que variam de 250°C a 600°C, visando transformar pneus pela utilização de seus elementos químicos em outros produtos como: gás e óleo (BLUMENTHAL, 1993).

A maioria dos processos de pirólise é reductiva. Na pirólise aplicada a pneus inservíveis, introduz-se gás hidrogênio, visando produzir uma atmosfera reduzida que hidrogeniza os pneus, resultando na produção de um gás de sulfato de hidrogênio, e na conseqüente redução do conteúdo de enxofre no óleo, gás, carvão, entre outros. (CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000, BLUMENTHAL, 1993).

O óleo é utilizado na indústria química em substituição ao petróleo (BLUMENTHAL, 1993).

O gás produzido é consumido na própria empresa, quando da produção de óleo e carvão, permanecendo no processo. Ao ser gerado, o gás aquece a caldeira onde se dá a pirólise de outros pneumáticos inservíveis, que geram mais gás, que retorna a caldeira para reaquecê-la, segundo o mesmo autor.

Nessa solução, a energia liberada pela combustão, quer original, ou modificada dos pneus inservíveis, após a realização do processo de pirólise, é convertida em eletricidade ou vapor (BLUMENTHAL, 1993).

Essa técnica é indicada para locais onde exista a geração de grandes quantidades desses inservíveis, uma vez que caldeiras e incineradores que utilizam esses resíduos precisam de um estoque contínuo desse material. Por esse motivo, antes desta solução ser adotada, deve ser avaliado o seu custo-benefício, em face dos altos investimentos necessários para a construção das fábricas de beneficiamento (BLUMENTHAL, 1993; CAPONERO, LEVENDS & TENÓRIO, 2000).

No Estado de Maine (E.U.A.), nos anos 80, a pirólise foi adotada como tecnologia para obtenção de óleo, no processo de reciclagem dos pneus inservíveis (BLUMENTHAL, 1993).

Dessa forma reciclaram cerca de 80 mil pneus / dia, o que correspondeu a aproximadamente 400 toneladas desses inservíveis, que possibilitaram a geração de 208.000 Kg de óleo, considerando que de cada 100 Kg. de pneus obtiveram-se cerca de 52 Kg. de óleo, de acordo com o mesmo autor.

Apesar do pneu quando queimado inteiro, ou triturado possuir um poder calorífico maior do que o carvão, ele não é utilizado em algumas cidades americanas, em razão do negro de fumo gerado em sua combustão, o que obriga a um controle rigoroso do processo, por meio da utilização de filtros que retenham a parte sólida (fuligem) e também a gasosa (BLUMENTHAL, 1993).

No processo da pirólise o carvão pode ser substituído por xisto betuminoso, que misturado a pneumáticos inservíveis picados, na proporção de 50 Kg. desses inservíveis para 950 Kg. de rocha de xisto, que depois de processados, produzem 92,5 Kg. de óleo combustível e gás, representando um ganho e produtividade da ordem de 11,28%, contra o processamento da rocha de xisto pura, que necessita de 1.000Kg para produzir 87,5 Kg. de óleo combustível e gás (PETROBRÁS, 2003).

### **8.2.5- Reutilização de Materiais “*Lato Sensu*”**

A reutilização de materiais “*lato sensu*” consiste numa outra forma de minimização de pneumáticos inservíveis, na qual o pneu:

- usado: pode ser submetido a processo de reforma, por meio de recapagem, recauchutagem, e remoldagem, visando ampliar a sua vida útil, ainda como um produto (RESCHNER, 2002);
- inservível: ainda pode ser reutilizado inteiro ou triturado, para diversas finalidades tanto na agricultura, quanto na engenharia civil, considerando-se a ótica do custo-benefício ambiental vantajosa dessa técnica (BLUMENTHAL, 1993; ALMEIDA et al, 2000).

#### **8.2.5.1- Processos de Reforma para Pneus Usados**

O pneu usado ainda pode ser considerado um produto, se for submetido a processo de reforma como a recapagem, a recauchutagem, e a remoldagem (CAPONERO, 2002).

Segundo Blumenthal (1993), os pneus podem ser reutilizados com segurança, após serem recapeados. O processo consiste na remoção da banda de rodagem desgastada, por meio de raspagem, e na colocação de uma nova banda, que é vulcanizada, a fim de garantir a mesma durabilidade e características de um pneu novo.

Contudo, é um processo limitado, pois o pneu pode ser submetido a esse processo apenas de 3 a 5 vezes sem que o seu desempenho seja afetado (D’ALMEIDA & SENA, 2000).

A economia que esse processo traz, torna-se significativa para os pneus de transporte, destinados a caminhões, ônibus e aviões, que são mais caros, acrescido de que nesse segmento, os custos são melhores monitorados, além do que os pneus de avião a jato têm possibilidade de serem recapeados até 30 vezes (ECONOCENTER, 2002; BLUMENTHAL, 1993).

Todavia, para os pneus de automóveis a vantagem não é a mesma, em face de depender do preço de mercado dos pneus novos, que geralmente por serem mais compensadores, fazem com que os pneus recapeados atendam, prioritariamente, a demanda do setor público (BLUMENTHAL, 1993).

O segundo lugar no “ranking” mundial de uso do processo de recauchutagem pertence ao Brasil, onde esse processo, que permite aumentar em 40% a vida útil dos pneumáticos é muito utilizado para conter o descarte de pneus usados, principalmente, pela vantagem econômica que traz aos usuários de veículos de carga e de transporte coletivo, cuja porcentagem atinge 95%, contra 5% dos pneumáticos usados em veículos de passeio (ABLP, 2002; ECONOCENTER, 2002).

Blumenthal (1993), expõe que esse processo vem sendo utilizado nos Estados Unidos, desde 1915, também por economizar 80% de energia e matéria-prima, em relação à produção de novos pneus, tendo em vista que são consumidos 87 litros de petróleo, na produção de um novo pneu, contra 20 litros utilizados para uma reforma.

O volume de pneus descartados também pode ser reduzido, conforme Tchobanoglous, Theisen e Eliassen (1993), se os consumidores adquirirem pneus de melhor qualidade, ou pneus recauchutados, uma vez que, os pneus submetidos a esse processo recebem uma nova camada de borracha não só na banda de rodagem, como nas suas partes laterais.

O Japão é considerado o país que possui o maior percentual de aproveitamento de pneus, sendo que 93% do volume total desses resíduos são destinados à recauchutagem e a exportação de pneus meia vida (SANTOS, 2002).

Com a evolução tecnológica do processo de recapagem e de recauchutagem, surge a remoldagem, que permite não só a substituição das paredes laterais e frontais, como também de talão a talão (BLUMENTHAL, 1993).

Dessa forma dos processos de reforma de pneumáticos alavancou o aprimoramento dos sistemas, possibilitou a melhoria dos produtos, e a busca de um diferencial e de qualidade, gerando uma grande concorrência entre os fabricantes de artefatos e bandas de borracha utilizados na reforma de pneus, obrigando-os a buscarem novas tecnologias para esse processo, segundo o mesmo autor.

Em relação à destinação final dada aos resíduos gerados pela reforma de pneumáticos usados, têm-se que alguns municípios americanos, com o intuito de resolver o déficit habitacional, em Dakota do Sul/EUA utilizam placas pré-moldadas confeccionadas com resíduos de borracha provenientes do processo de recauchutagem de pneus, misturados a argamassa, em substituição a areia. Essas placas são fixadas em pilares de concreto, também pré-moldados. Trata-se de uma técnica simples e de baixo custo, por meio da qual a municipalidade edifica casas pré-moldadas com 50 metros quadrados (BLUMENTHAL, 1993).

#### **8.2.5.2- Agricultura e Obras de Engenharia Civil**

Na agricultura americana, os pneus utilizados no maquinário para aragem e plantação, por serem maiores e, conseqüentemente, mais pesados, costumam ser reutilizados dentro das próprias áreas agrícolas como bases de suporte, barreiras em estradas, e para alimentação de estufas, bem como em outras construções existentes nessas áreas (BLUMENTHAL, 1993).

Na engenharia civil, várias soluções criativas são encontradas como barreiras em acostamento de estradas, quebra-mar, obstáculos para trânsito, recifes artificiais para criadouro de peixe, *playgrounds*, elementos de construção em parques, contenção nas margens de rios para evitar desmoronamento, controle de erosão, estabilização de manta impermeável em aterros sanitários, pisos de borracha, entre outros (D'ALMEIDA & SENA, 2000; BERTOLLO et al, 1999).

De acordo com a EPA (2002), as indústrias NRI de Toronto, por meio da reciclagem realizada nas fábricas de Michigan ajudaram a população de Detroit a reutilizar os pneumáticos inservíveis em playgrounds locais, utilizando como exemplo, os modelos de playgrounds canadenses, conforme se apresenta à Figura 21.





**Figura 21: Reutilização de pneus inservíveis em playground, no Canadá**

**Fonte: Tyre Recycling Sucess, 2002.**

No Golfo do México e na Costa Atlântica, a técnica de reuso de pneumáticos inservíveis para construção de recifes artificiais tem sido muito utilizada (EPA, 2002).

Essa técnica consiste no empilhamento desses inservíveis, que posteriormente são submersos e ancorados nas áreas costeiras. Submetidos as condições climáticas, esses inservíveis sofrem um rápido processo de incrustação, por meio do crescimento de seres marinhos e algas que os recobrem, resultando num habitat de muitas espécies de peixes (BLUMENTHAL, 1993).

A construção e implantação de quebra-mares por meio da utilização de pneus inservíveis é uma tecnologia de baixo custo e facilmente adaptável, devido a proteger os atracadouros de portos e marinas dos efeitos das marés, bem como por gerar estabilidade para o solo marinho e para a praia (D'ALMEIDA & SENA, 2000; ECONOCENTER, 2002).

Se instalados ou construídos de forma ambientalmente adequada, ainda, podem servir como flutuantes, na proteção de marinas, baías e portos, além de possibilitarem a estabilização de dunas existentes, evitar a erosão de bancos de rios e córregos, e proteger os barcos de correntes marítimas (BLUMENTHAL, 1993).

Na última década na Coréia, a maior parte dos pneumáticos inservíveis foi utilizado na área da construção civil, para controle de erosão (COSTA, 2001).

Os pisos de borracha representam uma tecnologia de reciclagem de pneus inservíveis inovadora e de custo-benefício significativo, bem como são resistentes, antiderrapantes, isoladores de ruído e no que se refere à limpeza, higiênicos (TYRE RECYCLING, 2002).

O processo consiste na utilização de borracha proveniente de processo de cuminição ou de recauchutagem, que após ser classificada e recoberta com prepolímeros a base de poliálcool poliéster ou óleo de mamona, são compactadas em um molde ou prensadas e curadas. O material obtido permite a confecção de uma faixa extensa de produtos, que variam de artigos densos moldados até pisos e mantas grandes e porosas (idem).

A maior utilização da borracha reciclada aglomerada com poliuretano é em quadras esportivas, pisos de ginásios, pistas de atletismo, pisos comerciais, capachos, tapetes para carros, produto para controle de tráfego, entre outros (TYRE RECYCLING, 2002).

As propriedades do material obtido dependem do tipo da borracha, granulometria, quantidade e tipo de sistema poliuretânico utilizado e do grau de compactação durante a cura. A vantagem deste processo consiste no baixo consumo de energia, e no baixo investimento de capital (idem).

No asfalto modificado com borracha a reciclagem ocorre por meio da incorporação desses materiais em pedaços ou em pó (BLUMENTHAL, 1993).

Esse processo possibilita dobrar a vida útil do pavimento, em face de borracha conferir ao pavimento maiores propriedades de elasticidade perante mudanças de temperaturas (D'ALMEIDA & SENA, 2000; CIDADES DO BRASIL, 2003).

Segundo Tchobanoglous, Theisen e Eliassen (1993), essa tecnologia pode ser executada por meio de dois processos: processo seco no qual a borracha do pneu é triturada e utilizada em substituição ao agregado, formando um produto denominado concreto asfáltico modificado com adição de borracha, e pelo processo úmido no qual a

borracha do pneu é triturada e incorporada ao asfalto à temperatura de 204° C, formando uma liga química, denominada asfalto borracha.

Essa tecnologia via processo úmido tem como vantagem a melhoria do desempenho do pavimento asfáltico, retardando o aparecimento de trincas, ou selando as existentes (BERTOLLO et al, 1999).

### **8.3- Experiências com Novas Tecnologias para a Minimização de Pneumáticos Inservíveis**

Nos próximos itens são abordados algumas tecnologias e usos em caráter experimental para pneumáticos inservíveis, que se apresentam agrupadas pelas estratégias de minimização como redução na fonte, reutilização e reciclagem desses resíduos.

#### **8.3.1- Redução na Fonte**

Uma forma de se reduzir o volume dos pneumáticos inservíveis é ampliando a vida útil dos pneus, por meio de melhoria das técnicas de manufatura, quando de sua produção. Isso possibilita que a média da vida útil do pneu seja duplicada, segundo EPA (1991).

As ações sugeridas pela Agência Ambiental Inglesa (EA-UK) (2001), com referência aos pneumáticos em uso, entre outras, também podem contribuir para a minimização dos volumes gerados.

No que se refere aos resíduos gerados, anualmente, no processo de industrialização de pneus, segundo a ABLP (2002), caso fossem reaproveitados ao invés de serem descartados, representariam uma economia da ordem de 38 milhões de dólares.

### 8.3.1.1- Processo Produtivo

Segundo análise elaborada pelo BNDES (1998), vêm ocorrendo avanços quanto à redução na fonte, no que se refere ao processo produtivo de pneus.

Desde 1993, a Goodyear vem testando pneus que dispensam o uso de estepe, em razão de percorrerem longas distâncias, mesmo após perderem toda a sua pressão interna, os quais estão sendo denominados de EMT – “Extended Mobility Tyre”. Também, a Bridgestone Corporation desenvolveu um pneu capaz de percorrer 80 Km, que em velocidade normal, após ser perfurado, o que permite a locomoção do motorista a um local mais seguro, bem como reduz o risco de perda de controle do veículo (BNDES, 1998).

A Michelin Tyred Corporation com o mesmo objetivo, lançou em 1998, nos EUA, pneus que percorrem 200 Km., após serem perfurados, bem como vem investindo no desenvolvimento do “pneu verde”, visando incorporar na fabricação de novos pneus, 10% de borracha proveniente de pneumáticos inservíveis. Caso esta tecnologia seja aprovada, resultará no reaproveitamento de aproximadamente 30 milhões desses inservíveis, representando uma economia de matéria-prima, conforme o mesmo autor.

De acordo com Deutsche Welle: Brasil (2000), o grupo alemão, Degussa lançou uma nova geração de pneus, em 1995, na Europa, Ásia e Estados Unidos. Trata-se do pneu verde ou ecológico – *green tyre* – cujo processo consiste na mistura de dois produtos químicos usados na fabricação da borracha: sílica e organossilano. Os resultados mostraram que esse pneu possui maior aderência em pistas escorregadias, oferece menor resistência ao rolamento, e reduz o consumo de combustível em 5%.

Com o intuito de encontrar uma solução para os seus resíduos industriais, principalmente, para a reciclagem de pneus, a Ford firmou parceria com uma equipe de especialistas britânicos em reciclagem, da empresa London Remake, visando o reaproveitamento dos desperdícios da sua fábrica situada em Dagenham, na Inglaterra (JORNAL DO MEIO AMBIENTE, 2003).

Os resultados realizados apontaram que os resíduos dos pneus podem ser utilizados em pavimentação de estradas, ou ainda da borracha extraída dos pneus serem produzidas as capas dos manuais do proprietário de seus veículos, bem como se

combinada essa borracha com o plástico de garrafas, podem produzir coletes e camisetas para os seus funcionários. A meta da Ford até 2008 é reciclar todo o seu lixo industrial criando lucros por meio de suas atividades de reciclagem (BORGES, 2003).

A ECOS (2002) divulga que o Brasil já possui um pneu ecológico produzido com borracha natural de forma manejada em reservas extrativistas da Amazônia, que estão sendo administradas pelo Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais (CNPT), do IBAMA. Nessas reservas existem usinas para beneficiamento dessa borracha natural, que são administradas pelos próprios seringueiros responsáveis pela extração dessa matéria-prima, os quais processam, anualmente cerca de 120 toneladas de borracha bruta, cujo lucro da sua comercialização é reaplicado na manutenção tanto dessas reservas e usinas, quanto para projetos sociais que visem à promoção da sustentabilidade da Região Amazônica.

De acordo com Jacob (2003), a Bridgestone Firestone do Brasil, situada na cidade de Santo André, no Estado de São Paulo, vem desenvolvendo em todas as áreas de produção, diversas ações à melhor reutilização e reciclagem dos materiais da sua fábrica, como pedaços de borracha, pneus inservíveis, além de todos os componentes de sua linha de produção, como óleo, alumínio, entre outros.

Com referência aos pneus, o mesmo autor informa que a fábrica adquiriu uma máquina picotadora de pneus, objetivando a reciclagem de pneus refugados no processo de produção, assim como de pneumáticos inservíveis.

No caso do pneu refugado, visa garantir que antes de ser reciclado, nenhuma dessas unidades saia inteira da fábrica. O tratamento dado a esse tipo de pneu é o mesmo aplicado aos inservíveis, que são picotados e destinados como matéria-prima para diversos usos como combustível, asfalto borracha, arreio para animais, tapetes, entre outros usos (JACOB, 2003).

### **8.3.2- Reutilização**

No Brasil, no que concerne às alternativas tecnológicas para reutilização de pneumáticos inservíveis, verifica-se que é crescente o uso desses inservíveis na área de

engenharia civil, como elemento estrutural, galerias para águas pluviais, entre outros (ABRELPE, 2003c).

Destacam-se a seguir, as formas de reutilização para vários setores.

### **8.3.2.1- Agricultura**

Silva (2002), expõe que patenteou um processo de reutilização de pneus inservíveis para a construção de cerca em área rural, denominado “Cerca com Reutilização de Pneus Inservíveis”.

O processo consiste na execução de uma cerca confeccionada com pneus inservíveis, dispostos entre mourões, espaçados por uma fileira de quatro a seis pneus colocados no sentido vertical, que é complementada por mais duas fileiras sobrepostas. Na primeira fileira os pneus são enterrados no solo, no sentido horizontal, fixados entre si por rebites e com grampos de cerca nos mourões. Os pneus utilizados nas fileiras seguintes recebem 3 furos de  $\frac{3}{4}$ ' de diâmetro, diametralmente opostos, para possibilitar a drenagem das carcaças, e são fixados entre si no sentido vertical, por rebites. Disposta a última fileira, os mourões são unidos por arame na face superior, e a este arame são amarrados os pneus da última fileira (SILVA, 2002).

As vantagens apresentadas, segundo Silva (2002), referem-se ao baixo custo de manutenção e instalação, considerando que custa um valor 40% inferior a cerca de arame farpado de 5 fios, possibilitar segurança aos usuários de estradas vicinais, bem como melhor trato com as criações, além da disposição final adequada desses inservíveis. A desvantagem consiste na possibilidade de estar sujeita a incêndio acidental ou provocado.

### **8.3.2.2- Obras de Engenharia Civil**

Fadel (2002) relata que na Cidade de Cascavel, no Estado do Paraná, a Prefeitura está economizando cerca de 50% na execução de galerias de águas pluviais, com a reutilização de pneumáticos inservíveis, cujo custo do metro linear colocado é de R\$

16,00, enquanto a mesma execução utilizando tubos de concreto custa R\$ 29,00 o metro linear.

Essa tecnologia, desenvolvida pelo microempresário Antônio Guedes, consiste na remoção dos flancos desses inservíveis, com diâmetro variando entre 60 a 40 centímetros, cujas carcaças são encaixadas umas as outras com arame, formando um tubo, onde a própria resina de borracha, com o tempo, faz com que as carcaças se unam, garantindo total impermeabilidade.

Os flancos removidos são reutilizados na confecção de percintas para sofás e na sua drenagem de áreas alagadas, sendo que por enquanto apenas a estrutura de aço é desprezada.

Há que se mencionar que os pneumáticos inservíveis utilizados são provenientes da remoção realizada em terrenos baldios pela Prefeitura Municipal e da coleta informal, o que representa também um ganho ambiental (FADEL, 2002).

Segundo Guiomare (2003), a Secretaria de Obras, Agricultura e Meio Ambiente, da Prefeitura Municipal de Araçoiaba da Serra, em São Paulo, também desenvolveu um sistema de construção de galeria para escoamento de águas pluviais, com a utilização de pneus inservíveis de caminhão.

A técnica consiste na utilização de cintas metálicas dos pneus, sem a borracha, que são unidas com fitas especiais, e após, pressionadas, formam módulos de um metro de comprimento (GUIOMARE, 2003; JORNAL NACIONAL, 2003b).

Os testes realizados demonstraram que esse material alternativo possui resistência para suportar o peso da terra e da pavimentação, acrescido de que a própria terra ao redor da galeria, contribui para comprimir essas cintas metálicas (GUIOMARE, 2003).

Em agosto de 2003, foi concluída a execução do primeiro trecho com 2 Km de extensão, à Avenida Juscelino Kubitschek, no Residencial Alvorada. Essa obra que utilizou 54 mil pneus inservíveis, e custou R\$ 18 mil reais, representou uma economia de R\$ 54 mil reais, para cofres públicos municipais, considerando que se fosse construída pelo sistema convencional, com tubos de concreto, teria custado R\$ 72 mil

reais, de acordo com os orçamentos realizados (GUIOMARE, 2003; JORNAL NACIONAL, 2003b).

Devido às vantagens apresentadas por esse sistema foram iniciados estudos para o aproveitamento desse material em galerias de diâmetro maior, com a utilização de pneus de trator (GUIOMARE, 2003).

No Município de Turmalina, no Vale do Jequitinhonha, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), está construindo uma barragem no Ribeirão Santo Antônio, utilizando Sistema Eco-Estrutural Pneumático (ECO-ENGENHAIA, 2001).

Trata-se de tecnologia desenvolvida e patenteada pelo Engenheiro Mecânico Nísio de Souza Armani, por meio da qual os pneumáticos inservíveis são dispostos em camadas ou intercalados em determinados espaçamentos, formando colunas que são preenchidas com outros materiais, como cimento, pedras e entulho grosso.

Nesse sistema destinado à construção civil, os pneumáticos inservíveis funcionam como elemento estrutural, na recuperação de grandes áreas degradadas, formando pequenas barreiras, que posteriormente são revegetadas. Aplica-se na construção de barragens, aterros, muros de arrimo e contenção, silos subterrâneos, alicerces, escadaria, entre outros.

Comparando esse sistema com projetos que utilizam gabião-caixa, constata-se uma vantagem em termos de custo por metro cúbico, uma vez que, o processo convencional custa R\$ 115,00, e o sistema proposto sai a R\$ 30,00 o metro cúbico.

Em Carajás, no Estado do Pará, a Companhia Vale do Rio Doce mantém um Sistema de Gerenciamento de Resíduos, visando reciclar ou reutilizar os produtos descartados pela sua produção direta. Dessa forma, vem a seis anos reutilizando os pneus de caminhões de sua frota interna, que circulam na minas, como material para barragens, e apoio em obras de infra-estrutura (MENDES, 2003).

Mendes (2003) expõe também que apesar da quantidade desses pneus não ser significativa, essa iniciativa se justifica pelo tamanho dos pneus, 2,40 metros de diâmetro, associado aos altos custos de transporte para processamento em outros estados.



No Município de Porto Feliz, no Estado de São Paulo, a Prefeitura Municipal utilizou pneus inservíveis como elemento estrutural nas obras de contenção das margens do córrego Pinheirinho, que atravessa a área urbana do município (GUIOMARE, 2003).

Silva, Araújo e Garcez (2000), expõem que em São Luís, no Maranhão, a Prefeitura Municipal construiu uma obra de contenção de encostas, tecnicamente, denominada Muro de Solo Pneu, visando equacionar os constantes desmoronamentos na Rua São Francisco, no bairro Coroadinho, por meio do aproveitamento dos pneus inservíveis coletados, diariamente, no município e os quais eram dispostos no aterro sanitário municipal.

O processo consiste, na seleção de pneus com diâmetros semelhantes, radiais ou convencionais, sem cortes na banda de rodagem, que são amarrados entre si com cordas de polipropileno de 6 mm de diâmetro, em camadas de cinco fiadas de pneumáticos, dispostas ao longo da área a ser protegida. A cada camada os pneus são preenchidos com material retirado da própria encosta, para definição do talude, sendo que de cada pneu é retirada a aba superior para possibilitar o completo preenchimento, acrescido de que são colocados, no interior do muro, tubos de PVC de 2' perfurados na geratriz superior, para possibilitar a drenagem interna das águas pluviais. Ao atingir 3 metros de altura, a largura do muro é reduzida à metade do diâmetro do pneu, até atingir a altura de 7 metros (SILVA, ARAÚJO & GARCEZ, 2000).

Segundo os autores, as vantagens desse processo são possibilitar estabilidade e segurança às encostas, bem como uma destinação final adequada a esse resíduo de difícil solução ambiental, considerando que essa obra que atingiu 75 metros de comprimento por 7 metros de altura, possibilitou ao município dar destinação final a um passivo ambiental de 30.000 pneumáticos inservíveis que foram coletados durante 13 meses, e estavam dispostos no Aterro Sanitário da Ribeira.

Com referência às pesquisas de reutilização de pneus inservíveis em obras de engenharia no Brasil, o Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), com a colaboração da International Development Research Center (DRC), da Geo-Rio, e em conjunto com a Universidade de Ottawa, vem desenvolvendo ensaios, referentes ao reforço de solo com pneumáticos inservíveis,

visando incorporar rigidez e resistência adicional em aterros, bem como experimentos de construção de muros de arrimo com esses inservíveis (ECONOCENTER, 2002).

O Engenheiro Cláudio José de Madureira desenvolveu uma pesquisa para reutilização de pneus radiais na construção de aterros, como reforço de solo, considerando que constituem uma excelente e barata matéria-prima, além de não comprometerem a qualidade e o tempo de execução da obra (GUTIERRES, 2003).

O mesmo autor informa, que essa pesquisa foi realizada na base de três aterros construídos na jazida de calcário da Companhia de Cimento Itambé, situada na cidade de Curitiba, no Estado do Paraná, onde os pneus foram amarrados com fitas de poliéster, comercialmente empregadas na amarração de embalagens, em razão de terem demonstrado melhor desempenho como elemento de ligação, por serem leves, resistentes e apresentarem pequena deformação sob carregamento, além de serem mais fáceis de trabalhar.

Após um ano de monitoramento foi verificado que as deformações medidas foram insignificantes, o que demonstrou a grande eficiência dos reforços de pneus na estabilização de aterros (GUTIERRES, 2003).

### **8.3.3- Reciclagem**

De acordo com a EPA (2002), em alguns países como, Estados Unidos, Japão e Coréia a reciclagem de pneus aumentou muito, devido ao uso como fonte de energia, pavimentação asfáltica e na transformação em outros produtos.

Na Pensilvânia, são gerados anualmente, 12 milhões de pneus inservíveis. Em razão desse volume, o Departamento Público de Recreação da Pensilvânia e a Secretaria de Proteção Ambiental, criaram ações de incentivo e cinco programas de concessões para projetos de aplicação desses inservíveis em áreas recreacionais públicas, bem como em reciclagem, por meio da criação de mercados para esses produtos, por serem reciclados, tais como: combustível; pisos de quadras esportivas; inserção em pavimento asfáltico (EPA, 2002).

### **8.3.3.1- Desvulcanização**

Na Holanda, desde o início do século XX, a empresa Vredestein Rubber Resources, especializada em reciclagem de borracha, vem obtendo avanços nos processos de reciclagem de pneus, sendo que a partir de 1980 vem produzindo três tipos de borracha, a saber: butílica recuperada; natural triturada; natural recuperada (COSTA, 2001).

No Laboratório de Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal de Minas Gerais, o Professor Rochel Montero Lago, baseado no modelo de tecnologia utilizada no Arkansas para desvulcanização, e após dois anos de pesquisas, desenvolveu um processo similar de desvulcanização da borracha, encontrando uma alternativa para esse passivo ambiental, a baixo custo e com controle da emissão de poluentes como o gás carbônico e o dióxido de enxofre. O material resultante dessa tecnologia é um material polimérico, fluído, que pode ser utilizado como graxa, asfalto de maior elasticidade e durabilidade, combustível, plásticos, óleo, pneus novos, e aditivos de outros polímeros (IPCT, 2002; FAPEMIG, 2002).

No Brasil, a Relastomer Tecnologia e Participações S.A desenvolveu um processo, cujo produto regenerado mantém 75% das características físicas da composição original da borracha, apresentando alta homogeneidade, cuja característica básica é a recuperação de borrachas vulcanizadas a baixa temperatura (máximo 80°C), além da execução desse processamento na parte líquida e a utilização de catalizador homogêneo (ECONOCENTER, 2002).

### **8.3.3.2- Co-processamento em energia**

O co-processamento de pneus inservíveis está oportunizando o surgimento de um novo nicho de mercado para as cimenteiras, no que se refere a reciclagem de resíduos, entre os quais os pneus inservíveis, considerando que estão cobrando R\$ 100,00 por tonelada desses inservíveis tratados, o que equivaleu a movimentação de US\$ 12 milhões, em 2002, com previsão de atingir US\$ 60 milhões, em 2003 (MUSTAFA, 2002).

Por esse motivo, diversos grupos de cimenteiras estão investindo na adaptação de seus alto-fornos, com o intuito de utilizarem resíduos sólidos, incluindo os pneus inservíveis na geração de energia (VIVEIROS, 2003; ABRELPE, 2003a).

No caso dos pneus inservíveis, as cimenteiras estão emitindo um atestado de destinação final ambientalmente adequada desses inservíveis, para que fabricantes e importadores possam comprovar junto ao IBAMA, que estão cumprindo as metas estabelecidas pelas Resoluções CONAMA nº 258/99 e nº 301/02 (MUSTAFA, 2002).

A Cimenteira Lafarge decidiu investir US\$ 9 milhões na adaptação dos alto-fornos de sua seis fábricas, com a finalidade de estarem aptas a co-processar pneumáticos inservíveis. Essa decisão foi tomada após verificarem as vantagens do co-processamento desses inservíveis, como o fato do ferro contido nos pneus auxiliar na clínquerização do cimento, e a possibilidade de substituição do consumo de recursos naturais, como o coque, além do potencial financeiro desse novo mercado, considerando que em outros países, os fornos de cimenteiras são responsáveis pela destinação de 25% dos pneus inservíveis (MUSTAFA, 2002).

Com base nesse planejamento, a unidade de Cantagalo, no Rio de Janeiro, em 2002, realizou o co-processamento de pneus inservíveis triturados, cujo consumo foi estimado em 6 mil toneladas desses inservíveis, equivalendo a 1,2 milhões de unidades. Para 2003, a fábrica de Arcos, em Minas Gerais, estaria apta a receber pneumáticos inservíveis inteiros, e as quatro unidades restantes, até 2005, estariam adaptadas para incinerarem esses inservíveis triturados (VIVEIROS, 2003; MUSTAFA, 2002).

A RESOTEC, uma subsidiária da Holcim no setor de co-processamento recebeu US\$ 14 milhões em investimentos, nas unidades de Cantagalo, no Rio de Janeiro, e Pedro Leopoldo e Barroso, em Minas Gerais, para a construção de dois centros de beneficiamento de resíduos, com capacidade para beneficiar 160 mil toneladas de resíduos cada (MUSTAFA, 2002).

Mustafa (2002) expõe que até 2002, a quantidade de pneus inservíveis co-processados pela Resotec, ainda era pouca, em relação a outros resíduos, embora verificassem que a demanda pela destruição desses inservíveis estava aumentando, sendo que o custo dessa operação estava se tornando um problema para a indústria de pneumáticos.

Com o objetivo de viabilizar os custos da destinação final de pneumáticos inservíveis, por meio de co-processamento em fornos de cimenteiras, a Cimentos portugueses, CIMPOR, e a ANIP, firmaram parceria, na qual a ANIP responsabilizou-se pelo fornecimento de mil toneladas de pneus inservíveis mês, para o Centro de Trituração em Jundiaí, São Paulo, com posterior distribuição dos resíduos pelos fornos da cimenteira no país (MUSTAFA, 2002).

A Cimento Rio Branco, unidade do grupo Votorantin, situada no Paraná, primeira fábrica do grupo a adotar o co-processamento de pneus, conseguiu uma economia calórica de 10%, com a substituição de parte do coque de petróleo por esses inservíveis. O processo utilizado consiste na queima dos pneus inservíveis, em fornos a uma temperatura de 1.450° C, que possibilita a incorporação desses inservíveis ao processo, sem que haja emissão de poluentes, que ficam retidos nos filtros, além de permitir a transformação total desse passivo ambiental em energia (RIOS, 2003b).

Em junho de 2003, o volume de queima era de 800 toneladas de pneumáticos inservíveis / mês, sendo que em dezembro desse ano, a Votorantin ampliou esse volume para 2 mil toneladas / mês, com a implantação desse processo nas unidades de Itaú de Minas, em Minas Gerais, e Nobres, em Mato Grosso, eliminando 1,5 milhão de pneus inservíveis, embora a empresa tenha capacidade de processar mais de 20 mil toneladas / ano, ou seja, o equivalente a 100 mil m<sup>3</sup> desses inservíveis, correspondendo a um quarteirão ocupado por edifícios de 30 andares (RIGONATO, ARAÚJO & DIAS, 2003).

Em Maringá, no Paraná, a cooperativa agropecuária Cocamar, em fevereiro de 2003, iniciou um processo experimental de co-processamento de pneus inservíveis em substituição ao bagaço de cana-de-acúcar utilizado em suas caldeiras, sob supervisão do Instituto Ambiental do Paraná, IAP, com a incineração de 950 toneladas de pneumáticos inservíveis a 5% do combustível usado pela Cooperativa (RIOS, 2003b).

Os resultados obtidos apontaram como vantagem o poder calorífico do pneu que é quatro vezes superior ao do bagaço de cana, o que possibilitará uma economia da ordem de 3,8 mil toneladas de resíduos de cana / mês (RIOS, 2003b).

### **8.3.3.3- Pirólise**

No Brasil, a Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos, ANIP, em parceria com a Petrobrás, está desenvolvendo um projeto de reciclar unidades descartadas obtendo óleo combustível, por meio da pirólise (LIMA, 2000).

Ainda no Brasil, como já mencionado, a ABIP e a PETROSIX, unidade de processamento de xisto betuminoso para produção de gás e óleo combustível da PETROBRÁS, em sua usina localizada em São Mateus do Sul, no Estado do Paraná, vem realizando com sucesso esse processo, considerando que essa unidade possui capacidade para reciclar 140 mil ton. / ano, equivalendo a 27 milhões de pneus / ano (ABIP, 2002).

Dessa forma a PETROSIX vem processando pneumáticos inservíveis provenientes da região de Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, cobrando o valor de R\$ 50,00 por tonelada desses inservíveis processados (PETROBRÁS, 2003).

Os professores Carlos Alberto Mariotoni, E. Goulart e Caio Glauco Sánchez, pesquisadores das Faculdades de Engenharia Civil e Mecânica da UNICAMP desenvolveram um subprojeto interdisciplinar que consiste na construção de um reator de leito fluidizado que processa fragmentos de pneus inservíveis, visando obter subprodutos por meio de sua gaseificação, buscando propor uma solução de seu gerenciamento para esses inservíveis (ECONOCENTER, 2002).

### **8.3.3.4- Construção Civil**

No Município de Santa Cruz, no Rio Grande do Sul, o Engenheiro Leandro Agostinho Kroth desenvolveu painéis pré-moldados de argamassa e pneu triturado, para aplicação em habitação popular, de 40 m<sup>2</sup>, construídas em regime de mutirão. Esses painéis podem ser rebocados com cimento, para depois receberem aplicação de madeira ou de azulejos (IPCT, 2002).

As vantagens dessa tecnologia são em relação a custos, tendo em vista que esse sistema custa R\$ 3.700,00, contra R\$ 10.500,00 do sistema convencional e, quanto ao

prazo, face cada casa construída por esse sistema ser executada em 8 dias. Nesse município já existem 120 casas construídas por esse sistema (IPCT, 2002).

Conforme o IPCT (2002), no Brasil, na cidade de Curitiba, também estão sendo realizadas experiências na área da construção civil, visando a redução de custos, a sua durabilidade e a agilidade de sua execução.

Com isso, foi desenvolvido um bloco intertravado, denominado ISOPET, feito de concreto leve, utilizando garrafas plásticas inteiras recicladas com adição de EPS, isopor, e resíduos de pneus (IPCT, 2002; OURO FINO NEWS, 2001).

Esses blocos podem ser posicionados, tanto na horizontal, quanto na vertical, e por meio de encaixes laterais, do tipo macho e fêmea, é feito o intertravamento entre os blocos, os quais necessitarão de argamassa somente na primeira fiada, sendo que as demais serão encaixadas (IPCT, 2002).

As formas de moldagem de vergas, contra – vergas, e cintas de amarração, são substituídas por canaletas existentes nos blocos, e para acabamento das paredes necessitarão, apenas, de aplicação de argamassa colante de finalização (OURO FINO NEWS, 2001).

Esse tipo de tecnologia possibilitará a redução da extração de recursos naturais, como no caso da areia, bem como de consumo de energia, humano e mecânico, revertendo na redução do custo final da construção, assim como em qualidade e produtividade, dentro do princípio de racionalização da construção, além de possuir aspecto termo-acústico (IPCT, 2002).

Esse material está sendo utilizado para a construção da Unidade do Conhecimento, que consiste num protótipo, no qual por meio da utilização de materiais alternativos, objetiva reduzir custos, melhorar aspectos termos-acústicos, e agilizar a construção, com o aproveitamento de isopor, resíduos de pneus, e garrafas plásticas, associado à minimização dos problemas ambientais gerados por esses resíduos, principalmente, no que diz respeito aos pneus (IPCT, 2002).

### 8.3.3.5- Pavimentação Asfáltica

Experiências de inserção de borracha triturada no pavimento asfáltico, proveniente de recapagem de pneus, têm sido desenvolvidas no território brasileiro, sob a denominação de asfalto ecológico, ou asfalto borracha.

Na Cidade de Santos, a Prodesan S.A, economia mista do Município, vem desenvolvendo desde os meados de 1999 esse processo, aplicando esse tipo de tecnologia nas vias públicas, com o objetivo de dar início a estudos que permitam dar destinação adequada aos pneumáticos inservíveis, sem comprometer o meio ambiente e com a possibilidade de conseguir reduzir custos, contribuir para a obtenção de um processo de descarte adequado a um resíduo de difícil solução, e, aproveitar novas oportunidades de mercado em função das necessidades das indústrias darem destino adequado às carcaças desses inservíveis.

As conclusões a que chegaram foram:

- quanto mais regulares forem as partículas, melhor será o resultado;
- a mistura composta de partículas mais finas apresenta maior durabilidade do que se forem utilizadas partículas maiores, que causam total colapso, requerendo a execução de recapeamento;
- a mistura com borracha mantém por mais tempo a temperatura, do que na massa referência;
- a trabalhabilidade do produto não é afetada, ficando a massa com uma consistência mais macia;
- os trechos de vias executados com partículas mais finas, depois de transcorrido mais de um ano de sua aplicação, apresentam as mesmas características de um trecho executado com a massa padrão (MIGOTTO FILHO et al., 1999).

Em 2000, segundo Hessel (2003), no Estado do Rio Grande do Sul, por meio de um protocolo de pesquisa firmado entre o Grupo Greca Distribuidora de Asfaltos Ltda.,



a Concessionária Univias AS, a empresa Microsul Micronização de Polímeros Ltda., e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foi desenvolvida uma técnica de incorporação de borracha de pneus inservíveis em pavimentos asfálticos.

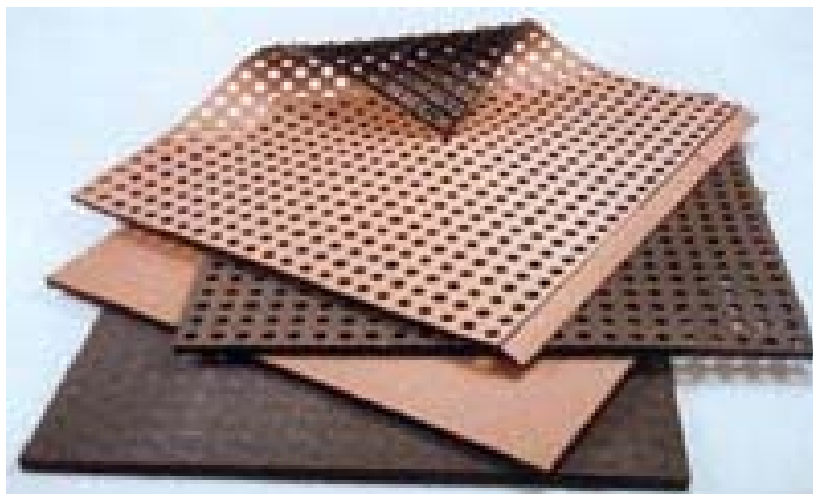
Essa técnica resultou no desenvolvimento do produto, comercialmente, denominado Ecoflex e Capneu, que consiste num ligante modificado por misturar essa borracha com asfalto. As vantagens dessa tecnologia são determinadas pelo: aumento da vida útil do pavimento; melhor aderência pneu-pavimento; diminuição da sensibilidade às variações térmicas; e redução de 65% a 85% do ruído provocado pelo tráfego na pista. Porém, apresenta como desvantagem o custo, que é ser 35% mais elevado que a técnica convencional, de acordo com o mesmo autor.

Esse produto, que ainda encontra-se em fase de desenvolvimento, foi aplicado em caráter experimental em alguns trechos de rodovias dos Estados de Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. (HESSEL, 2003; BOLETIM GUAÍBA, 2003).

Em junho de 2002, a Midas Elastômeros, empresa que processa 20 mil toneladas de pneus inservíveis/ano, começou a operar a sua usina de asfalto, cuja principal destinação será a produção de emulsão asfáltica com inserção de borracha, considerando que esse tipo de material possui uma qualidade maior do que o asfalto convencional, bem como visando utilizar borracha proveniente do processamento realizado em suas instalações (MUSTAFA, 2002; TOMAZELA, 2003).

#### **8.3.3.6- Produtos Moldados e Outros Usos**

A Borcol, uma indústria de borracha, situada na Cidade de Sorocaba, no Estado de São Paulo, vem reutilizando tanto pneumáticos inservíveis, quanto pneus novos descartados pelo controle de qualidade do processo produtivo de pneumáticos, na fabricação de tapetes para automóveis e banheiros, pisos antiderrapantes, pelets emborrachados, estrados e capachos, (Figura 22) (FARRO, 1997; ODA, 2002).



**Figura 22: Estrados confeccionados com pneus inservíveis e Refugados.**

**Fonte: Borcol, 2003.**

Esses produtos são utilizados na confecção de câmaras de ar, composição interna de cabos de telecomunicações, sistema de sustentação interna de pneus, inseridos no pavimento asfáltico, na confecção de mobiliário para jardins, equipamentos na área médica, e materiais esportivos (COSTA, 2001).

A filial de Michigan, das indústrias NRI de Toronto, construíram o piso de uma quadra de basquete, utilizando o inservível processado. Essa empresa, por entender que a pesquisa é que induz o mercado ao crescimento, pesquisou o uso do pó de borracha, proveniente da reciclagem de pneumáticos inservíveis, para utilização como complemento ao solo. Por meio dessa pesquisa, foi verificado que o pó de borracha é um dos componentes inorgânicos mais eficientes no solo, superando as propriedades da areia e da lama de serragem. Essa técnica, além de melhorar solos deficientes em zinco, ou com estruturas pobres, ou com pouca permeabilidade, não é onerosa e é bastante durável (EPA, 2002).

Segundo a EPA (2002), em Minnesota uma via pavimentada, construída anteriormente, sobre um pântano, razoavelmente profundo que tinha afundado cerca de 1,60m em algumas áreas, uniu o poder público e a iniciativa privada por meio da Agência Associados RCM, que no projeto de reforma e recapeamento de vias e ampliação do sistema habitacional utilizaram refugos de pneus.

A RCM reconstruiu três quadras desta via, após o rompimento de trechos ocorridos em 1997, usando microplaquetas de pneumáticos inservíveis observando que o material não apresentou rompimento tendo suportado as mudanças de clima. A empresa continua a monitorar essa via e outras construções para prevenir a ocorrência de rachaduras, por meio da observação de possíveis sinais.

Os construtores crêem que continuaram a explorar essa tecnologia e aprimorá-la com o passar do tempo, face considerarem as microplaquetas de pneus a melhor solução de engenharia, em termos de assentamentos de solo, destinado a leito de vias.

O Comitê de Conservação da Pensilvânia recebeu US\$ 50,000 para reurbanizar um parque estadual, localizado em Pittsburgh, usando material inovador extraído do processamento de pneumáticos inservíveis. Os passeios do parque receberão pisos executados com pó de borracha processado, provenientes de pneumáticos inservíveis estocados em diversos galpões do estado, bem como serão confeccionados totens de sinalização e outros equipamentos, produzidos com o mesmo material. Com base nesse projeto, foi previsto que serão utilizadas cerca de 37 toneladas desses resíduos inservíveis (EPA, 2002).

Na Figura 23 apresenta-se um modelo de piso para playground, utilizado nos EUA.



**Figura 23: Piso para playground's, confeccionado com  
borracha de pneus inservíveis reciclados – EUA  
Fonte: Tyre Recycling Sucess, 2002.**

A viabilidade da reciclagem de pneus na Alemanha é baseada no sucesso de tecnologia de ponta, como no caso das pistas de atletismo confeccionadas com uma manta pré-fabricada de borracha reciclada, coberta por uma camada de poliuretano e grânulos de borracha EPDM, que tornam essas pistas mais duráveis por serem monolíticas. Essa é uma das vantagens desse material, apresentando um baixo custo de manutenção, não permitindo a infiltração de umidade, além de resistir à ação do tempo (TYRE RECYCLING, 2002).

## **9- Análise Crítica da Revisão de Literatura**

A situação atual do gerenciamento de pneumáticos inservíveis no território nacional descrita anteriormente será analisada criticamente neste item.

O foco de abordagem desta análise crítica foi centrado nos procedimentos operacionais executados por fabricantes e importadores de pneus para veículos automotores e bicicletas, responsáveis diretos por essas ações, em consonância com as Resoluções CONAMA nº 258 / 99 e nº 301 / 02, e a Instrução Normativa nº 08/ 02, do IBAMA.

Dessa forma, as ações executadas pertinentes à coleta, tratamento e disposição final de pneumáticos inservíveis, foram analisadas, segundo a motivação, enfoque dado, abrangência física do território nacional e atuação, forma de manejo e tratamento, bem como em função das alternativas tecnológicas escolhidas para disposição final desses inservíveis, das legislações ambientais específicas sobre a matéria, e do grau de envolvimento e conscientização dos responsáveis diretos e indiretos.

Com um papel insubstituível e fundamental em nosso cotidiano no que se refere a mobilidade, o pneu ao transformar-se em um inservível, torna-se um componente expressivo na geração dos resíduos sólidos, em decorrência do seu formato e durabilidade, associado aos impactos ambientais decorrentes do seu descarte inadequado.

### **9.1- Legislações Ambientais em vigor**

A problemática gerada pelos pneumáticos inservíveis, no território nacional, originou a instituição de legislação específica, em 1999, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Trata-se da Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, que estabeleceu metas e procedimentos para o gerenciamento ambientalmente adequado desses inservíveis, e que foi complementada pela Instrução Normativa nº 08 / 02, do IBAMA, e tendo alguns dispositivos alterados pela Resolução CONAMA nº 301 / 02.

Ressalta-se que a legislação ambiental em vigor atribui a competência do controle, fiscalização e a edição dos atos normativos pertinentes aos pneumáticos inservíveis ao IBAMA. Contudo, na Instrução Normativa nº 08/02, o IBAMA esclarece que sua competência é referente ao cadastramento dos responsáveis diretos, acrescido dos processadores e destinadores finais de pneus de veículos automotores e de bicicletas, que devem comprovar as quantidades eliminadas de pneus inservíveis, por meio de Relatório de Atividades para que seja verificado o cumprimento das metas estabelecidas pela mencionada Resolução CONAMA.

Observa-se que o fato das Resoluções CONAMA, retro mencionadas, terem atribuído essa competência relativa à fiscalização e ao controle sobre os procedimentos operacionais afetos aos pneumáticos inservíveis, executados pelos responsáveis diretos, gerou de certa forma um impasse no que concerne à articulação do poder Público com os responsáveis diretos, que adiante será citada.

Mediante esses instrumentos legais vem sendo realizado o gerenciamento de pneumáticos inservíveis no país com base no princípio do poluidor pagador. Os importadores (pneu novo e reformado) e fabricantes de pneus para veículos automotores e bicicletas foram obrigados a implantar ações operacionais de coleta, tratamento e disposição final desses inservíveis, em conformidade com as metas e procedimentos estabelecidos por essas legislações, visando eliminar o passivo ambiental existente e os impactos ambientais decorrentes no território nacional.

Contudo, essas ações operacionais não foram imediatas, considerando que a Resolução CONAMA nº 258/02, permitiu aos dois segmentos, tanto o produtivo, quanto o de importação, um período de 2 anos e 4 meses para planejarem e implementarem as suas ações, tendo em vista a data em que foi publicado esse instrumento legal e a data inicial estabelecida para o cumprimento da primeira meta.

Com referência a esse intervalo de tempo concedido entre a publicação e a data estabelecida para o cumprimento dos procedimentos e metas determinados por esta legislação, observa-se com base nos instrumentos legais ambientais internacionais pesquisados, que em se tratando de resíduos sólidos especiais, como no caso dos pneumáticos inservíveis, é uma prática comum adotada por possibilitar a adequação das ações às normas estabelecidas.

Outro aspecto relevante, a ser considerado em relação à minimização do passivo ambiental existente empregando-se instrumentos de controle foi o fato de que, inicialmente, apenas os fabricantes e importadores de pneus para veículos automotores foram responsabilizados, sendo, posteriormente, estendida a responsabilidade aos segmentos de pneus para bicicletas, que também contribuem para a ocorrência dos impactos ambientais devidos à disposição inadequada desses inservíveis no meio ambiente.

Cabe lembrar que o setor de importação de pneumáticos antecipou-se à legislação ambiental no que se refere ao destino final, considerando que já vinha desenvolvendo pesquisas junto a uma das subsidiárias da PETROBRÁS, sediada no Estado do Paraná, com vistas à destinação final de pneus inservíveis. Os resultados positivos obtidos nestas pesquisas foram utilizados posteriormente para o alcance das metas estabelecidas por essa legislação.

Nas legislações pesquisadas verifica-se que alguns Estados da União instituíram legislação pertinente à matéria estabelecendo diretrizes complementares à legislação ambiental federal em vigor. Porém não incluíram apoio ou incentivo aos municípios, no que concerne à criação de fundos com vistas a subsidiar o desenvolvimento e implantação de alternativas tecnológicas afetas as estratégias de minimização de pneus inservíveis, que também não estão contempladas na legislação ambiental em vigor, no âmbito federal.

Por outro lado, nas legislações municipais referentes a pneumáticos inservíveis pesquisadas, observa-se que apenas três municípios (São Paulo/SP, Salvador/BA e Rio de Janeiro/RJ) estabeleceram a possibilidade de implementarem alternativas tecnológicas, com vistas à minimização desses resíduos, e entre estes, apenas o Município de São Paulo estabeleceu que pode, instituir linhas de financiamento para esse fim, relativas a projetos de economias solidárias.

Dessa forma, sugere-se que por ocasião da revisão da Resolução CONAMA nº 258/99, seja incluso a criação de incentivos, que promovam o desenvolvimento de pesquisas, visando contribuir para a minimização do passivo ambiental que constituem os pneumáticos inservíveis dispostos inadequadamente.

## **9.2- Ações dos Responsáveis Diretos**

Com referência ao enfoque dos programas adotados pelos setores de produção e importação de pneus verifica-se que a abordagem para motivação dos parceiros é diferente. O setor de importação utiliza o combate à dengue como forma de mobilização, por meio do programa “Rodando Limpo”, cuja abordagem é voltada ao impacto ambiental gerado pela disposição final inadequada de pneus inservíveis, portanto enfocando-os como resíduos.

Em contrapartida, o setor de produção adota uma visão positiva desses resíduos, voltada à reciclagem dos pneus inservíveis, por meio do slogan “Reciclar é vida e está em nossas mãos”, conscientizando seus parceiros para o potencial desse resíduo como uma nova matéria-prima, com possibilidade de geração de emprego e renda, além de enfatizar que essa ação depende do comportamento de todos os segmentos envolvidos para que se tenha um ganho ambiental.

Quanto à área de abrangência, observa-se que o setor de produção vem atuando em âmbito nacional, sendo que de forma mais intensa na Região Sudeste, onde a Região do Grande ABC, no Estado de São Paulo é responsável por 40% do descarte de pneumáticos inservíveis no país, segundo a ANIP, acrescido de que a maioria dos seus parceiros aderiu de forma voluntária.

Em contrapartida, o setor de importação restringiu-se, praticamente ao Estado do Paraná, onde conseguiu por meio de ações conjuntas com Empresas Nacionais e Órgãos Públicos Estaduais uma adesão maciça por parte dos municípios.

Com referência à estratégia de ação adotada pelos segmentos tanto de importação quanto de produção, observa-se que no setor produtivo, as 14 empresas fabricantes existentes no território nacional se uniram e vêm atuando de forma conjunta, por meio de seu órgão maior (ANIP), ao qual o setor de produção, importação e distribuição de pneus de bicicletas, também se aliou.

Desenvolveram e divulgaram campanha própria de conscientização na mobilização de parcerias, firmadas por meio de convênios para fins específicos de coleta, tratamento e disposição final de pneumáticos inservíveis, bem como apóiam



outras campanhas e participam de ações especiais promovidas por empresas associadas e por parceiros, inclusive com a adoção de incentivo psicossocial.

Criaram, também, uma estrutura de captação voluntária constituída por 4.000 postos de revenda de pneus existentes no território nacional, além de realizarem coleta de todos os tipos de pneus inservíveis em 77 Ecopontos implantados pelo Poder Público dessas localidades, situadas nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste (Figura 25). O maior percentual desses Ecopontos, cerca de 63% encontram-se no Estado de São Paulo (Figura 24), que também possui um ponto adicional de coleta no Município de São Sebastião / SP.



**Figura 24: Estado de São Paulo - Estrutura de Captação e Tratamento de Pneus Inservíveis – ANIP.**

**Fonte: Mapeamento elaborado pela pesquisadora, 2004.**



**Figura 25: Brasil - Estrutura de Captação e Tratamento de Pneus Inservíveis – ANIP**

Fonte: Mapeamento elaborado pela pesquisadora, 2004.

Parcerias firmadas com um grupo do setor cimenteiro (CIMPOR), e uma indústria de artefatos de borracha (BORCOL) propiciaram a implantação de três Centros de Trituração de Pneus Inservíveis no país situados um no Estado da Paraíba e dois no Estado de São Paulo. Um desses equipamentos processa, apenas, o passivo

ambiental da indústria de artefatos de borracha, enquanto os demais processam os lotes encaminhados pelos Ecopontos, ou por outras ações especiais realizadas por outros parceiros e associados.

A destinação final dada aos pneumáticos triturados é a reciclagem por meio de processo de co-processamento em energia em fornos de cimenteiras para a geração de energia, e como matéria-prima na confecção de novos produtos.

No que diz respeito à estratégia adotada pelo setor de importação, verifica-se que existem tanto ações isoladas realizadas por empresas do setor ou por suas filiais, quanto às ações conjuntas a cargo do órgão maior do setor (ABIP), no tocante à mobilização de parceiros e nas tratativas para firmar os Termos de Cooperação com esses parceiros.

As formas de captação praticada por este setor abrangem a entrega voluntária nas filiais da empresa que vem agindo isoladamente, onde os pneus inservíveis deixados pelos seus clientes são coletados, transportados para processamento em uma empresa que montou em parceria com um funcionário, e posteriormente, encaminhados para co-processamento em energia, nos fornos de uma cimenteira, situada no Estado do Paraná e pertencente ao Grupo Votorantim.

No que concerne as demais ações conjuntas realizadas pelo setor de importação, observa-se que embora não realizem coleta, nem campanha de conscientização própria, uma das empresas do setor é responsável pela aquisição dos pneus inservíveis de carros de passeio e caminhonetes coletados e transportados pelos parceiros até as suas instalações, onde esse material é processado e posteriormente, encaminhados por essa empresa, até uma das subsidiárias da empresa do setor petrolífero nacional, localizada no Estado do Paraná, para destinação final por meio de pirólise com rocha de xisto.

Quanto à área de abrangência das ações do setor de importação, verifica-se que compreende as Regiões Metropolitanas do Estado do Paraná (Figura 26), além do Município de Joinville, no Estado de Santa Catarina (Figura 27).



**Figura 26: Área de ação da ABIP no Estado do Paraná**  
**Fonte: Mapeamento elaborado pela pesquisadora, 2004.**



**Figura 27: Atuação da ABIP no Estado de Santa Catarina**  
**Fonte: Mapeamento elaborado pela pesquisadora, 2004.**

### **9.3- Procedimentos Operacionais**

Analisando a eficácia dos procedimentos operacionais para pneumáticos inservíveis praticados no território nacional, em consonância com a legislação ambiental em vigor, verifica-se que os resultados obtidos em relação às duas primeiras metas estabelecidas demonstram que tanto o setor produtivo quanto o de importação de pneumáticos, vem cumprindo a sua parte, implantando ações operacionais de coleta, tratamento e disposição final desses inservíveis, que possibilitaram a eliminação de quantidades, um pouco superiores, em relação às proporções estabelecidas em metas, para os dois primeiros anos nesse período.

Há que se considerar que o setor produtivo, nesse período, desenvolveu ações mais abrangentes e diversificadas em face das quantidades de pneus produzidas com vistas ao atendimento ao mercado interno serem superiores ao volume de pneus novos e reformados importados, o que requereu um empenho maior desse setor.

Todavia, observa-se que embora com estratégias de atuação distintas, nenhum desses dois segmentos investiu em alternativas tecnológicas em caráter experimental. Ambos optaram por fazer uso de alternativas tecnológicas de reciclagem existentes, que permitem a eliminação de uma significativa quantidade de pneus inservíveis necessária ao cumprimento das duas primeiras metas estabelecidas pela legislação ambiental em vigor.

Ressalta-se que embora haja diversificação de processos adotados pelos dois segmentos de pneumáticos, no caso do setor de produção, as duas formas de destinação final escolhidas, foram tecnologias consolidadas e em decorrência das parcerias realizadas para equipar os centros de trituração de pneus inservíveis implantados no país.

### **9.4- Alternativas Tecnológicas**

Considerando as alternativas tecnológicas pesquisadas, visando à minimização de pneus inservíveis, observa-se que existe uma área bem ampla e diversificada de usos

de tecnologias já implantadas e em caráter experimental em diversos países, bem como no Brasil.

No que concerne ao Brasil, apesar de não haverem incentivos financeiros previstos na legislação ambiental em vigor para adoção de alternativas de minimização constata-se pela pesquisa realizada que nesse período ocorreu uma crescente evolução na adoção de alternativas tecnológicas consolidadas, bem como no que se refere ao desenvolvimento daquelas em caráter experimental utilizando pneumáticos inservíveis, tanto por parte de Municípios, quanto de empresas e instituições de ensino superior, mencionados no item 8.3, da revisão de literatura.

Com referência a redução na fonte, pode-se destacar que o país já possui o pneu ecológico produzido com borracha natural oriunda do manejo em reservas extrativistas da Amazônia, sob administração do IBAMA. Quanto à eliminação de pneumáticos inservíveis, tem-se a ação da Bridgestone Firestone, que picota os pneus refugados pelo processo produtivo, bem como os seus inservíveis na própria fábrica, encaminhando-os posteriormente para processo de reciclagem.

Ainda, no que diz respeito à redução na fonte aplicada a pneus usados tem-se a aplicação dos processos de recauchutagem, de recapagem, bem como de remoldagem, que apresentam vantagem econômica, principalmente aos usuários de veículos de carga e de transporte coletivo. O Brasil ocupa o 2º lugar no “ranking” mundial do uso do processo de recauchutagem.

As utilizações mais vantajosas considerando o pneu inservível inteiro conforme revisão realizada são para os sistemas:

- Eco-Estrutural Pneumático: aplicado em barragens, aterros, muros de arrimo e contenção de encostas, entre outros usos, em razão de possibilitarem a recuperação de grandes áreas degradadas e cuja vantagem em relação ao processo convencional representa uma economia da ordem de 75% quanto ao custo;
- Construção de Galerias de Águas Pluviais: neste caso existem duas tecnologias desenvolvidas, sendo uma com a utilização da borracha de pneus inservíveis com diâmetro variando entre 40 e 60 centímetros, e outra executada com as cintas metálicas de pneus inservíveis de caminhões. Ambas apresentam vantagens quanto

ao custo, em comparação com a tecnologia convencional, representando uma economia da ordem de 56% e de 75%, respectivamente.

Destaca-se, com referência a reciclagem os processos de:

- Regeneração da Borracha: a baixa temperatura, que permite manter 75% das características originais da borracha;
- Desvulcanização: com desenvolvimento de tecnologia similar para esse processo, a custo mais baixo e com controle da emissão de poluentes;
- Co-processamento em Energia: com a utilização de pneus inservíveis como combustível, em substituição ao carvão nos fornos de cimenteiras, que está oportunizando o surgimento de um novo nicho de mercado para esse setor. No setor agropecuário estão sendo desenvolvidas experiências visando à substituição de cana de açúcar por pneus inservíveis, cuja vantagem é representada por uma economia significativa de utilização desse produto;
- Pirólise: realizada com rocha de xisto permitindo que do volume utilizado nesse processo 52% seja transformado em óleo;
- Construção Civil: com a aplicação do pó de borracha misturado à argamassa, em substituição a areia, na confecção de blocos intertravados e placas pré-moldadas para edificação de habitações populares, apresentando como vantagem um custo 65% inferior comparado ao sistema convencional;
- Pavimentação Asfáltica: é crescente a utilização do pavimento asfáltico modificado com inserção de borracha, tanto no meio urbano, quanto em rodovias, devido ampliação da vida útil do pavimento, em razão da borracha conferir ao pavimento maiores propriedades de elasticidade perante as mudanças de temperatura.

Embora existam várias tecnologias disponíveis para a destinação de pneumáticos, considerando a existência de um passivo ambiental decorrente de disposição final inadequada de pneus inservíveis é de fundamental importância, como já mencionado, que se estabeleça por meio de legislações em todas as esferas governamentais a criação de incentivos financeiros que fomentem o desenvolvimento tecnológico envolvendo como parceiros o poder público, os segmentos de pneumáticos e as instituições de pesquisa.

Apesar das quantidades desses resíduos, já eliminadas nesses primeiros dois anos de atuação dos responsáveis diretos e seus parceiros, observa-se que a existência de um passivo ambiental decorrente de disposição final inadequada de pneus inservíveis em nosso país continua sendo um fato.

### **9.5- Ações dos Responsáveis Indiretos**

No que concerne ao grau de envolvimento e conscientização dos responsáveis indiretos verifica-se que distribuidores e revendedores vêm colaborando com o setor de produção, de forma efetiva, na coleta de pneumáticos inservíveis por meio de captação voluntária, como também na conscientização dos clientes, apoiando a divulgação de campanhas desenvolvidas pelo setor de produção de pneus ou de programas próprios, a exemplo da Empresa D.Paschoal.

Os segmentos de reforma e artefatos de pneus também estão contribuindo com o setor de produção principalmente no que concerne ao descarte de pneumáticos inservíveis de veículos de maior porte, já que a estratégia adotada pelo segmento de importação está direcionada apenas a pneus de carros de passeio e caminhonetes.

Quanto aos consertadores e consumidores finais, nota-se que ambos vêm colaborando na coleta de pneus inservíveis, respectivamente, recebendo e entregando voluntariamente esses inservíveis nos municípios conveniados ao setor de produção ou cooperados ao setor de importação. No caso dos consumidores, inclui-se também, a participação destes em ações especiais promovidas pelos fabricantes, bem como onde existem filiais da empresa importadora de pneus pesquisada, que vem desenvolvendo ações isoladas.

No caso das parcerias firmadas pelo setor de importação de pneumáticos, observa-se que também se incluem duas associações de classe paranaense, em âmbito estadual, como já citadas no item 7.4.1.2, e que por intermédio de uma delas, ocorre o envolvimento com o setor de catação nas localidades cooperadas que neste caso abrangeu todos os municípios paranaenses.



## 9.6- Ações do Poder Público

Com referência ao grau de articulação do Poder Público com os dois segmentos de pneumáticos, verifica-se que o setor de importação firmou parceria com duas empresas nacionais e com o Governo Estadual do Paraná, além dos 400 municípios cooperados dos quais apenas um localiza-se fora do Estado do Paraná.

Destaca-se que em relação à contrapartida das prefeituras municipais cooperadas ao setor de importação, cabem a estas prefeituras a elaboração e divulgação de campanhas de conscientização, a mobilização da população local, bem como a realização de mutirão para coleta de pneus inservíveis de carros de passeio e caminhonetes, além do transporte e venda do material coletado a empresa do setor de importação designada para executar o processamento desse material.

As vantagens dos municípios cooperados, neste caso são representadas pela redução do seu passivo ambiental, além da possibilidade de geração de emprego e renda e uma maior conscientização da população em geral para o combate à dengue.

Quanto à articulação do Poder Público com o setor de produção de pneumáticos, observa-se que em geral os convênios foram firmados diretamente com os municípios parceiros, que na sua maioria aderiram de forma voluntária, disponibilizando espaços para a implantação de Ecopontos, ou participando como ponto adicional de coleta. Outra atividade comum realizada pelas prefeituras foi à sensibilização dos segmentos envolvidos com a questão dos pneumáticos, como borracheiros, reformadores e consumidores finais, a encaminharem os pneus inservíveis para essas instalações, além daqueles recolhidos pela coleta regular nessas localidades.

Relacionado, ainda ao setor produtivo, destaca-se a iniciativa da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro em conjunto com a COMLURB, que após realizarem o diagnóstico do descarte dos pneus inservíveis formularam e implantaram uma Política de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis, com excelentes resultados, conforme mencionado no item 7.4.3.3. Este exemplo poderia ser seguido por outras municipalidades.

As parcerias firmadas tanto com o setor produtivo, quanto com o setor de importação de pneumáticos foram de fundamental importância à implementação da

coleta de pneus inservíveis, com vistas ao cumprimento das metas estabelecidas pelas Resoluções CONAMA nº 258/99 e 301/02.

Embora o número de parceiros não tenha sido expressivo, no contexto nacional, observa-se que aqueles que aderiram às parcerias demonstraram estarem conscientes e mobilizados para se articularem e contribuírem no enfrentamento de questões ambientais, na busca da sustentabilidade e da melhoria da qualidade de vida em suas localidades.

Contudo, há que se considerar que em relação ao contexto nacional, a quantidade de municípios cientes de suas competências legais e articulados, principalmente, ao setor produtivo foi inexpressiva, embora a Constituição Federal preveja que deva existir uma cooperação administrativa entre as esferas governamentais, visando à proteção do meio ambiente.

Lamentavelmente, só se pode atribuir este fato à má interpretação da legislação ambiental em vigor, referente à competência do controle e da fiscalização atribuídos ao IBAMA, por entenderem que se estenderia a uma ação local, ou ainda, à falta de conhecimento das legislações ambientais específicas em vigor no âmbito federal.

Por ocasião da revisão da Resolução CONAMA nº 258/99, este fato poderia ser solucionado com a inclusão de um artigo que estabeleça de forma compartilhada entre as esferas governamentais, envolvendo inclusive as Secretarias de Saúde e de Meio Ambiente, ou o serviço de limpeza urbana nas ações pertinentes à fiscalização e ao controle.

Dessa forma, faz-se necessária uma maior mobilização das Prefeituras Municipais, visando o envolvimento das que ainda não estão articuladas ao processo, para que se aliem aos geradores, visando contribuir na implementação da coleta de pneumáticos inservíveis, com a finalidade do efetivo cumprimento da legislação ambiental em vigor.

Considere-se, também que o descarte inadequado de pneus inservíveis, bem como os impactos ambientais decorrentes desse descarte, ocorrem nas localidades onde o resíduo é gerado, acrescido de que a responsabilidade final pelo Sistema de Limpeza Pública permanece com o setor público Municipal, bem como todas as esferas

governamentais podem e devem exercer fiscalização ambiental, visando proteger o meio ambiente local.

Por esse motivo, o Poder Público Local tem que assumir o seu papel de articulador junto aos segmentos de produção e importação de pneus, senão como parceiros, ao menos como facilitadores das ações desses segmentos em seu município, por meio do estabelecimento de instrumentos legais complementares ao seu Código de Posturas e/ou Código Ambiental Municipal, visando:

- estabelecer critérios para o armazenamento temporário e disposição final de pneus inservíveis na localidade;
- divulgar Campanhas de Conscientização para a população e consumidores finais e pneus, bem como reformadores e consertadores de pneumáticos que atuem no município, tornando-os aliados e colaboradores na implementação da coleta de pneus inservíveis, junto ao setor produtivo, ou de importação de pneumáticos;
- realizar controle e fiscalização junto aos segmentos locais envolvidos com a questão dos pneumáticos, com referência à geração, armazenamento temporário e destinação final de pneus inservíveis;
- adoção de incentivos psicossociais como indutor na mobilização dos segmentos locais envolvidos com a problemática dos pneumáticos inservíveis, e principalmente coercitivos, com aplicação de multas e penalidades aos poluidores, visando coibir a prática de disposição inadequada de pneus inservíveis no município.

Da mesma forma sugere-se que por ocasião da revisão da Resolução CONAMA nº 258/99, seja incluído um artigo que determine aos municípios a elaboração de uma Política de Gerenciamento de Pneus Inservíveis. Esta política deve ser desenvolvida considerando o diagnóstico local sobre a questão, propondo o manejo e as tecnologias aplicáveis e as formas de articulação entre os atores envolvidos.

Os dados obtidos por meio dos diagnósticos municipais podem servir de subsídio à elaboração de um Inventário Nacional sobre o Gerenciamento de Pneus Inservíveis. Para tal, os municípios forneceriam seus dados aos órgãos ambientais estaduais, que os repassariam ao IBAMA complementando as informações obtidas junto aos responsáveis diretos.

## **10- Conclusões e Recomendações**

Os dados e informações obtidos demonstraram que as metas estabelecidas pelas Resoluções CONAMA nº 258/99 e 301/02 vêm sendo cumpridas tanto pelo setor produtivo quanto pelo setor de importação de pneumáticos, bem como estão promovendo o surgimento de um novo nicho de mercado, voltado à reciclagem de pneus inservíveis.

Com referência à coleta de pneumáticos inservíveis, observou-se o desenvolvimento de programas e campanhas educativas e a busca de parcerias entre os atores envolvidos com essa problemática, bem como a implantação de Centros de Trituração de Pneus Inservíveis, Ecopontos, pontos de coleta adicional, entre outros.

Com respeito ao tratamento e a disposição final desses resíduos, identificou-se à adoção de soluções usuais que visam à geração de energia por meio de co-processamento e pirólise de pneus inservíveis triturados, além do encaminhamento desse material para diversos segmentos industriais, como matéria-prima na confecção de novos produtos.

Além dessas ações observam-se outros processos tecnológicos convencionais ou experimentais, voltados à reutilização e reciclagem, com destaque para a pavimentação asfáltica cujo uso está se expandindo.

Isso demonstra que em nosso país o setor tecnológico embora, praticamente, sem recursos financeiros, continua evoluindo, por meio da pesquisa voluntária de processos mais limpos, aliando a criatividade à tecnologia, referente ao aproveitamento do potencial de resíduos como produtos, a efeito dos pneus inservíveis, na busca da sustentabilidade.

Contudo, ainda existem pontos a serem melhor equacionados, principalmente com referência à importação de pneus recauchutados que contribui para o aumento do nosso passivo ambiental.

Constata-se que embora existam legislações quanto aos resíduos sólidos, há falta de políticas públicas nos vários níveis de governo, que visem eliminar o passivo ambiental existente de forma mais eficaz, e promovam a prevenção e a minimização de resíduos sólidos especiais, com especial atenção para a criação de incentivos que

ampliem o ciclo de vida útil dos pneus e priorizem na etapa pós-consumo a reutilização e a reciclagem.

Da mesma forma, verifica-se que se torna imprescindível também, um maior grau de articulação dos setores de produção e importação de pneumáticos, com o Poder Público Municipal, que pode assumir o papel de facilitador na mobilização dos segmentos envolvidos, a fim de que os responsáveis diretos consigam cumprir as próximas metas anuais previstas nas Resoluções CONAMA mencionadas.

Com base no exposto e objetivando contribuir para o aprimoramento do sistema de gerenciamento de pneumáticos inservíveis no território nacional, recomendam-se as seguintes estratégias:

- Estratégia 1: Ampliar o ciclo de vida dos pneumáticos, com a finalidade de promover a prevenção da geração de pneus inservíveis. Neste caso, recomenda-se a realização de Campanhas Educativas promovidas pelo Poder Público, objetivando incentivar os consumidores finais a realizarem manutenção periódica nos pneus de seus veículos, considerando que por meio da calibragem e balanceamento dos pneus pode-se ampliar a sua vida útil desses pneumáticos;
- Estratégia 2: Criação de um Fundo de Desenvolvimento Tecnológico para pesquisas que visem o aumento do ciclo de vida do pneu pela busca de materiais mais resistentes ou ecologicamente mais adequados, ou por tecnologias de reciclagem e de reutilização de pneumáticos inservíveis. Recomenda-se a instituição de redução de uma parcela do imposto cobrado dos fabricantes e importadores na comercialização de pneus tanto importados, quanto nacionais, cujo valor arrecadado seria aplicado nessas tecnologias, por meio de convênio, instituído por lei, entre o Poder Público, os segmentos de pneumáticos e as instituições de pesquisa;
- Estratégia 3: Ampliação da participação do Poder Público Municipal na articulação aos responsáveis diretos pelo gerenciamento de pneus inservíveis, com vistas à implementação de coleta de pneumáticos inservíveis, conforme estabelecido na legislação ambiental em vigor. Sugere-se que por ocasião da revisão da Resolução CONAMA nº 258/99,

estabeleça-se à necessidade dos municípios implantarem um Plano de Gerenciamento de Pneus Inservíveis.

Espera-se que o conhecimento do estágio atual dos procedimentos operacionais de gerenciamento e estratégias de minimização apresentados e analisados criticamente nesta pesquisa possam auxiliar os atores envolvidos com esta temática a vencer o desafio imposto pelos pneumáticos inservíveis.

## 11- REFERÊNCIAS

01. ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados. A Resolução CONAMA nº 258/99, que resolve de forma eficaz e definitiva o problema do “lixo-pneu”, começou a ser gerada em 1994. – In: **Resolução CONAMA nº 258/99**, Texto Modificado, 2002. Disponível em: <[http://www.abip.com.br/reso\\_txt.htm](http://www.abip.com.br/reso_txt.htm)> – Acessado em: 16 dez.2002.
02. ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados. Programa Paraná Rodando Limpo. In: **Curitiba Rodando Limpo**, 2003. Disponível em: <<http://www.paranarodandolimpo.com.br>> – Acessado em: 13 dez. 2003.
03. ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública. Recauchutagem de Pneus: Preservação do Meio Ambiente e Economia. **Revista Limpeza Pública** nº 59, Em Foco, p.6, dez. 2002.
04. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos: Classificação. **ABNT/NBR 10.004** – Rio de Janeiro, 1987.
05. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Pneu Velho Vira Óleo Combustível. In: **Curiosidades**, 2003a. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/curioso/cur-0051.html>> – Acessado em: 02 fev. 2003.
06. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Reciclagem no Brasil. In: **Curiosidades**, 2003b. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/curioso/cur-0040.html>> – Acessado em: 02 fev. 2003.
07. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Reutilização de Pneus. **Curiosidades**, 2003c. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/curioso/cur-0021.html>> – Acessado em: 02 fev. 2003.
08. AGÊNCIA BRASIL – RADIOBRÁS. CONAMA Discute Recolhimento Adequado de Pneus Usados. In: **Boletim Informativo MídiaNews**, Meio Ambiente, Ciencia e

Tecnología, 21 mar. 2002. Disponível em: <<http://www.mídiainews.com.br>> Acessado em: 22 maio 2002.

09. ALMEIDA, M.C. et al, 2000. Reciclagem de Pneus Automotivos. In: **55º Congresso da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais**, ABM, Anais, p. 2015-2922. Rio de Janeiro / RJ, jul. 2000.

10. ANDRADE, F.A.V., 1999. CONAMA, Resolução CONAMA 237, de 19/12/97: Um Ato Inválido pela Eiva da Inconstitucionalidade e da Ilegalidade. In: **Revista de Direito Ambiental**, nº 13, jan – mar 99, p. 105 – 115.

11. ANIP – Associação Nacional de Indústrias de Pneumáticos. **Entrevista**: Sr. José Carlos Arnaldi, Assessor da Presidência – Sede da ANIP, em São Paulo / SP, 2002a, data: 17 jul. 2002.

12. ANIP – Associação Nacional de Indústrias de Pneumáticos. **Contato Pessoal**: Sr. José Carlos Arnaldi, Assessor da Presidência – Stand da ANIP, EXPOBOR 2002, Pavilhão Azul, Centro de Exposições do Center Norte, 2002b – data: 05 nov. 2002.

13. ANIP – Associação Nacional de Indústrias de Pneumáticos. **Palestra**: “**Alternativas Tecnológicas para Pneumáticos Pós-Uso**” – Sr. José Carlos Arnaldi, Assessor da Presidência – Sala Eldorado, Senalimp / Feilimp 2003 – Centro de Exposições Imigrantes – data: 28 mar. 2003.

14. ARAÚJO, V.S. Gestão de Resíduos Especiais em Universidades. **Estudo de Caso UFSCar**, Universidades Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2002.

15. BERTOLLO, S.A. et al. Pavimentação Asfáltica: Uma Alternativa para a Reutilização de Pneus Usados. **Revista Limpeza Pública**, nº 54, p.23-30, ABLP, Associação Brasileira de Limpeza Pública, São Paulo/SP, jan. 2000.

16. BFBR, Bridgestone Firestone. Campanha Bridgestone de recolhimento de Pneus é Sucesso. In: **Notícias**, Institucional, 2003, 1p. Disponível em: <<http://www.bfbr.com.br/noticias/recolhimento.asp>> Acessado em: 23 out. 2003.



17. BLUMENTHAL, M.H. Tires. **The Mc Graw-Hill Recycling Handbook**. Hebert F. Lund Pub. New York : McGraw-Hill, cap. 18, p. 18.3-18.63, 1993.
18. BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Pneus - Área de Operações Industriais 2. In: **Gerência Setorial 2**, junho de 1998.
19. BOLETIM GUAÍBA. Pneus Usados são Transformados em Asfalto. In: **Boletim Guaíba**, RS, matéria do Editorial, Agência Brasil, 15 jul. 2003.
20. BORGES, R. Pneus Que Viram Camisetas. In: **Web Resol**, Notícias, 2003.  
Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 11 set. 2003.
21. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 23, de 12 de dezembro de 1996 – In: **Resoluções** – Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 13 nov. 2003.
22. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 237, de 22 de dezembro de 1997 – In: **Resoluções**, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 13 nov. 2003.
23. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 235, de 07 de janeiro de 1998 – In: **Resoluções**, 1998a Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 13 nov. 2003.
24. BRASIL, Constituição, 1998b. Constituição da República Federativa do Brasil: Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1998, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 31/2000 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94 – Brasília: **Senado Federal**, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001. 407 p. CDDir 341.2481. ISBN – 85-7018-204-X.
25. BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Secretaria de Política Industrial **PBR- Programa Brasileiro de Reciclagem**, V.1: Bases para o seu Desenvolvimento Estratégico, 1999a.

26. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999 – In: **Resoluções**, 1999b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 23 fev. 2002.
27. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. In: **Meio Ambiente Industrial**, 2002a Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 17 abr. 2002.
28. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. CONAMA Reforça Proibição da Importação de Pneus Usados. In: **InforMMA** “Sala de Imprensa”, 2002b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 26 mar. 2002.
29. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA. Instrução Normativa nº 8, de 15 de maio de 2002, DOU nº 95, seção 1, de 20 de maio de 2002, Brasília/DF. In: **Base de Dados de Informações Documentárias**, 2002c. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br>> Acessado em: 13 maio 2003.
30. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 301, de 21 de março de 2002 – In: **Resoluções**, 2003a Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 13 nov. 2003.
31. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Memória da 1ª Reunião do GT sobre Pneumáticos, 24 abr. 2003. In: **GT Pneumáticos**, 2003b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado em: 13 maio 2003.
32. BRITO et al. Trabalho Técnico: Ecopneu: Solução da Comlurb para Gerenciamento de Pneus Inservíveis. IN: **22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária**, ABES – Tema III, Resíduos Sólidos, 2003 – In: **Trabalhos Técnicos, Web-Resol Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.web-resol.org>> Acessado em: 21 out. 2003.
33. BRESSAN, S. Brasil Pode Virar “Lixão” Mundial de Pneus. **O Estado de São Paulo**, 17 mar. 2003. Geral – Ambiente, p. A-8.

34. BS COLWAY PNEUS. Instrução Normativa nº 8, de 15 de maio de 2002, IBAMA – In: **Portaria N**, 2002. Disponível em: <<http://www.bscolway.com.br/Documentos/InstruçãoNormativaIbamaXResoluçãoCONAMA.html>> – Acessado em: 30 out. 2002.
35. CAMPO GRANDE NEWS. Bridgestone Promove Campanha de Reciclagem de Pneus. In: **Notícias**, Pneus, Setor Reciclagem.Com, 2003. Disponível em: <<http://setorreciclagem.com.br>> Acessado em 25 set. 2003.
36. CAPONERO, J., LEVENDS, Y.A. & TENÓRIO, J.A.S. Análise Crítica das Tecnologias Aplicadas a Destinação Final de Pneus. In: **55º Congresso da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais**, ABM, Anais – p. 2.593 a 2606 – Rio de Janeiro / RJ – jul. 2000.
37. CAPONERO, J. Reciclagem de Pneus. **Tese de Doutorado**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – São Paulo, 2002 – 164 p. – Apêndice – DEDALUS – Acervo – EPBC – 31200031968.
38. CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem. Ficha Técnica nº 8. In: **Pneus**, 2002. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>> Acessado em: 17 abr. 2002.
39. CETESB, Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Disposição de Pneus em Aterros. In: **Boletim Informativo** – Solo / Resíduos Sólidos, 2002. – Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acessado em: 22 mar. 2002.
40. CIDADES DO BRASIL. Asfalto Ecológico. In: Lançamentos, **Revista Cidades do Brasil**, 2003. Disponível em: <<http://www.cidadesdobrasil.com.br>> – Acessado em: 23 out. 2003.
41. COMISSÃO EUROPÉIA. A EU e a Gestão dos Resíduos. In: **Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Européias**, 2000 – 18p. – 21 x 21 cm. ISBN 92-828-4829-9.

42. COSTA, J.T. Reaproveitamento de Sucata de Pneus. Inviabilidade Técnica ou Econômica? In: **Revista Limpeza Pública**, nº 56, dezembro 2001, p. 24-30 – ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública – São Paulo / SP.
43. COSTA, J.T., et al. O Descarte de Pneus Usados em Londrina. In: **Revista Limpeza Pública**, nº 54, janeiro 2000, p. 5-11 – ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública – São Paulo / SP.
44. CURITIBA RODANDO LIMPO. Programa Vai Transformar Pneu Velho em Combustível – In: **Boletim Curitiba Rodando**, 2003. Disponível em: <[http://www.curitibarodandolimpo.com.br/fest\\_txt.htm](http://www.curitibarodandolimpo.com.br/fest_txt.htm)> Acessado em: 07 jan. 2003.
45. DAVIDOFF, P. Programa: SGR, Sistema de Gestão de Resíduos – Levantamento de Caso: D. Paschoal. In: **Gerência de Marketing, Empresa D. Paschoal**, São Paulo/SP, 14 p., agosto 2003.
46. D'ALMEIDA, M.L.O & SENA, L.B.R. Reciclagem de Outras Matérias. In: **Manual de Gerenciamento Integrado**, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2ª ed. São Paulo, 2000, Publicação IPT 2622 – ISBN 85-09-00113-8.
47. D'ALMEIDA, M.L.O & VILHENA, A. Lixo Municipal. In: **Manual de Gerenciamento Integrado** – 2ª ed. São Paulo, 2000, IPT / CEMPRE – Publicação IPT 2622 – ISBN 85-09-00113-8.
48. DEUTSCHE WELLE: BRASIL. 1845: Patenteado Primeiro Pneu – In: **Deutsche Welle: Brasil** – Calendário Histórico: 10 dez. 2000 – Disponível em: <<http://www.dwelle.de/portuguese-brazilian/calendário/20001210/texto.html>> Acessado em: 08 jan. 2002.
49. DIÁRIO DO GRANDE ABC. Grande Abc vai criar “Ecopontos” de Pneus – In: **Notícias**, 30 jan. 2003a – Disponível em: <<http://www.setorre reciclagem.com.br>> Acessado em: 19 out. 2003.

50. DIÁRIO DO GRANDE ABC. Santo André e São Bernardo (Grande SP) Terão “Ecopontos” de pneus – In: **Notícias**, ABC terá Ecopontos de Pneus, 17 set. 2003b Disponível em: <<http://setorreciclagem.com.br>> Acessado em 12 dez. 2003.
51. DoELG, Department of Environment and Local Government. Landfill Directive 1. In: **Irish Tyre Industry Association**, ITIA, 2002. Disponível em: <<http://www.jxj.com/itia>> Acessado em: 15 dez. 2003.
52. DSO / COMLURB-RIO, Diretoria de Serviços Oeste, Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro. Política da Prefeitura / COMLURB de Gerenciamento de Pneus Inservíveis, 14 de outubro de 2002, 10 p. In: **Trabalhos Técnicos**, Web-Resol, 2002. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/trabtec3.html>> Acessado em: 31 out. 2003.
53. EA, Environment Agency - UK, Agência Ambiental Inglesa. Tyres. In: **EA Tyres Report**, 2001. Disponível em: <<http://www.environment-agency.gov.uk>> Acessado em: 17 nov. 2001.
54. ECHIMENCO, L. Pneus Usados Rendem Lucros. In: **Jornal O Estado de São Paulo**, São Paulo, 17 abr. 2001 – Painel de Negócios, p. PN 1, 3 e 4.
55. ECO-ENGENHARIA. Pneus Ambientalmente Corretos. In: **Revista Saneamento Ambiental**, Dia-a-Dia, 2001, nº 45, p. 11.
56. ECONOCENTER. A Borracha e o Pneu: Reaproveitamento e Reciclagem. In: **Como Proceder Corretamente com o Lixo a ser Reciclado**, 2002. Disponível em: <<http://www.econocenter.com.br/reciclagem/borracha.htm>> Acessado em: 29 ago. 2002.
57. ECOS. Apresentando o Pneu Ecológico. In: **Revista Ecos** nº 19 – Frame 9 – mar. 2002.

58. EPA, United States Environmental Protection Agency. In.: **Boletim Informativo sobre Resíduos de Pneus**, 2002. Disponível em: <<http://www.oaspub.epa.gov/webi/cff.htm>> e “branches” Acessado em: 17 abr. 2002.
59. EPA, United States Environmental Protection Agency. Summary of markets for Scrap Tires. In: **U.S. Environmental Protection Agency**, 1991, EPA/530, SW, 90, 074B.Oct.
60. EPPS, J. A, Uses of Recycled Rubber Tires in Highways – National Cooperative Highway Research Program. In: **Synthesis of Highway Practice 198**, Transportation Research Board, Washington, DC, 1994.
61. FADEL, E. Pneu Usado Vira Manilha em Cascavel. In: **Boletim Agência Estado**, 2002. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/print/2002/out/30/220.htm>> Acessado em: 30 out. 2002.
62. FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. Reciclagem de Pneus. In: **Tecnologia – Revista Minas Faz Ciência**, nº 10, março a maio, 2002 – Publicação Trimestral da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, FAPEMIG – Disponível em: <<http://revista.fapemig.br/10/pneus.html>> Acessado em: 06 jun. 2002.
63. FARRO, W. Sucata Vira Matéria-Prima e Gera Lucro – Desenvolvimento Sustentado. In: **Revista da Indústria** – setembro, 1997, pp. 22-26.
64. FRANGIPANE, et al. Gerenciamento de Resíduos Municipais nas Áreas Metropolitanas da Europa – Uma Estratégia Integrada. In: **Guia Internacional de Gerenciamento de Resíduos Sólidos** – Livro Anual da ISWA (1998/1999). Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0004.html>> Acessado em: 02 fev. 2003.
65. FREITAS, V.P. Direito Administrativo e Meio Ambiente. 3ª Edição, Curitiba: Juruá, 2001.
66. FUNIBER, Fundação Universitária Iberoamericana de Florianópolis / SC. Fabricantes e IBAMA fecham contabilidade sobre destinação de pneus. In: **Notícias**,

2002. Disponível em: <[http://funiber.org.br/noticias\\_ler.php.ler=190.html](http://funiber.org.br/noticias_ler.php.ler=190.html)> Acessado em: 08 set. 2003.

67. GALLACCI, F. As Alternativas para a Reciclagem de Pneus Velhos. In: **Notícias e Destaques**, 2003. Disponível em: <<http://www.reciclaveis.com.br>> Acessado em: 12 jan. 2004.

68. GOMES, D.E.B & MEDINA, H.V. Artigo Científico: Estudo sobre a Reciclagem na Indústria Automotiva e sua Inserção em um Ambiente Virtual de ensino. In: **Artigos Científicos e Outros Textos Brasileiros**, 2001. Disponível em: <[bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml](http://bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml)> Acessado em: 11 nov. 2003.

69. GUIOMARE, AB.S. Artigo: Cidade usa Pneus Velhos para Construir Galeria Pluvial. In: **Boletim 403 – IBS – BIVEC**, volume 1, 2º semestre, 18 jul. 2003. Disponível em: <[bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml](http://bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml)> Acessado em: 11 nov. 2003.

70. GÜNTHER, W.M.R. Minimização de Resíduos. In: **Encontro Nacional de Limpeza Pública – ABLP 25 Anos, Anais**. Associação Brasileira de Limpeza Pública, 1998.

71. GÜNTHER, W.M.R. Apostila: Limpeza Pública e sua Relação com o Meio Ambiente. In: **Gerenciamento dos Serviços de Limpeza Pública – ABLP**, Curso. Associação Brasileira de Limpeza Pública – São Paulo / SP, 1998.

72. GÜNTHER, W.M.R. Minimização de Resíduos e Educação Ambiental. In: **VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP**, Anais. Associação Brasileira de Limpeza Pública – São Paulo / SP, 2000.

73. GUTIERRES, M. Pesquisa: O Uso de Pneus Descartados em Aterros Reforçados, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2003. In: **Agência USP de Notícias**, Engenharia, 20 mar. 2003. Disponível em: <<http://www.usp.br>> Acessado em: 23 abr. 2003.

74. GTZ. A Política de Tratamento do Lixo na Alemanha. In: **Coletânea de Textos Traduzidos: Resíduos, Lixo e Incineração** – Instituto Ambiental do Paraná / Convênio de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha, 1996.
75. HEITZMAN, M. Design and Construction of Asphalt Paving Materials with Crumb Rubber Modifier. In: **Transportation Research Record, 1339**, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1992, p. 1-8.
76. HESSEL, L.M. Artigo: Borracha na Pista. In: **Revista Carga & Cia Virtual**, Tendências. Edição de maio de 2003. Disponível em: <<http://www.cargaecia.com.br>> Acessado em: 13 dez. 2003.
77. IPCT, Instituto de Pesquisa, Ciência e Tecnologia. Pneus. In: **Meio Ambiente Industrial Revista**, 2002. Disponível em: <<http://www.meioambienteindustrial.com.br>> Acessado em: 17 abr. 2002.
78. ISAIIEV, A.I., YUSHANOV, S.P. & CHEN, J. Ultrasonic Devulcanization of Rubber Vulcanizates – I Process Model. **Journal of Applied Polymer Science** – v. 59, n. 5, p. 803 a 813 – 31 jan. 1996.
79. JACOB, D. Artigo: Iniciativas da Bridgestone Firestone na Conservação do Meio Ambiente. In: **Jornal do Meio Ambiente Online**, Notícias, 2003. Disponível em: <<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>> Acessado em: 03 dez 2003.
80. JARDIM, N. S. et al. Lixo Municipal. In: **Manual de Gerenciamento Integrado** – 1º ed. São Paulo, 1995, Instituto de Pesquisas Tecnológicas / CEMPRE, Publicação IPT 2163 – ISBN 85-09-00106-5.
81. JORNAL DO COMÉRCIO. Artigo: Pneus Ecologicamente Corretos. In: **Notícias**, Edição de 15 dez. 2003. Disponível em: <<http://www.setorreclagem.com.br>> Acessado em: 11 set. 2003.
82. JORNAL DO MEIO AMBIENTE. Artigo: A Filial Inglesa da Ford está trabalhando em um programa de reciclagem para que todo o seu lixo industrial seja reaproveitado.



In: **Jornal do Meio Ambiente Online**, Notícias, 2003. Disponível em:

<<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>> Acessado em: 23 dez. 2003.

83. JORNAL O ESTADO DO PARANÁ. Artigo: Pneus Inservíveis de Curitiba Viram Combustíveis em São Paulo. In: **Trans-Iguaçu**, Empresa de Transportes Rodoviários Ltda, Notícias, 2002. Disponível em: <<http://www.transiguacu.com.br>> Acessado em: 08 set. 2003.

84. JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Artigo: O Enfrentamento do lixo Perigoso. In: **Notícias, Setor Reciclagem.Com**, Notícias, 24 dez. 2002. Disponível em: <<http://setorreciclagem.com.br>> Acessado em: 15 out. 2003.

85. JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Artigo: Reciclagem de Pneus ainda é Desafio. In: **Setor Reciclagem.Com**, Notícias, 18 mar. 2003. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br>> Acessado em; 19 out. 2003.

86. JORNAL NACIONAL Reportagem: Pneus Velhos ajudam a combater enchentes no interior de São Paulo. In: **Jornal Nacional**, Edição de 25 jul. 2003, Rede Globo de Televisão, 2003a. Disponível em: <<http://jornalnacional.globo.com>> Acessado em: 25 jul. 2003.

87. JORNAL NACIONAL. Reportagem: A Partir de 2005, no Brasil, todos os Pneus Inutilizáveis Terão Que Ser Reciclados. In: **Jornal Nacional**, Rede Globo de Televisão, Edição de 19 de maio de 2003, 2003b. Disponível em: <<http://www.riotiete.com.br>> Acessado em: 23 out. 2003.

88. JURAS, I.A.G.M. Notas Técnicas: A Questão dos Resíduos Sólidos na Alemanha, na França, na Espanha e no Canadá – Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. In: **Área XI Meio Ambiente, Geografia, Urbanismo, Arquitetura**, Praça dos 3 Poderes, Anexo III, Térreo, Brasília / DF, 2001. Disponível em: <<http://www.câmara.gov.br/internet/diretoria/conteg/notas/108990pdf>> Acessado em: 29 ago. 2002.

89. KHAN, Q. Regulamentação do Lixo – O Próximo Milênio. In: **Livro Anual da ISWA**, International Solid Waste Association, 1999/2000, p. 45-49. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0002.html>> – Acessado em: 02 fev. 2003.
90. LIMA, J.D. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. In: **ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Seção Paraíba, 2000.
91. LOG WEB. Artigo: Termina Campanha de Recolhimento de Pneus Usados Promovida Pela Bridgestone Firestone. In: **Portal Log Web**, Notícias, 2003. Disponível em: <<http://www.logweb.com.br>> Acessado em: 20 dez. 2003.
92. LUSTWERK, A. Artigo: Reciclagem de Pneus Agora é Lei. In: **Meio Ambiente, Revista Bicycle**, nº92, 2002. Disponível em: <<http://www.revistabicycle.com.br>> Acessado em: 13 fev. 2004.
93. MARQUES, C. Norma Brasileira é Modelo Mundial. In: **Jornal Gazeta Mercantil**, São Paulo / SP, Saneamento & Meio Ambiente, p. A-11, 9 jun. 2003.
94. MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 9ª Edição, São Paulo: Malheiros, 2001.
95. MATOS, E.L. **Autonomia Municipal e Meio Ambiente**. Belo Horizonte: Del Rey, 2001.
96. Mercado Eletrônico de Reciclagem. In: Boletim **Informativo Entrecicle** – Informações sobre Reciclagem, 2002. Disponível em: <<http://www.entrecicle.com.br>> Acessado em: 06 abr. 2002.
97. MELO, N.V. Pneus e o Mosquito da Dengue. In: **Revista Limpeza Pública**, nº 47, p. 31-32, 1998 – ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública.
98. MENDES, J. Artigo: Pneu vira Material para Barragens. Muito além do cotidiano. In: **Artigos Técnicos e Outros Textos Brasileiros**, 2003. Disponível em: <[bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml](http://bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml)> Acessado em: 09 nov. 2003.

99. MIGOTTO FILHO, D. et al. Relato de Experiência: Perspectivas da Utilização de Material Reaproveitado de Pneumáticos Usados, em Misturas Asfálticas para Pavimentação Viária. In: **DASF / PRODESAN S. A**, Departamento de Conservação de Vias Asfaltadas da Progresso e Desenvolvimento de Santos S.A – Santos / SP – julho 1999.
100. MORAES, R. Reciclagem de Pneus Avança a Passos Largos – In: **Revista Plástico Moderno**, Edição nº 329, de março de 2002. Disponível em: <<http://www.plasticoonline.com.br>> Acessado em: 12 out. 2003.
101. MORRISON, G.R., STEL, R. & HESP, S A M. Modification of Asphalt Binders and Asphalt Concrete Mixes with Crumb and Chemically Desvulcanized Waste Rubber. In: **Transportation Research Record** – n. 1515, p. 56 – 63, jul. 1995.
102. MPPR, Ministério Público do Estado do Paraná. Lei nº 12.493 de 22 de janeiro de 1999. In: **Legislações**, 2002. Disponível em : <<http://www.mp.pr.gov.br>> Acessado em: 03 mar. 2002.
103. MUSTAFA, S. Artigo: Resolução CONAMA que obriga destruição de material usado estimula a geração de negócios. In: **Boletim 402 – IBS – BIVEC**, 1º semestre, 2002. Disponível em: <[bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml](http://bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml)> Acessado em: 20 dez. 2003.
104. ODA, S. Reutilização de Pneus como Alternativa para Aumento as Vida Útil de Aterros. In: **Fórum Ambiental**, Anais, 2002. Disponível em: <[http://www.maringa.pr.gov.br/forumambiental/anais/palestra/resid\\_sandraoda.htm](http://www.maringa.pr.gov.br/forumambiental/anais/palestra/resid_sandraoda.htm)> Acessado em: 09 nov. 2002.
105. OLIVEIRA, L.H.W. Apostila: Organização Institucional e Soluções Conjuntas de Tratamento e Destino Final. In: **Gerenciamento dos Serviços de Limpeza Pública**, Curso. ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública – São Paulo / SP, 1998.
106. OLIVEIRA, E.B. Artigo: O Desafio da Reciclagem – In: **Revista O Carreteiro**, Reciclagem, Edição 316, ano 2000. Disponível em: <<http://www.revistaocarreteiro.com.br>> Acessado em: 12 nov. 2003.

107. OURO FINO NEWS. Projeto de Alunos do CEFET: Garrafa PET é Matéria Prima na Construção de Casas. In: **Boletim Informativo da Empresa de Águas Ouro Fino Ltda.**, Ano IV, nº 30, abr-mai-jun / 2001. P. 5 – Curitiba / PR.
108. PARDEZ, P.A J. Artigo: Responsabilidade Pós-Consumo. In: **Revista Banas** Qualidade, Gestão, Processos e Meio Ambiente, Ano XI – fevereiro 2002, nº 117, p. 42-46.
109. PETROBRÁS, Petróleo Brasileiro S/A. Reciclagem de Pneus. In: **Catálogo Técnico** – Processo PETROSIX com Pneus, 2002.
110. PETROBRÁS, Petróleo Brasileiro S / A Artigo: Reciclagem de Pneus. In: **Respeito ao Meio Ambiente**, 2003. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br>> Acessado em: 03 dez. 2003.
111. PMFI, Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. Artigo: Meio Ambiente inicia operação de coleta de pneus. In: **Agência Municipal de Notícias**, 25 jul. 2003, 2003a Disponível em: <<http://www.fozdoiguacu.pr.gov.br>> Acessado em: 10 dez. 2003.
112. PMFI, Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. Artigo: Meio Ambiente envia 3 mil pneus para reciclagem. In: **Agência Municipal de Notícias**, 8 ago. 2003, 2003b. Disponível em: <<http://www.fozdoiguacu.pr.gov.br>> Acessado em: 10 dez. 2003.
113. PMFI, Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. Artigo: Meio Ambiente envia terceira carga de pneus neste mês. In: **Agência Municipal de Notícias**, 15 ago. 2003, 2003c. Disponível em: <<http://www.fozdoiguacu.pr.gov.br>> Acessado em: 10 dez. 2003.
114. PMN, Prefeitura Municipal de Natal. Artigo: Pneus Inservíveis Terão Destinação Final Ambientalmente Adequada. In: **Notícias**, 2003. Disponível em: <<http://www.natal.rn.gov.br>> Acessado em: 10 dez. 2003.

115. PMP, Prefeitura Municipal de Pirassununga. Artigo: Prefeitura vai Conhecer Projeto Nordestino de Irrigação. In: **Notícias**, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.pirassununga.com.br>> Acessado em: 23 out. 2003.
116. PMS, Prefeitura Municipal de Santiago. Artigo: Pneus Inservíveis terão destinação. In: **Notícias**, Prefeitura Municipal de Santiago, 04 dez. 2003. Disponível em: <<http://www.pmsantiago.com.br>> Acessado em: 13 fev. 2004.
117. PMSS, Prefeitura Municipal de São Sebastião. Artigo: São Sebastião Faz Acordo com Indústrias de Pneus para Combater à Dengue. In: **Litoral Norte Paulista**, Últimas Notícias, 2002. Disponível em: <<http://www.litoralvirtual.com.br>> Acessado em: 08 dez. 2003.
118. RRI, Recycling Research Institute. Scrap Tyre Plan. State Scrap Tyre Management Programs: Albert Successful Task. In: **Recycling Research Institute**, Bulletin. Annais... Canadá: Edmonton, 2002.
119. RESCHNER, K. Scrap Tire Disposal Statistics. In: **Waste Management World**, 2002. Disponível em: <<http://www.jxj.com/wmw/index.html>> Acessado em: 20 nov. 2003.
120. RESOL ENGENHARIA LTDA. In: **Compilação de Diversas Legislações Ambientais no Brasil**, 2002. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 21 fev. 2002.
121. RIBEIRO, M. A. Diretrizes Técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos. In: **VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública**, Anais. ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública – São Paulo / SP, 2002.
122. RIGONATO, A, ARAÚJO, F. & DIAS, S. Artigo: Indústria desenvolve programa para eliminar pneus usados. In: **Jornal do Meio Ambiente Online**, Notícias, 2003. Disponível em: <<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>> Acessado em: 30 jan. 2004.

123. RIOS, C. Novos Negócios Ambientais. In: **Jornal Gazeta Mercantil**, Editorial, Opinião – Edição de 16 de junho de 2003 – p. A 3 – São Paulo / SP, 2003a.
124. RIOS, C. Artigo: Pneus Velhos geram energia e novos produtos. In: **Jornal Gazeta Mercantil**, Edição de 27 mar. 2003, 2003b. Disponível em: <<http://www.udop.com.br>> Acessado em: 08 dez. 2003.
125. RIXON, B. Artigo Técnico: Minimização de Resíduos na Austrália – Publicado no III Guia Internacional de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. In: **Livro Anual da ISWA (1998/1999)** – p. 150 -160. Disponível em: <<http://www.bivec.paperj.databasemart.cnpq>> Acessado em: 11 nov. 2003.
126. RPNEWS, Rio Preto News. Artigo: Pneus Velhos Ganham Nova Destinação – In: **Notícias**, Rio Preto News, Agência de Notícias da Rio Preto Net, 2003. Disponível em: <<http://www.rpnews.com.br>> Acessado em: 08 set. 2003.
127. SANEAMENTO BÁSICO. Artigo: CE estuda tecnologia de aproveitamento do pneu para produção de asfalto ecológico. In: **Notícias, Saneamento Básico**, o Site, de 11 de setembro de 2003. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 20 set. 2003.
128. SANTORO, V. Artigo: Campanha Bridgestone de Recolhimento de Pneus Atinge Meta em Cinco Dias. In: **Notícias, Agência de Pautas**, 2003. Disponível em: <<http://www.maxpressnet.com.br>> Acessado em: 12 ago. 2003.
129. SANTOS, A.L.T. **Plano de Gerenciamento do Pneu** – Resíduo: Metodologia, 122 f. – dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas – Campinas / São Paulo, 2002.
130. SENADO FEDERAL **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Substituto ao PL nº 203/91 – Brasília / DF, 2002.
131. SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico** – 21ª ed. rev. e ampl. – São Paulo - Cortez Editora, 2000.

132. SILVA, A.M. Trabalho Técnico: Nova Proposta de Reutilização de Pneus Inservíveis. In: **Trabalhos Técnicos**, Web-Resol Resíduos Sólidos, 2002. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 31 out. 2003.
133. SILVA, R.N.M., ARAÚJO, C.R.S. & GARCEZ, R.M. Trabalho Técnico: Proteção de Encosta com Pneus – Saneamento Ambiental no Coroadinho em São Luís – Anais do IX SILUBESA, Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. In: **Trabalhos Técnicos**, Web-Resol Resíduos Sólidos – Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 31 out. 2003.
134. SITE PLANET ARK. Publicação: Os Benefícios da Reciclagem. In: **Publicação do Site Planet Ark**, Os Benefícios da Reciclagem, 2003. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0013.html>> Acessado em: 02 fev. 2003.
135. SMAM, Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre. Artigo: Pneus Usados Deverão Ter Destinação Adequada. In: **Notícias**, SMAM, 2003. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br>> Acessado em: 12 fev 2004.
136. SNYDER, R.H. The Shape and Size of The Scrap Tire Problem and Some Potential Solutions. In: **Conference on Tire Tecnology**, 1986, Clemson Proceedings – Clemsom: University Greenville, Carolina do Sul, USA.
137. SOUZA, F.A Utilização de Pneus Pós-Consumo como Combustível em Fornos de Cimento. In: **Artigos Científicos e outros Textos Técnicos Brasileiros**, 2001. Disponível em: <[bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml](http://bivec.paperj.databasemart.cnpq/bivec@bivec.shtml)> Acessado em: 11 nov. 2003.
138. TAYLOR, D.C. Políticas para Minimização de Resíduos Sólidos. In: **Waste Management & Research**, A Geração de Resíduos Sólidos Municipais, Universidade Estadual de Dakota do Sul, EUA, vol.18, p. 406-419, 2000.

139. TENG, H. et al. Reprocessing of Used Tires into Activated Carbon and Other Products. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 34, n 9, p. 3.102-11, sep.1995.
140. TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; ELLIASSEN, R. **Integrated Solid Waste Management**. New York: McGraw – Hill – Cap. 15, p. 758-760, 1993.
141. THIESEN, M.O. Metodologia de Minimização Aplicada no Gerenciamento de Resíduos. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Trabalho Técnico III-48**, 2001.
142. TOMAZELA, J.M. Artigo: Borracha de Pneus Velhos é Usada em Asfalto. In: **Jornal O Estado de São Paulo**, Caderno Cidades, Edição de 21 de março de 2003 – Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 30 nov. 2003.
143. TOMMASINI, G. Pneus: Desafio da Reciclagem. In: **Revista Autoesporte**, nº 421, ano 36, Seção Ponto de Vista, 2001. Disponível em: <[http://www.autoesporte.globo.com/pneusdesafiosdareciclagem\\_arquivos/pontodevista.htm](http://www.autoesporte.globo.com/pneusdesafiosdareciclagem_arquivos/pontodevista.htm)> Acessado em; 13 nov. 2001.
144. TYRE RECYCLING. Artigo: Reciclagem de Pneus é uma Proposição Única para o Meio Ambiente. In: **Pisos de Borracha**, 2002. Disponível em: <<http://www.tyrerecyclingsucess.com>> Acessado em: 22 nov. 2003.
145. VIVEIROS, M. Artigo: Reciclagem de Pneus Supera Meta em 2002. Jornal Folha de São Paulo, Edição de 24 de fevereiro de 2003. In: **Informativo Panorama Ambiental** – Disponível em: <<http://www.pick.upau.com.br>> Acessado em: 08 set. 2003.
146. VOGEL, G. Retorno dos Produtos como Parte da política do lixo – O Sistema Dual Alemão-Austríaco. In: **ABRELPE**, Textos Técnicos, 2002. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0014.html>> Acessado em: 02 fev. 2003.



147. WARMER BULLETIN, 2001 – Iniciativa Sul Africana para Recuperação de Pneus. In: **Warmer Bulletin nº 78**, ficha 7/2001, maio 2001, Inglaterra. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acessado em: 21 out. 2003.
148. WILSON, D.C. Direções no Gerenciamento de Resíduos – Passado, Presente e Futuro. In: **Livro Anual da ISWA**, International Solid Waste Association, 1999/2000, p. 31/36. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0011.html>> Acessado em: 02 fev. 2003.
149. WAGNER, J.P. & CARABALLO, S.A Toxic Species Emissins from Controlled combustion of Selet Rubber and Plastic Consumer Products. **Polimer Plastic Technology and Engineering**, V, 36, n 2, p. 189-224, 1997.
150. WEBJORNAL.NET. Artigo: Reciclagem de Pneus em Sorocaba. In: **Notícias**, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.webtrans.com.br>> Acessado em: 08 set. 2003.
151. ZANTA, V.M. Sistemas de Saneamento e Meio Ambiente – Módulo: Saneamento. In: **Curso de Especialização em Engenharia Urbana**, apostilas do curso. UNISANTA / UFSCar, 2001.

## **ANEXO A - LEGISLAÇÕES**

### **A.I- Resolução CONAMA nº 258/99**

## **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

### **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA)**

#### **RESOLUÇÃO Nº 258, DE 26 DE AGOSTO DE 1999**

O CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA, no uso de suas atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento interno, e

Considerando que os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública;

Considerando que não há possibilidade de reaproveitamento desses pneumáticos inservíveis para uso veicular e nem para processos de reforma, tais como recapagem, recauchutagem e remoldagem;

Considerando que uma parte dos pneumáticos novos, depois de usados, pode ser utilizada como matéria prima em processos de reciclagem;

Considerando a necessidade de dar destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura, aos pneumáticos inservíveis, resolve:

Art. 1º. As empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos 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.

Parágrafo único. As empresas que realizam processos de reforma ou de destinação final ambientalmente adequada de pneumáticos ficam dispensadas de atender ao disposto neste artigo, exclusivamente no que se refere a utilização dos quantitativos de pneumáticos coletados no território nacional.

Art. 2º. Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se:

I – pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos;

II – pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum-TEC;

III – pneu ou pneumático reformado: 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 efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum-TEC;

IV – pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional.

Art. 3º. Os prazos e quantidades para coleta e destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneumáticos inservíveis de que trata esta Resolução, são os seguintes:

I – a partir de 1º de janeiro de 2002: para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

II – a partir de 1º de janeiro de 2003: para cada dois pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

III – a partir de 1º de janeiro de 2004:

a) para cada um pneu novo fabricado no País ou pneu novo importado, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

b) para cada quatro pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

Parágrafo único. O disposto neste artigo não se aplica aos pneumáticos exportados ou aos que equipam veículos exportados pelo País.

Art. 4º. No quinto ano de vigência desta Resolução, o CONAMA, após avaliação a ser procedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, reavaliará as normas e procedimentos estabelecidos nesta Resolução.

Art. 5º. O IBAMA poderá adotar, para efeito de fiscalização e controle, e equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis.

Art. 6º. As empresas importadoras deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, previamente aos embarques no exterior, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no art. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades a serem importadas, para efeitos de liberação de importação junto ao Departamento de operações de Comércio Exterior-DECEX, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Art. 7º. As empresas fabricantes de pneumáticos deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, anualmente, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no art. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades fabricadas.

Art. 8º. Os fabricantes e os importadores de pneumáticos poderão efetuar a destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneus inservíveis de sua responsabilidade, em instalações próprias ou mediante contratação de serviços especializados de terceiros.

Parágrafo único. As instalações para o processamento de pneus inservíveis e a destinação final deverão atender ao disposto na legislação ambiental em vigor, inclusive no que se refere ao licenciamento ambiental.

Art. 9º. A partir da data de publicação desta Resolução fica proibida a destinação final inadequada de pneumáticos inservíveis, tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto.

Art. 10. Os fabricantes e os importadores poderão criar centrais de recepção de pneus inservíveis, a serem localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais

e demais normas vigentes, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada.

Art. 11. Os distribuidores, os revendedores e os consumidores finais de pneus, em articulação com os fabricantes, importadores e Poder Público, deverão colaborar na adoção de procedimentos, visando implementar a coleta dos pneus inservíveis existentes no País.

Art. 12. O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará sanções estabelecidas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de 12 de setembro de 1999.

Art. 13. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

OSÉ SARNEY FILHO  
Presidente do CONAMA

OSÉ CARLOS CARVALHO  
Secretário-Executivo

Publicada no DOU de 02/12/1999.

**A.II- Resolução CONAMA nº 301/02****MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE****CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA)****RESOLUÇÃO Nº 301, DE 21 DE MARÇO DE 2002**

Altera dispositivos da Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999, que dispõe sobre Pneumáticos.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe confere a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a necessidade de se alterar a Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, visando sua melhor aplicação, resolve:

Art. 1º. Alterar e incluir os seguintes Considerandos à Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, que passam a vigorar com a seguinte redação:

“.....  
Considerando que os pneumáticos novos, depois de usados, podem ser utilizados em processos de reciclagem;

“.....  
Considerando que a importação de pneumáticos usados é proibida pelas Resoluções CONAMA nº 23, de 12 de dezembro de 1996 e 235, de 7 de janeiro de 1998;

Considerando que se faz necessário o controle do passivo ambiental gerado pelos pneumáticos usados oriundos de veículos automotores e bicicletas;

Considerando que de acordo com a legislação vigente, compete ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, o controle, a fiscalização e a edição dos atos normativos pertinentes à Resolução; resolve:” (NR)

Art. 2º. Alterar os arts. 1º, 2º, 3º, 11 e 12 da Resolução CONAMA nº 258, de 1999, e acrescentar o art. 12-A, que passa a vigorar com a seguinte redação.

“Art. 1º. As empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas ficam obrigadas a coletar e das destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas.

.....” (NR)  
“Art. 2º. ....

I – Pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos automotores e bicicletas;

.....

IV – Pneu ou pneumático inservível: 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.” (NR).

“Art. 3º. Os prazos e quantidades para coleta e destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneumáticos inservíveis resultantes de uso em veículos automotores e bicicletas de que trata esta Resolução, são os seguintes:

I – a partir de 1º de janeiro de 2002: para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus importados, novos ou reformados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

II – a partir de 1º de janeiro de 2003: para cada dois pneus novos fabricados no País ou pneus importados, novos ou reformados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível.” (NR)

.....  
“Art. 11. Os distribuidores, os revendedores, os reformadores, os consertadores, e os consumidores finais de pneus, em articulação com os fabricantes, importadores e Poder Público, deverão colaborar na adoção de procedimentos, visando implementar a coleta dos pneus inservíveis existentes no País.” (NR)

“Art. 12. O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará nas sanções estabelecidas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999.” (NR)

“Art. 12-A. As regras desta Resolução aplicar-se-ão também aos pneus usados, de qualquer natureza, que ingressarem em território nacional por força de decisão judicial.” (NR)

.....  
Art. 3º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

MARINA SILVA  
Presidente do CONAMA

Publicada no DOU de 28/08/2003.

### **A.III- IBAMA – Instrução Normativa nº 08/02**

## **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

### **INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA)**

#### **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 08, DE 15 DE MAIO DE 2002.**

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA, nomeado pelo Decreto de 02 de abril de 2002, e no uso de suas atribuições que lhe confere o art. 24 do Anexo I, do Decreto nº 3.833, de 5 de junho de 2001, publicado no Diário Oficial da União do dia subsequente, e

Considerando o disposto na Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, sobre a destinação e o gerenciamento ambientalmente adequado de pneumáticos inservíveis oriundos de veículos automotores e bicicletas;

Considerando que a referida Resolução demanda ao IBAMA determinadas atividades fundamentais para a sua implementação;

Considerando o passivo gerado pelos pneumáticos inservíveis e os possíveis danos que podem causar ao meio ambiente e a saúde humana;

Considerando o disposto na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei nº 10.165, de dezembro de 2000 que institui o Cadastro Técnico Federal e obriga o sujeito passivo da TCFA a apresentar Relatório de Atividades,

Resolve:

Art. 1º - Instituir, no âmbito do IBAMA, os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, quanto ao cadastramento de fabricantes e importadores de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas, assim como o cadastramento de processadores e destinadores de pneumáticos de veículos automotores e bicicletas.

Parágrafo Único – Para efeitos dessa Instrução Normativa, são adotadas as seguintes definições:

a) processador de pneumáticos inservíveis oriundos de veículos automotores e bicicletas: são aqueles que, por meios mecânicos, seguidos ou não da segregação dos componentes originais, preparam os pneumáticos inservíveis para a destinação final;

b) destinadores de pneumáticos inservíveis oriundos de veículos automotores e bicicletas: são aqueles que fornecem uma destinação ambientalmente adequada para pneumáticos inservíveis, inteiros ou pré-processados;

c) destinação ambientalmente adequada de pneumáticos inservíveis: qualquer procedimento ou técnica, devidamente licenciada pelos órgãos ambientais competentes, nos quais pneumáticos inservíveis inteiros ou pré-processados são descaracterizados, por meios físicos ou químicos, podendo ou não ocorrer reciclagem dos elementos originais ou de seu conteúdo energético. A simples transformação dos pneumáticos inservíveis em retalhos, lascas ou cavacos de borracha não é considerada destinação ambientalmente adequada dos mesmos.

Art. 2º - Os fabricantes e importadores de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas, bem como os processadores e destinadores de pneumáticos inservíveis, deverão se inscrever no Cadastro Técnico Federal, junto ao IBAMA, conforme disciplinado no art. 1º da Instrução Normativa nº 10, de 17 de agosto de 2001.

Parágrafo único – Ficam dispensados do cadastramento e da destinação final de pneumáticos, os casos enquadrados na Portaria do IBAMA nº 86, de 17 de outubro de 1996, que trata da conversão da licença para uso da configuração do veículo ou motor – LCVM.

Art. 3º - As empresas que já apresentaram o Relatório de Atividades, previsto no art. 2º da IN nº 10, de 2001, devem retificar as informações prestadas até 60 (sessenta) dias, contados a partir da publicação desta Instrução Normativa.

Art. 4º - Ficam determinadas, para efeitos de fiscalização e controle, os pneumáticos abaixo discriminados, com as respectivas equivalências em peso:

- a) bicicleta: 0,45 Kg (quatrocentos e cinquenta gramas);
- b) motocicleta: 2,5 Kg (dois e meio quilogramas);
- c) automóvel: 5,0 Kg (cinco quilogramas);
- d) camioneta: 12 Kg (doze quilogramas);
- e) caminhão e ônibus: 40 Kg (quarenta quilogramas);
- f) trator: 41,0 Kg (quarenta e um quilogramas);
- g) fora de estrada e terraplanagem: 84 Kg. (oitenta e quatro quilogramas).

Art. 5º - A comprovação da destinação de pneumáticos inservíveis, de que trata a Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, será efetuada no ato do preenchimento do mencionado Relatório de Atividades.

§ 1º - deverão ser expedidas declarações para cada tipo de pneumáticos produzido ou importado.

§ 2º - Os fabricantes ou importadores de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas deverão manter um registro que permita comprovar, não somente a destinação das quantidades especificadas em suas declarações, mas também os respectivos destinadores.

Art. 6º - As exigências constantes desta Instrução Normativa não isentam os cadastrados de atenderem a outros requerimentos que possam vir a ser exigidos mediante mecanismos legalmente constituídos sobre a matéria.

Art. 7º - O não cumprimento do previsto nesta Instrução Normativa tornará os infratores passíveis de punição, conforme a legislação vigente.

Art. 8º – Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

RÔMULO JOSÉ FERNANDES BARRETO MELLO  
Presidente Interino do IBAMA

Inclui: ANEXO I – DECLARAÇÃO DE DESTINAÇÃO DE PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS.

Publicado no DOU nº 95, Seção 1, de 20/05/2002.