

Universidade Católica de Santos

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão de Negócios

O Produto Pneu e sua reciclabilidade: Resíduo Sólido não convencional.

Aguinaldo Salvador Mulha

**SANTOS
2008**

Universidade Católica de Santos

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão de Negócios

O Produto Pneu e sua reciclabilidade: Resíduo Sólido não convencional.

Aguinaldo Salvador Mulha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão de Negócios da Universidade Católica de Santos – UNISANTOS, desenvolvida sob a orientação do Prof. Dr. João Eduardo Prudêncio Tinoco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Gestão de Negócios. Área de concentração: Organização e Gestão.

SANTOS
2008

O Produto Pneu e sua reciclabilidade: Resíduo Sólido não convencional

Aguinaldo Salvador Mulha

Esta dissertação será julgada pelo programa de Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão de Negócios da Universidade Católica de Santos como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão de Negócios.

Prof. Dr. Getulio Kazue Akabane
Coordenador do Curso

Prof. Dr. João Eduardo Prudêncio Tinoco.
Orientador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. João Eduardo Prudêncio Tinoco.

Prof. Dr. Léo Tadeu Robles

Prof. Dr. Joshua Onome Imoniana

Dados Internacionais de Catalogação
Sistema de Bibliotecas da Universidade Católica de Santos - UNISANTOS
SibiU

M954p Mulha, Aguinaldo Salvador
O Produto Pneu e sua reciclabilidade: Resíduo Sólido não convencional./
Aguinaldo Salvador Mulha - Santos:
[s.n.] 2008.
(160)f.; 30 cm. (Dissertação de Mestrado - Universidade Católica de Santos, Programa em Gestão de Negócios)

I. Sobrenome, Nome. II. Título.

CDU 65.01(043.3)

Dedicatória

Dedico este trabalho

A todos que repudiam a incerteza do talvez e garimpam nos obstáculos,
Buscando as certezas em suas esperanças, mesmo que dela
Por muitas vezes, advenha à certeza de um não!

A aqueles que não se arrependem do que fizeram e sim do que deixaram de fazer
Reconhecendo suas falhas e seus equívocos com responsabilidade,
Transformando-os em aprendizado para si e para muitos!

E por fim, a todos que acreditam em seus ideais, e que será só um sonho,
Se for apenas o ideal de um!

~~~

Haverá na face de todos um profundo assombro  
E na face de alguns risos sutis cheios de reserva  
Muitos se reunirão em lugares desertos  
E falarão em voz baixa em novos possíveis milagres  
Como se o milagre tivesse realmente se realizado  
Muitos sentirão alegria  
Porque deles é o primeiro milagre  
E darão o óbolo do fariseu com ares humildes  
Muitos não compreenderão  
Porque suas inteligências vão até os processos  
E já existem nos processos tantas dificuldades...  
Alguns verão e julgarão com a alma  
Outros verão e julgarão com a alma que eles não têm  
Ouvirão apenas dizer...  
Será belo e será ridículo  
Haverá quem mude como os ventos  
E haverá quem permaneça na pureza dos rochedos  
No meio de todos eu ouvirei calado e atento, comovido e risonho  
Escutando verdades e mentiras  
Mas não dizendo nada  
Só a alegria de alguns compreenderem bastará  
Porque tudo aconteceu para que eles compreendessem  
Que as águas mais turvas contêm às vezes as pérolas mais belas.

**Acontecimentos  
Vinicius de Moraes**

## **AGRADECIMENTOS**

...Bela manhã!

Há em mim um otimismo sem igual, uma alegria indescritível!

Hoje passo a frente às horas de angústia e de ansiedade, dos dias inquietos e das madrugadas não dormidas... Ou amanhecidas debruçadas a textos e teclado de computador.

Deixo para traz, a clausura dos finais de semanas no escritório, da quase deserção da família em meio às obrigações profissionais e a tão necessária, mas satisfatória dedicação à leitura e interpretação dos textos durante as poucas horas em que permanecia em casa.

Em breve escreverei as últimas linhas de minha dissertação: O “Agradecimento”.

Agradecerei acima de tudo a Deus!

Por ter me abençoado com a presença e o respeito deste que é meu orientador, meu mestre e por quem reconheci um amigo: Dr. João Eduardo Prudêncio Tinoco.

Sempre foi motivo de admiração, a forma com que este senhor, meu Professor, orientou-me com a seriedade de seu caráter e exigente personalidade acadêmica, cumpridor de suas responsabilidades de educador. E mesmo quando não consegui corresponder as suas expectativas, as suas ações lembraram-me, como aos outros orientandos, quão humano o é e necessitamos sê-lo!

Agradecerei a Deus, pela mulher que partilhou a todos esses momentos com dignidade, sendo companheira, amiga e esposa singular, transformando a situação, mantendo-me esperançoso e ativo. Andréa haverá sempre uma emoção maior em cada gesto de carinho!

Injusto seria, até mesmo com Deus, se deixasse de agradecê-lo pela equipe que nesses meses partilhou comigo as glórias e os reveses desta incrível e inesquecível jornada. Aos colegas mestrandos e aos Professores, entre outros, Dr. Ícaro Cunha, Dr. Leo Robles, Dr. Getúlio Akabane e Dr. Belmiro João. O sucesso é a concretização da responsabilidade e da satisfação!

Às queridas secretárias da Pós Graduação, Fátima, Cátia, Mônica, Eliane e Irismar, à equipe do laboratório de Informática e as gentis e sempre prestativas bibliotecárias. Por vocês também, agradecerei a Deus.

Ademais, como deixar também de agradecer a Deus, por ter me permitido concluir este sonho em uma cidade magnífica como a de Santos e em uma instituição honrada, com atitudes coerentes e responsáveis à sociedade da Baixada Santista, refletindo-se por todo o Brasil. Atitudes estas, confirmadas pelo reconhecimento junto a CAPES – Centro de Aperfeiçoamento de Professores do Ensino Superior, a qual me disponibilizou condições financeiras, provendo-me recursos à concretização deste Mestrado em Gestão de Negócios. A este importante órgão do Governo do Brasil, meus sinceros e respeitosos agradecimentos.

Por fim agradeço por meus pais, irmãos e toda a família, que por muitas vezes deixei-os para poder afirmar com responsabilidade este meu ideal, mas que certamente ansiavam em seus corações por este feito. Também aos meus amigos, muito lhes sou grato pelo apoio.

Agradecerei sempre por tudo o que passamos e por todos, com a fé que me anima a emoção e a esperança no futuro que agora me enche a mente e o sentimento!

Que a paz seja o objetivo maior de nossos anseios e destinos.

Em Deus agradecerei e seguirei sempre!

## RESUMO

Esta dissertação objetivou pesquisar a relação do produto pneu com o meio ambiente avaliando as conseqüências nas fases de consumo, contextualizando a análise do produto massificado quanto ao potencial de reciclabilidade e geração de negócios, emprego e renda da atividade de reciclagem após o seu descarte. Realçou a necessidade de a coletividade envolver-se em ações de gestão coletiva, visando minimizar os aspectos dos impactos negativos no desenvolvimento humano e a recuperação do meio ambiente degradado. Destaca inicialmente a evolução histórica a partir da revolução industrial caracterizada entre outros fatos pela administração científica de Taylor combinada com as inovações do modelo de produção de Henry Ford. Esses modelos criaram situações determinantes para a produção de produtos em escala, e com ela a disseminação do consumo de massa e a massificação dos produtos. Ademais, incitou os padrões de consumo mundial e sem questionamento à sociedade quanto aos recursos naturais, privilegiaram-se as cadeias produtivas, contrapondo-se às sensíveis ligações ecológicas e ambientais. A grande questão em relação às conseqüências da Revolução Industrial dos últimos duzentos anos, e que neste trabalho mostra-se como sendo de relevante importância é a de “o que” e “como” fazer para que toda a cultura de consumo desenvolvida seja transformada. Das reflexões deste desafio, o pneu torna-se um passivo ambiental que ostenta complexidade e singularidade nas alternativas de seu descarte ambientalmente aceitável. Nesta pesquisa propõem-se alternativas que venham a favorecer a conservação da vida e do meio ambiente, através da consciência sobre a reutilização do lixo, referencialmente aos pneus, evidenciando o uso da contabilidade ambiental e sua divulgação, favorecendo ao cooperativismo e responsabilidade social, amparada pelos propósitos da gestão ambiental. A reciclagem dos pneus inservíveis torna-se uma alternativa crescente e conscientemente viável. A metodologia utilizada foi a de pesquisa exploratória, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, visualizando com profundidade os aspectos relacionados aos pneus, sua vida útil, modos de descarte, reciclagem e impactos ambientais, no contexto da sustentabilidade. Para agregar esclarecimentos aos aspectos de consumo em especial, desenvolveu-se uma reflexão através de simulação matemática demonstrando o impacto gerado de seu consumo. Da mesma forma salienta-se o enorme avanço da legislação ambiental concordante às necessidades de adequação entre o volume de pneus produzidos e importados e a destinação final dos mesmos. A Resolução CONAMA 258/99 é exemplar e mesmo questionada por muitos países através da OMC, é legitimada pela comunidade internacional. Mas há de se definir sempre um descarte consciente do produto pneu. Há de se perceber também, o novo produto e o produto advindo do reutilizável ou reciclável com uma real destinação final amparada por aspectos ambientais e socialmente compatíveis com as necessidades da comunidade de seu entorno e da manutenção da empresa fabricante. Verificou-se em decorrência da pesquisa empreendida que a atividade de reciclagem, nos aspectos concernentes à reciclagem de pneus denota uma importância empreendedora e econômica. Fornece bases para a formatação de estratégias de desenvolvimento humano como meio de conquistar maior comprometimento às metas das empresas fabricantes combinadas com a sustentabilidade e respeito ao meio ambiente e a responsabilidade social e ambiental.

**Palavras Chave: Pneus, Resíduo, Reciclagem, Desenvolvimento Humano.**

## ABSTRACT

This scientific study objectified to search the relation of the product tire with the environment evaluating the consequences in the phases of consumption, describing the analysis of the product of very consumed how much to the potential of business-oriented from your recycling and generation job and income of the activity of recycling after its discarding. It enhanced the necessity of the collective to become involved itself in action of collective management, aiming at to minimize the aspects of the negative impacts in the human development and the recovery of the degraded environment. It detaches initially the historical evolution from the industrial revolution among others characterized facts for the scientific administration of Taylor combined with the innovations of the model of production of Henry Ford. These models had created determinative situations for the production of products in scale, and with it the dissemination of the mass consumption and the expansion of the products. In addition, stirred up the standards of world-wide consumption and without questioning to the society how much to the natural resources, the productive chains had been privileged, opposing it the sensible ecological and ambient linking's. The great question in relation to the consequences of the Industrial Revolution of last the two hundred years, and that in this work it reveals as being of excellent importance is of "what" and "as" to make so that all the developed culture of consumption is transformed. Of the reflections of this challenge, the tire becomes ambient liabilities that exhibit complexity and singularity in the alternatives of its ambiently acceptable discarding. In this research the cooperatives and social responsibility, supported for the intentions of the ambient management are considered alternative that they come to favor the conservation of the life and the environment, through the conscience on the reutilizes of the garbage, in references to the tires, evidencing the use of the ambient accounting and it's spreading, favoring to. Recycling of used tires no longer becomes a growing and consciously viable alternative. The used methodology was of exploratory research, developed by means of bibliographical revision, visualizing with depth the aspects related to the tires, its useful life, and ambient ways of discarding, recycling and impacts, in the context of the support. To add clarifications to the aspects of consumption in special, a reflection through mathematical simulation was developed demonstrating the generated impact of its consumption. In the same way salient the enormous advance of the concordant ambient legislation to the adequacy necessities enters the volume of tires produced and imported and the final destination of the same ones. Resolution CONAMA 258/99 is exemplary and exactly questioned for many countries through the OMC, she is legitimated for the international community. But it has of if always defining a conscientious discarding of the product tire. It has of if also perceiving, the new product and the product happened of the reusable or recyclable with one real final destination supported by ambient and socially compatible aspects with the necessities of the community of its surroundings and the maintenance of the company manufacturer. It was verified in result of the undertaken research that the activity of recycling, in the concernments aspects to the recycling of tires denotes an enterprising and economic importance. It supplies bases the formatting of strategies of human development as half to conquer greater commitment to the goals of the companies manufacturers combined with the support and respect to the environment and the social and ambient responsibility.

Key Words: Tires, Residue, Recycling, Human Development.

## ÍNDICES DE GRÁFICOS, FIGURAS E TABELAS

### **Figuras**

|           |                                                                              |         |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Figura 01 | Componentes básicos dos pneus para automóveis                                | pág.38  |
| Figura 02 | Partes de um pneu                                                            | pág.42  |
| Figura 03 | Composição básica dos pneus de veículos de transporte de carga e passageiros | pág.49  |
| Figura 04 | Proposta Para renovação de frotas da ANFAVEA                                 | pág.57  |
| Figura 05 | Processo de regeneração da borracha                                          | pág.61  |
| Figura 06 | Montagem fotográfica de pneu recauchutado                                    | pág.62  |
| Figura 07 | Esquema das partes de um pneu montado em uma roda                            | pág.63  |
| Figura 08 | Inovação dos pneus da marca Michelin                                         | pág.65  |
| Figura 09 | Processo SIX – Petrobras                                                     | pág.68  |
| Figura 10 | Foco de atuação da logística reversa                                         | pág.75  |
| Figura 11 | Canais de distribuição de pós-consumo diretos e reversos                     | pág.79  |
| Figura 12 | Quantitativo em toneladas, dos pneus “fim de vida” na Alemanha               | pag.117 |
| Figura 14 | Geração e disposição de pneus inservíveis no Brasil                          | pág.118 |

### **Gráficos**

|            |                                                                                                  |         |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gráfico 01 | Relação entre o custo e a quantidade de material reciclado                                       | pág.53  |
| Gráfico 02 | Percentual de consumo de borracha regenerada (reciclada) em relação à borracha virgem ou natural | pág.58  |
| Gráfico 03 | O mercado crescente da reciclagem da borracha                                                    | pág.61  |
| Gráfico 04 | Tipo de Empresa X Grau de Impacto Ambiental                                                      | pág.84  |
| Gráfico 05 | Projeção do total de veículos leves por região no mundo                                          | pág.110 |
| Gráfico 06 | Crescimento do mercado de pneus novos e importados                                               | pág.111 |
| Gráfico 07 | Durabilidade do pneu quanto ao tipo de piso                                                      | pág.127 |
| Gráfico 08 | Durabilidade do pneu quanto à velocidade média                                                   | pág.130 |
| Gráfico 09 | Durabilidade dos pneus quanto à capacidade de carga                                              | pág.130 |

### **Tabelas**

|           |                                                                                                                 |         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabela 01 | Evolução do consumo de carvão vegetal                                                                           | pág.29  |
| Tabela 02 | Componentes químicos e metais pesados presentes nos pneus: Suas características e a relação com o meio ambiente | pág.39  |
| Tabela 03 | Origem e Classes de resíduos                                                                                    | pág.46  |
| Tabela 04 | Economia resultante da reciclagem do lixo – Brasil                                                              | pág.55  |
| Tabela 05 | Composição química média de um pneu (em percentuais)                                                            | pág.126 |
| Tabela 06 | Comparação dos materiais contidos em pneus                                                                      | pág.126 |
| Tabela 07 | Fatores Externos (Não variáveis, sem controle do motorista)                                                     | pág.129 |
| Tabela 08 | Fatores Internos                                                                                                | pág.130 |
| Tabela 09 | Quantidade de principais compostos de resíduos de pneu                                                          | pág.133 |
| Tabela 10 | Indicadores ambientais de resíduos                                                                              | pág.135 |

## ABREVIATURAS DE INSTITUIÇÕES E FUNDAÇÕES PESQUISADAS

| <b>ABREVIATURA</b> | <b>ORGANIZAÇÃO</b>                                                              | <b>PAÍS SEDE</b> |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>GAVS</b>        | <b>Gesellschaft für Altgummi – Verwertungs</b>                                  | <b>ALEMANHA</b>  |
| <b>AMS</b>         | <b>Associação Mineira de Silvicultura</b>                                       | <b>BRASIL</b>    |
| <b>ANFAVEA</b>     | <b>Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores</b>              | <b>BRASIL</b>    |
| <b>ANIP</b>        | <b>Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos.</b>                         | <b>BRASIL</b>    |
| <b>CEMPRE</b>      | <b>Compromisso Empresarial para a Reciclagem.</b>                               | <b>BRASIL</b>    |
| <b>CETESB</b>      | <b>Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental</b>                          | <b>BRASIL</b>    |
| <b>CONAMA</b>      | <b>Conselho Nacional do Meio Ambiente</b>                                       | <b>BRASIL</b>    |
| <b>DECEX</b>       | <b>Departamento de operações de Comércio Exterior</b>                           | <b>BRASIL</b>    |
| <b>IAC</b>         | <b>Instituto Agrícola.</b>                                                      | <b>BRASIL</b>    |
| <b>IBAM</b>        | <b>Instituto Brasileiro de Administração Municipal.</b>                         | <b>BRASIL</b>    |
| <b>IBAMA</b>       | <b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</b> | <b>BRASIL</b>    |
| <b>IEF</b>         | <b>Instituto Estadual de Floresta (Minas Gerais)</b>                            | <b>BRASIL</b>    |
| <b>MMA</b>         | <b>Ministério do Meio Ambiente</b>                                              | <b>BRASIL</b>    |
| <b>SBPC</b>        | <b>Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.</b>                        | <b>BRASIL</b>    |
| <b>SEMA</b>        | <b>Secretaria Especial do Meio Ambiente.</b>                                    | <b>BRASIL</b>    |
| <b>WWF</b>         | <b>World Wide Fund For Nature</b>                                               | <b>BRASIL</b>    |
| <b>ISR.</b>        | <b>Instituto para La Sostenibilidad de los Recursos.</b>                        | <b>ESPANHA</b>   |
| <b>BID</b>         | <b>Banco Interamericano de Desenvolvimento</b>                                  | <b>EUA</b>       |
| <b>BIRD</b>        | <b>Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento</b>                    | <b>EUA</b>       |
| <b>IPCC</b>        | <b>Intergovernmental Panel on Climate Change.</b>                               | <b>EUA</b>       |
| <b>OMC</b>         | <b>Organização Mundial do Comércio</b>                                          | <b>EUA</b>       |
| <b>ONU</b>         | <b>Organização das Nações Unidas</b>                                            | <b>EUA</b>       |
| <b>UTQGS</b>       | <b>Uniform Tire Quality Grading System</b>                                      | <b>EUA</b>       |
| <b>WBCSD</b>       | <b>World Business Council for Sustainable Development.</b>                      | <b>EUA</b>       |
| <b>SPV</b>         | <b>Sociedade Ponto Verde.</b>                                                   | <b>PORTUGAL</b>  |

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>1.1 APRESENTAÇÃO.....</b>             | <b>13</b> |
| <b>1.2 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA</b>         |           |
| <b>1.3.1 Objetivo Geral.....</b>         | <b>22</b> |
| <b>1.3.2 Objetivos específicos.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>1.4 JUSTIFICATIVAS.....</b>           | <b>23</b> |
| <b>1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....</b> | <b>33</b> |

## CAPÍTULO 2 - O PNEU COMO RESÍDUO NÃO CONVENCIONAL E A OPORTUNIDADE DA RECICLAGEM

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1 O produto pneu e sua história.....</b>                                      | <b>35</b> |
| <b>2.2 O desenvolvimento impulsionando a formação dos resíduos.....</b>            | <b>43</b> |
| <b>2.3 O Resíduo sólido não Convencional: O pneu inservível (PI).....</b>          | <b>48</b> |
| <b>2.4 A atividade de reciclagem e a sua relação com os pneus inservíveis.....</b> | <b>51</b> |
| <b>2.4.1 A coleta seletiva como instrumento de apoio à solução dos pneus.....</b>  | <b>69</b> |
| <b>2.4.2 A Logística reversa como apoio à reciclagem.....</b>                      | <b>70</b> |
| <b>2.5 A característica da descartabilidade dos bens.....</b>                      | <b>76</b> |
| <b>2.5.1 Canais de distribuição reversa.....</b>                                   | <b>78</b> |

## CAPÍTULO 3 - A RESPONSABILIDADE LEGAL DO PRODUTO PNEU PÓS-CONSUMO

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1 A responsabilidade ambiental e a legislação: O estímulo à reciclagem.....</b> | <b>81</b> |
| <b>3.2 Legislações ambientais brasileiras.....</b>                                   | <b>88</b> |
| <b>3.3 A legislação como minimizadora dos Impactos Ambientais.....</b>               | <b>90</b> |
| <b>3.4 O pneu como resíduo sólido disciplinado.....</b>                              | <b>94</b> |

## **CAPÍTULO 4 - REFLETINDO A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL NO CONSUMO DO PRODUTO PNEU.**

|                                                                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.1 A necessidade do equilíbrio da relação entre Homens e Meio Ambiente para a manutenção da vida.....</b>                                                       | <b>104</b> |
| <b>4.2 As relações com o consumo.....</b>                                                                                                                           | <b>110</b> |
| <b>4.2.1 A eco eficiência e a sustentabilidade no consumo dos pneus.....</b>                                                                                        | <b>112</b> |
| <b>4.3 Reflexões quanto ao impacto ambiental durante o consumo dos pneus.....</b>                                                                                   | <b>120</b> |
| <b>4.3.2 Uma simulação matemática: O desgaste dos pneus na SP 160, Rodovia dos Imigrantes e os reflexos na Serra do Mar.....</b>                                    | <b>126</b> |
| <b>4.3.3 Exemplificação quantitativa do resíduo gerado.....</b>                                                                                                     | <b>131</b> |
| <b>4.3.4 Calculando os indicadores ambientais de resíduos.....</b>                                                                                                  | <b>133</b> |
| <b>4.4 A Contabilidade ambiental: um caminho a seguir para o fortalecimento da atividade de reciclagem e um estímulo à responsabilidade e gestão ambiental.....</b> | <b>136</b> |
| <b>5 Considerações finais.....</b>                                                                                                                                  | <b>142</b> |
| <b>Referência Bibliográfica.....</b>                                                                                                                                | <b>145</b> |
| <b>Anexo I:</b>                                                                                                                                                     |            |
| <b>    Reflexão.....</b>                                                                                                                                            | <b>150</b> |

# **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

## **1.1 APRESENTAÇÃO**

Nas últimas décadas, a importância das questões ambientais consolidou-se proporcionalmente à preocupação dos setores da economia mundial em relação à escassez dos recursos naturais e a exaustão do meio ambiente.

Impulsionada pela Revolução Industrial, a urbanização tornou-se um fato irreversível para o desenvolvimento humano. As atividades de produção e as facilidades para o consumo despertaram na humanidade, desejos de produtos que lhes pudessem agregar conforto urbano e praticidade de vida, neste novo ambiente.

Passiva, progressiva e continuamente o ser humano utilizou-se das reservas naturais e de seus recursos, sem perceber-se da entropia que sustenta a natureza (LOVELOCK, 2006; ALMEIDA, 2002).

Apesar dos alertas dos cientistas e pesquisadores e, dos esforços de diversas organizações sobre as consequências do desrespeito ao delicado e complexo mecanismo estrutural da natureza, o caminho tomado pela humanidade, para o seu desenvolvimento principalmente a partir da revolução industrial, provocou significativas alterações nos hábitos e nas culturas dos povos.

Os mecanismos e processos adotados pelo ser humano para o seu próprio desenvolvimento refletem-se no comprometimento da natureza e em seus recursos que sofreram transformações impactantes, perceptivelmente no último século.

O impacto das questões ambientais, na vida das pessoas e das organizações, passou a ser discutido, inicialmente, nos meios acadêmicos e nas Organizações Não Governamentais (ONGs) a partir dos anos 70, do século XX e, posteriormente, pela comunidade, em todo o

mundo, em face da preocupação e da consciência dos prejuízos que provoca ou pode vir a acarretar para a humanidade, por conseqüências nefastas sobre a flora, a fauna, a vida das pessoas.

Segundo pesquisadores, esses impactos têm sido provocados especialmente pelo uso de tecnologias de produção sujas por parte da indústria, bem como pelo adensamento populacional em grandes metrópoles (São Paulo, Cidade do México, Nova Iorque, Londres, etc.) e pelo uso desmesurado de recursos naturais. (TINOCO e ROBLES, 2006).

Conforme Denise Hamú, secretária-geral do WWF-Brasil, em relatório denominado Planeta Vivo 2006,

O ritmo de consumo dos recursos naturais disponíveis supera a capacidade de recuperação da Terra. O grande desafio é aumentar a qualidade de vida e reduzir o impacto sobre o meio ambiente ... Países em desenvolvimento têm sofrido as maiores perdas, entretanto, suas “pegadas ecológicas” de maneira geral não ultrapassam a biocapacidade *per capita* ao longo dos últimos 30 anos. Eles conseguiram melhoras expressivas em seus Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). No entanto, desde a ECO 92, houve um incremento de 18% na “pegada ecológica” dos países de alta renda ... Para que tenhamos desenvolvimento sustentável é preciso um equilíbrio entre IDH e biocapacidade *per capita*, ou seja, desenvolver sem destruir. (HAMU, 2006, p16)

Uma das formas minimizadoras ou de absorção parcial dos diferenciais entre a necessária melhoria do IDH e a biocapacidade *per capita* são os processos de reutilização dos materiais e compostos de produtos industrializados. Combina-se a este processo o desenvolvimento de produtos com potencial de reciclabilidade e de menor consumo energético em sua produção e reaproveitamento.

No dizer de Robles e La Fuente (2006, p.73) “a reciclagem de materiais é uma forma possível de se aproveitar recursos, gerar matérias primas menos dispendiosas, reduzir o consumo de energia, obter menos custo de produção e se evitar emissões gasosas e efluentes líquido, contribuindo para a preservação de recursos naturais”. Essa abordagem é corroborada por CEMPRE, (2007); Macedo, (2002); Rodrigues e Cavinato, (1997).

Para a atividade de reciclagem, produtos desenvolvidos a partir de metais como o aço e o alumínio entre outros, embalagens e produtos de compostos elastômeros tais como o PVC (Policloreto de Vinila), o PET (Poli Terefalato de Etileno) e de matéria vítrea são potencialmente atraentes. Outros compostos ou produtos porém, não possuem os mesmos correspondentes atrativos. (GORNI, 2006, p.86)

Um dos muitos compostos que se enquadram como sendo de baixa atratividade à reciclagem é a borracha vulcanizada.

Segundo Gorni, (2006, p.86) “resinas termofixas e borrachas, praticamente não são recicladas” Esse mesmo autor explica os motivos da dificuldade em reciclar os termofixos e as borrachas:

“Como se sabem, esses materiais decompõem-se antes de se fundir, em função de sua estrutura de ligações covalentes cruzadas. Este fato dificulta enormemente seus processos de reciclagem”.

Conforme estudos desenvolvidos entre vários materiais com potencial de reciclagem, pelo departamento de engenharia da Universidade de Cambridge em Londres, Inglaterra, incluída no trabalho de Gorni, (2006), a relação entre os custos e a quantidade reciclada, não torna a borracha e em especial o pneu, um produto atraente para um processo mais eficaz de reciclagem e de reaproveitamento de seus compostos.

O látex, matéria prima principal da borracha, foi percebido pelos primeiros colonizadores das Américas entre as tribos indígenas e, praticamente após quatro séculos foi melhorada por Charles Goodyear para o uso industrial pela vulcanização transformando-o em um produto maleável, moldável e estável.

O mundo passou a usufruir os benefícios de um novo produto desenvolvido em sua forma comercial durante o início da Revolução Industrial que, entre outras utilizações, a borracha tornou-se desde então, o composto principal dos pneus.

Componente essencial dos veículos automotores que começavam a surgir, atribuindo-lhes mais conforto, segurança e dirigibilidade, o pneu de automóvel passou a ser o mais expressivo produto remanescente da borracha vulcanizada (LA FUENTE, 2005).

A partir da Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918), época caracterizada pelo declínio da produção de borracha natural no Brasil – Maior produtor mundial até então – e da invasão das plantações asiáticas pelos japoneses, a borracha sintética começava a ser desenvolvida e produzida, satisfazendo a grande demanda existente e crescente. Os pneus passaram a ser produzidos com uma mistura de borracha natural e sintética além de diversos produtos químicos denominados aceleradores da reação de vulcanização

A borracha sintética ou SBR (copolímero de estireno e butadieno) é produzida a partir do petróleo e a proporção da mistura com a borracha natural esta, no cenário atual de produção, na ordem aproximada de 2/3 de SBR para cada 1/3 de borracha natural (COSTA, H. M. “et all” 2003; e disponível em [http://www.petroflex.com.br/perfil\\_borracha.htm](http://www.petroflex.com.br/perfil_borracha.htm) - acesso em 05/2008).

O pneu passou a ser produzido por um composto formado de uma cadeia complexa de carbono o que lhe agrega um excelente valor comercial por definir uma durabilidade e resistência à abrasão. Essa mesma vantagem tem, por outro lado uma face negativa em se tratando dos aspectos ambientais.

Conforme a combinação química da borracha de um pneu, caracterizada por sua destinação a um fim específico, ao ser descartado de forma inadequada na natureza possui uma degradação lenta, estimando-se entre 600 e 1.000 anos para deteriorar-se por completo. (LA FUENTE, 2005).

Em média um pneu de automóvel possui uma vida útil de 85000 quilômetros o que equivalem em média entre cinco e seis anos de utilização. (RODRIGUES, 2004)

Conforme Rodrigues:

b) Pneus e câmaras – com base nos dados colhidos na organização militar, este item apresentou uma durabilidade média de 85.000 (oitenta e cinco mil) quilômetros de vida útil. Existe grande variabilidade nas condições de tráfego dos veículos relacionados diretamente com as condições das vias de circulação. (RODRIGUES, 2004, p 66)

Após esse tempo ou conforme demonstrado por Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 2008, ao atingir a marca Internacional de Segurança – T.W.I (Tread Wear Indicators) - o que significa que o sulco do pneu está com aproximadamente quatro milímetros de profundidade – este pneu pode ser recauchutado tendo uma sobre vida média de 59.500 quilômetros.

Por processo de recauchutagem e, havendo condições o mesmo pneu pode passar por até três recauchutagens (disponível em <http://www.sorocap.com.br/> - acesso em 25/06/2007).

Ainda conforme indicado por CEMPRE “A recauchutagem aumenta a vida útil do pneu em 40% e economiza 80% de energia e matéria-prima em relação à produção de pneus novos. (CEMPRE, 2006)”

A inadequada disposição de pneus inservíveis causa a poluição e conjuntamente, por seu formato interno semelhante a uma caneleta circular, armazena a água da chuva, além de tornar-se moradia de roedores e diversos insetos. Como exaustiva e continuamente informado pelos órgãos de saúde, a água limpa, em repouso e em local exposto ao ambiente, é um excelente criadouro para o mosquito *Aedes Aegyptis*, transmissor da dengue em suas diversas formas. Incluem-se ainda os mosquitos da malária, Leishmaniose e outros que encontram nos pneus locais adequados para proliferação.

Outro aspecto negativo é que, em caso de incêndio como os ocorridos nos grandes depósitos no Brasil e em diversos outros locais do mundo, sua extinção é lenta, pois seu formato permite a criação de bolsões de ar superaquecido, o que alimenta as chamas.

A queima incompleta que ocorre sem controle assim como a feita em céu aberto libera gases com alto potencial de poluição e de dano à saúde humana (COSTA E SILVA, 2006; LA FUENTE, 2005)

Os Estados Unidos, após a II Guerra Mundial foi um dos primeiros países a perceber o dilema da escassez de recursos e as questões financeiras que as envolviam.

A partir do início da década de 50 passou a utilizar os pneus inservíveis como fonte de energia para as termoelétricas em substituição ao carvão e ao petróleo e a partir da década de 60, a utilização em compostos asfálticos combinando-se em proporções menores ao betume.

Deu-se assim o início da reciclagem de pneus e sua destinação final de forma excepcionalmente melhor do que o simples abandono (COSTA, H. M. “et all” 2003).

Infere-se que o procedimento da reciclagem e da reutilização da borracha do pneu, baseado na cultura dos 3RS (Reduzir – Reusar – Reciclar) (Leite, 2003), pode ter atingido também seu ponto de incompatibilidade ou de saturação tornando-se um processo finito aos olhos ambientais. Deveria ser administrado para não provocar poluição, conforme Barbieri (2004), também pela ótica da recuperação energética, denominado de 4RS (Reduzir – Reusar – Reciclar – Recuperar) ou ainda de acordo com o World Business Council for Sustainable Development – WBCSD – 2007 os 5RS (Reduzir – Reusar – Reciclar - Recuperar e Repensar).

A atividade de reciclagem é um processo desenvolvido como auxiliar na resolução definitiva dos problemas envolvendo os resíduos em geral.

No Brasil, segundo Serra e Leite, (2005) A Resolução nº 258/1999 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estabeleceu que, a partir de 1º de Janeiro de 2005, para cada quatro pneus novos fabricados no país ou importados, as empresas fabricantes e as importadoras deveriam dar destinação final a cinco pneus inservíveis. A justificativa da medida é o grande passivo ambiental que os pneus inservíveis representam atualmente e a necessidade de retirar esses resíduos do meio ambiente, por serem de degradação natural muito demorada e viveiros de animais transmissores de doenças.

Ainda, segundo Serra e Leite (2005) no Brasil, a indústria de reciclagem de resíduos sólidos em geral vem crescendo vigorosamente, impulsionada tanto pela ação reguladora do

Estado quanto pela expansão de um mercado que se articula em torno da coleta e da transformação de quantidades crescentes desses resíduos.

As pesquisas evidenciam os registros e estudos observados em teses de doutorado e dissertações de mestrado de vários centros do Brasil, inclusive da UNISANTOS, pesquisas de instituições e órgão cuja missão é o fortalecimento da consciência ambiental e artigos apresentados em congressos e simpósios.

Ampara-se em autores expressivos das áreas de sustentabilidade, reciclagem e logística reversa, exploram os resultados conhecidos da reciclabilidade dos pneus, observando a eficácia ambiental de sua utilização como energia e de sua reutilização como matéria prima de novos produtos.

Versa também sobre os aspectos tecnológicos de sua produção discorrendo sobre algumas das inovações que os fabricantes já indicam como diferencial socioambiental e a legislação que regulamenta as atividades de produção, consumo e destinação final.

Não há como ignorar os avanços nos processos de reaproveitamento, realinhamento e reutilização de compostos de bens descartados para a produção de novos bens para o consumo, mas há de se definir sempre um descarte consciente deste novo produto.

Há de se perceber o novo produto e o produto advindo do reutilizável ou reciclável com uma real destinação final.

Ela deve ser amparada por aspectos ambientais e socialmente compatíveis com as necessidades da comunidade de seu entorno e da manutenção da empresa fabricante, respeitando o postulado da continuidade da contabilidade e a relação com o meio ambiente (TINOCO E KRAEMER, 2004).

## 1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O consumo de pneus cresce na proporção em que os automóveis e motocicletas tornam-se cada vez mais populares seguindo o caminho dos outros meios de transportes como as bicicletas. A borracha, como material de engenharia, passa a ser exaustivamente explorada em formas e usos em muitos produtos que se tornaram também massificados pela relação com o mercado consumidor.

O pneu passa a acompanhar esse crescimento fortalecido com o desenvolvimento da produção de automóveis em série por Henry Ford que iniciou uma política de trabalho baseada na produção a baixo custo e no pagamento de elevados salários (“wage motive” - salário de motivação), aumentando conseqüentemente o mercado consumidor de seus produtos (disponível em <http://www.ford.com/en/heritage/fordfamily/default.htm> – acesso em 17/02/2007).

As bases para a explosão do consumo dos pneus estavam preparadas, pois a partir dos resultados obtidos por Ford as empresas passaram a adotar a mesma forma de produção.

Os fatores históricos da época ajudaram a impulsionar o modelo de produção capitalista que se fixava e alimentava o desejo de conforto e de percepção do novo. Nesse período o homem passa para a acumulação de bens de diferentes tipos e valores, iniciando um processo de consumo que seguia além de suas necessidades. No final da década de 50, a maioria das famílias norte americanas de classe média possuía mais de um automóvel e assim o consumo e o descarte de pneus acompanhavam esse crescimento. (Disponível em <http://www.census.gov/prod/www/abs/statab1901-1950.htm>, acesso em 18/04/2007)

Conforme publicado no relatório de sustentabilidade do World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2000), “os países mais desenvolvidos passaram a consumir 80% dos recursos naturais e os demais”, identificados como em desenvolvimentos e os subdesenvolvidos, “tiveram que partilhar os 20% restantes”.

O crescente consumo teve como resultado produtos desenvolvidos e produzidos em menor tempo e com altos índices de descartabilidade, dentro de uma lógica imediatista de lucro, atribuindo ao desenvolvimento o know how da redução abrupta, eliminação, ou sério comprometimento das fontes de recursos naturais e do meio ambiente (LOVELOCK, 2006; WBCSD, 2006; IPCC, 2007).

Comprovadamente, as degradações sociais e ambientais ficaram e será conseqüência para a maior parte da população mundial, principalmente as que se encontra no eixo leste e sul, considerados os menos desenvolvidos e, mesmo a recuperação sendo custeadas, em sua maior parte, pelos países desenvolvidos, as perdas ecológicas, sistêmicas e ambientais serão enormes e em alguns casos, irrecuperáveis ou irreversíveis (SACHS, 2005; LOVELOCK, 2006; WBCSD, 2006; IPCC, 2007).

Em relatório divulgado em fevereiro de 2007, o IPCC demonstra cientificamente os resultados ambientais relativo ao clima e aquecimento global e os reflexos sociais a que estaremos submetidos.

A massificação dos bens e em especial dos meios de transportes em função do desenvolvimento da logística rodoviária trouxe consigo questionamentos quanto aos pneus, um componente essencial dos principais veículos rodoviários de transporte de carga e de passageiros.

A problemática estudada por esta pesquisa trata, portanto, das relações entre o pneu (consumo, reciclagem e descarte final) e o ambiente de sua interferência e entorno.

A natureza necessita ser atendida em seus apelos ambientais quanto ao projeto, produção e as opções definitivas para o descarte do pneu. E agora, portanto, também dos derivados da reciclagem de sua borracha e a manutenção ou o desenvolvimento de uma opção satisfatória ao sistema social e econômico advindo desta mesma atividade.

Um dos postulados a serem considerados no processo, conforme Tinoco e Kraemer (2004) é o da continuidade. Esse é conhecido como o “II Princípio Fundamental da Contabilidade descrito na resolução CFC nº 750, determina a Continuidade da organização. Havendo uma necessidade de paralisação, mesmo que parcial e temporária das atividades” de qualquer empresa organizada para o desenvolvimento de reciclagem, “seja por uma imposição legal ou do mercado, pode ter comprometida a sua saúde financeira”.

Desta forma, a empresa de reciclagem deixaria de existir, rompendo o sistema social e econômico, perdendo-se as vantagens ambientais direta e indiretamente ligadas à atividade como diminuição de resíduos em aterros, reaproveitamentos energéticos dentre outros.

### **1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

- Estudar a relação do produto pneu com o ambiente e seu entorno, sugerindo o seu descarte final ambientalmente correta.
- Intui agregar conhecimento à necessária e emergente atividade de reciclagem e destinação final adequada, através da análise das alternativas do uso de pneus inservíveis (PIs), contribuindo para a diminuição do impacto de sua utilização e consumo.
- Busca contribuir para a formação de banco de dados e informações que possibilitem o desenvolvimento de novos negócios, estimulando a atividade empreendedora advinda da necessidade de alternativas ambientalmente corretas para a reciclagem e descarte dos resíduos, em especial os pneus inservíveis (PIs) e do volume de material sem destinação final apropriado existente.

- Este estudo, que se apóia nos pressupostos da gestão ambiental, bem como da contabilidade ambiental, utilizando-se de suas ferramentas e técnicas objetiva a contribuição à consciência e ao estudo sobre o consumo de produtos recicláveis.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Investigar fatos e ocorrências ambientais relacionadas ao consumo e descarte de pneus;
- Analisar aspectos da reciclabilidade e da reciclagem dos pneus e de seus compostos para a produção de outros bens, como forma de energia ou sua fluidização para aproveitamento de gases, líquidos e sólidos, e;
- Contribuir para a consciência do consumo e descarte final de produtos, em especial os pneus, e ampliação das pesquisas relacionadas ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável e por fim, contribuir para as políticas de gestão de resíduos não convencionais.

### **1.4 JUSTIFICATIVAS**

Econômica e socialmente as oportunidades e ameaças ambientais não são abordadas e normalmente também não contabilizadas em projetos (TINOCO E KRAEMER, 2004).

A atividade da reciclagem vem criando empresas para a coleta e preparação do pneu para uma destinação específica, ampliando a logística e a necessária relação com a reversibilidade, promovendo a geração de empregos e renda e contribuindo para minimizar os impactos ambientais.

Essa atividade de reciclagem, todavia, deve ser concebida dentro do contexto da preservação ambiental, bem como gerar valor adicionado para os parceiros sociais.

Nesse contexto, Tinoco, 2001, explicitou:

Cada vez mais a proteção ao meio ambiente vem tornando-se uma preocupação de numerosas empresas, de formadores de opinião e de parcela significativa da população, em várias partes do mundo. (TINOCO 2001, p.99).

Ainda, segundo o autor,

Isto decorre do elevado nível de degradação do patrimônio natural da humanidade, à medida que o processo de globalização avança, levando as organizações a se adaptarem para que haja uma convivência equilibrada com o meio ambiente (TINOCO 2001, p.99).

Contextualizam Andrade, Tachizawa e Carvalho, 2000:

A preservação do meio ambiente converteu-se em dos fatores de maior influência da década de 90, com grande rapidez de mercado. Assim, as empresas começam a apresentar soluções para alcançar o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo aumentar a lucratividade de seus negócios ANDRADE, TACHIZAWA e CARVALHO (2000, p. 7 e 8).

Afirmam, ademais que: “a proteção ambiental deslocou-se uma vez mais, deixando de ser uma função exclusiva de proteção para tornar-se também uma função de administração”.

O impacto das empresas que já utilizam pneus em condições de serem recauchutados ou remoldados (incluindo-se as importações), a cadeia de valores que passa a coexistir ao produto e a toda cadeia produtiva do pneu deve ser observada em profundidade.

Assim como o entendimento quanto aos índices de destinação para reciclagem de seus compostos e a parcela para destinação final e sua transformação em energia, vem contribuir na adequação dos recursos e investimentos para a atividade de reciclagem deste produto, seja no aspecto das instituições públicas ou privadas.

Ao atingirem o final da vida útil os pneus em bom estado de conservação podem passar por processo de recauchutagem que lhes permite uma continuidade de utilização de até 70%, (disponível em <http://www.sorocap.com.br/>- acesso em 25/06/2007).

Podem também passar por um processo de remoldagem o que também lhes confere um acréscimo de vida útil de praticamente 100% ou seja, 85.000 quilômetros. O inconveniente é que por questões técnicas a remoldagem no Brasil é feita com pneus usados importados (disponível em <http://www.bscolway.com.br/>- acesso em 25/06/2007).

Esta importação de pneus usados acarreta entre outras questões ligadas à cadeia produtiva, a vinda de pneus que não necessariamente poderão ser utilizados para a remoldagem ampliando o volume de pneus inservíveis a ser tratado.

Mas quando o pneu torna-se inservível para esses processos, ou será disposto inadequadamente em céu aberto ou será desmontado e triturado. Poderá ser misturado junto a terra e depositado em áreas degradadas para compor uma camada resistente a erosão e melhorar a aeração do solo, ampliando o potencial agrícola de uma região (disponível em <http://www.embrapa.br/> - acesso em 10/01/2007), ou passar por diversos processos físico-químicos e a sua borracha transformar-se em um composto incorporado ao asfalto (disponível em <http://www.rubber-resources.com/> - acesso em 10/01/2007).

Pode ser utilizados também para confecção de solas de sapatos, cone de segurança, tapetes de automóveis além de utensílios e acessórios e matéria prima para as mais diversas atividades (disponível em <http://www.rubber-resources.com/> - acesso em 10/01/2007).

Por fim podem ser transformados em co-geradores de energia como é utilizado em fabricas de cimento e em usinas termoelétricas (WBCSD, 2002; e disponível em <http://www.rubber-resources.com/> - acesso em 10/01/2007).

Pelo processo desenvolvido no Brasil pela empresa Petrobras, conhecido como SIX, pode ser transformada em combustível juntamente com o Xisto Betuminoso (disponível em <http://www.petrobras.com.br>- acesso em 15/03/2007).

Quanto ao seu consumo, as empresas estão desenvolvendo materiais que agregados à borracha prometem tornar os pneus mais resistentes à abrasão e menos suscetíveis as intempéries e extremos de temperatura e condicionantes de piso, dirigibilidade e de cargas (disponível em <http://www.michelin.com/>- acesso em 03/08/2007).

Mas esses mesmos componentes, como a sílica, são agressivos ao meio ambiente aumentando o volume de particulados perigosos em suspensão no ar.

No capítulo IV, uma expressão matemática combinada com os indicadores ambientais (Tinoco e Kraemer, 2004, p. 271) e a fórmula para cálculo da ecoeficiência do WBCSD

(2000); (Mulha e Tinoco, 2006), (Mulha e Tinoco, 2007), complementam em números os dados da relação do consumo do pneu com o meio ambiente demonstrando a magnitude desse impacto como produto massificado.

Refletindo-se ainda sobre a reciclagem, a utilização da borracha reaproveitada do pneu, quando para fins de utilização como composto de novos produtos e agregados a outros materiais, pode originar um passivo sobre o próprio produto dele decorrente além do descarte incerto dos compostos resultantes do processamento do pneu inservível.

Quando encerrada a sua vida útil, por estar normalmente agregado a outros materiais, pode tornar-se inviável para a reciclagem retornando para um descarte inadequado ou sendo levado a aterros sanitários o que provocará praticamente o mesmo impacto ambiental.

Conclui-se que a atividade de reciclagem deve sustentar-se em parâmetros ambientais transformando o pneu inservível em um novo produto, porém com uma destinação final que caracteriza a verdadeira razão de ser dos esforços, programas e legislações ambientais:

- Ações como a resolução do CONAMA nº 258 de 26/08/99 e outras posteriores, a respeito da reversibilidade obrigatória dos pneus velhos trocados nas empresas especializadas, impostas aos fabricantes e importadores de veículos e de pneus de qualquer espécie e condição; (CONAMA, 1999)
- As atitudes e ações populares, empresariais e institucionais nacionais e internacionais como as das cooperativas, ONGs e associações empresariais que tanto respondem aos apelos ambientais e sanitários, recolhendo os pneus inservíveis, colaborando com o controle de epidemias e desenvolvendo um mercado de valorização do “lixo” (SPV, 2002), e;
- A viabilidade econômica necessária, através da logística reversa, proporcionando mais oportunidades de negócios, empregos e de geração de renda à população (CEMPRE, 2007; SPV, 2002).

È necessário atitudes consistentes que venham a corresponder com a sustentabilidade das atividades em relação ao ambiente:

- Os mesmos pneus, através de um processo de preparação tornam-se combustível para a indústria de cimento, papel e celulose (WBCSD, 2005);
- A Petrobrás, em sua unidade de xisto em São Mateus do Sul – PR desenvolveu uma tecnologia denominada SIX, que transforma o pneu inservível em gás e petróleo (disponível em [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br));
- A exemplo do que desenvolve o Japão e a Alemanha quanto ao uso de sucata plástica, inclusive de PVC como recurso energético. Os alemães e japoneses vem utilizando essas sucatas plásticas com significativa economia de energia e melhoria do produto final, nos altos fornos das aciarias e siderurgias desde a década de 1990 (GORNI, 2006).

O pneu inservível, tendo um poder calorífico de 12 mil a 16 mil BTUs/kg, superior a do carvão, e rico em carbono, mostra-se também como uma matéria prima possível de utilização como combustível em alto forno e aciarias de nossas siderúrgicas. Conforme o ISR - Instituto para La Sostenibilidad de los Recursos (2008), fundação privada, de âmbito ibérico com sede em Madri, Espanha:

Aproximadamente 42.000 toneladas de pneus usados são utilizados em instalações destinadas à produção eléctrica, obtendo 128 GWh (35% de eficiência da instalação e um poder calorífico líquido igual a 7.500 kcal/kg). Também é importante salientar o futuro promissor que pode ter o uso dos pneus usados e o CDR, como substituto do coque, nos processos de produção de aço.

Isso vem demonstrar que a sua utilização como combustível derivado de resíduos – CDR - pode representar uma substancial diminuição no consumo de outra forma de energia.

Representam também uma destinação final definitiva e ambientalmente correta para uma boa parcela dos estimados 100 milhões de pneus que estão abandonados ou estocados somente no Brasil e para os aproximadamente 20 milhões de pneus que são anualmente descartados (ANIP 2007), aguardando um fim para a sua utilização.

Além disso, poderia promover a diminuição das importações de carvão fóssil e até mesmo a eliminação da necessidade do corte de matas e florestas – mesmo a de reflorestamento - para alimentarem os fornos das siderúrgicas, principalmente as situadas nas áreas centrais e norte do país. Conforme o informativo Investnews de 16 de fevereiro de 2004 e a tabela de consumo e origens da AMS - Associação Mineira de Silvicultura (2008):

(...) a situação está sendo contornada por **iniciativas das autoridades ambientais**, ao permitir que as siderúrgicas possam buscar nas matas nativas o carvão para atender até 10% de seu consumo. Outros 10% podem ser buscados em florestas naturais em outros estados e já há caminhões apanhando carvão em Mato Grosso e Tocantins, a mais de 1.500 quilômetros de distância dos altos fornos, onde há grande desmatamento para atender à expansão da fronteira agrícola. Mas trata-se de soluções transitórias, segundo o presidente da AMS, Antonio Claret de Oliveira: "**O Brasil consome 400 mil hectares de florestas por ano, em relação a uma plantação de apenas 200 mil hectares no período**. Isso pode causar o que chamamos de apagação florestal", afirma.

A produção de madeira é uma atividade de extraordinária importância em Minas Gerais, devido à demanda da indústria siderúrgica. Ao contrário do que muitos imaginam o carvão não é utilizado nas usinas para a produção de energia, mas sim como fornecedor de um elemento químico essencial, o carbono que, ao se associar com o minério de ferro, num alto forno, resulta no ferro-gusa. Para cada tonelada de minério de ferro são necessários 2,4 metros cúbicos de carvão. Minas Gerais produziu, no ano passado, 6,5 milhões toneladas de ferro, a partir de carvão vegetal. Quase toda a produção é de responsabilidade de 56 pequenas siderúrgicas independentes, que esbarram nessa fase, sem alcançar a produção do aço.

As grandes siderúrgicas - Usiminas, Açominas, Belgo Mineira e Acesita são chamadas de usinas integradas porque vão do ferro ao aço, mas substituem o carvão vegetal pelo carvão mineral, também chamado de coque, que é um produto importado. A opção por um produto estrangeiro e fóssil, segundo o diretor executivo da AMS, o engenheiro florestal José Batuíra de Assis, teria ocorrido numa época em que as florestas rendiam apenas 12 metros cúbicos de madeira por hectare, durante o ano. Hoje a produtividade de cada floresta é de 40 metros cúbicos por ano e, além disso, em seu custo não há variações cambiais, já que a floresta é nacional. Por isso, ele acredita que num prazo relativamente curto as siderúrgicas gigantescas irão se curvar ao carvão vegetal, aumentando ainda mais a demanda pela madeira. "A necessidade de florestas se tornará, então, impensável, pois a produção de ferro a partir do coque é hoje de 8,5 milhões de toneladas anuais.

**Tabela 01: Evolução do consumo de carvão vegetal por diferentes segmentos. Minas gerais – Unid. : 1.000 mdc**

| <b>ANO</b> | <b>INTEGRADAS</b> | <b>FERRO GUSA</b> | <b>FERROLIGAS</b> | <b>OUTROS</b> | <b>TOTAIS</b> |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 2002       | 3.681,00          | 11.321,00         | 2.112,6           | 200,00        | 17.314,60     |
| 2003       | 3.383,00          | 13.500,00         | 2.254,0           | 332,00        | 19.469,00     |
| 2004       | 3.984,00          | 17.910,00         | 2.323,0           | 304,00        | 24.421,00     |
| 2005       | 4.628,00          | 17.654,00         | 2.513,6           | 363,00        | 25.158,60     |
| 2006       | 4.578,50          | 13.766,12         | 2.351,14          | 321,40        | 21.017,20     |



O volume de carvão apresentado convertido em quilogramas para o cálculo observa as seguintes proporções: (mdc= metros de carvão)

- Para carvão de origem nativa – 1 mdc = 230 kg
- Para carvão de eucalipto – 1 mdc = 220 kg
- Para carvão de pinus – 1 mdc = 160 kg

Fonte: AMS – Associação Mineira de Silvicultura, 2008 e IEF – Instituto Estadual de Florestas, 2008

Segundo a ANIP (2007) são produzidos aproximadamente 45 milhões de pneus no Brasil por ano e descontadas as exportações, incorporando-se as importações, praticamente metade desse número é descartada anualmente.

Demonstra-se assim a existência de um potencial considerável em negócios e oportunidades e que, aparentemente, por se tratar de “lixo”, as empresas existentes, na sua maioria, não possuem condições de profissionalizarem-se ou mesmo não possuem consciência profissional e/ou da representatividade no ambiente de negócios.

Este estudo não eximiu em si a necessidade de sua continuidade por outras vistas e opinião, justifica-se, portanto, pela contribuição à consciência e ao estudo sobre o consumo e desenvolvimento sustentável e o meio ambiente.

Traz consigo as possibilidades de geração de emprego, geração de renda, diminuição de desigualdades, contribuição para a minimização da geração de poluição, diminuição de doenças e desenvolvimento de atividades socioambientais, com sustentabilidade, conforme explicitado por diversos pesquisadores, entre eles: (CARVALHO, 1990; CARVALHO, 1991; CHRISTOPHE, 1992; TINOCO, 1994; MARTINS e LUCA, 1994; MARTINS e RIBEIRO,

1995; YOSHITAKE, 1996; TACHIZAWA, 2004; SACHS, 2005; SERRA e LEITE, 2005; ROBLES e LA FUENTE, 2006).

Justifica-se por fim a pesquisa, pela observação quanto às vantagens ambientais do descarte definitivo e a reciclagem dos pneus em fim de vida útil e a reutilização da borracha dos pneus inservíveis colaborando na manutenção da necessária e delicada relação entrópica de transformação da natureza.

## **1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Esta pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa exploratória descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, uma vez que busca conhecer com maior profundidade os aspectos relacionados aos pneus, sua vida útil, descarte, reciclagem e impactos ambientais, no contexto da sustentabilidade.

Conforme Cruz e Ribeiro (2003, p. 11), pesquisar “é o mesmo que buscar ou procurar. Pesquisar é, portanto buscar compreender a forma como se processa os fenômenos observáveis, descrevendo sua estrutura e funcionamento”. E ainda, citando Gil (2002, p.39), pesquisa pode ser definida “como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Em Gil (1999), anteriormente citou que para atender aos seus objetivos, a pesquisa científica depende de um “conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos”, o que se designa por métodos científicos.

Desta forma, esta pesquisa coloca-se basicamente em duas categorias de pesquisa. Na categoria de pesquisa exploratória descritiva, possuindo caráter recente. Segundo Chizzotti (1995, p.104), a pesquisa exploratória objetiva “provocar o esclarecimento de uma situação para a tomada de consciência”.

Chizzotti (1995, p. 104) afirma também que “um estudo exploratório ocupa o primeiro de cinco níveis diferentes e sucessivos, sendo indicado (...) quando existe pouco conhecimento sobre o fenômeno”.

Também conforme Gil (1991), a pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico, contatos com profissionais que possuem experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Ainda possui basicamente, o caráter de desenvolver, elucidar e alterar conceitos e idéias para a formulação de abordagens futuras ou concernentes.

Este tipo de estudo objetiva proporcionar um maior conhecimento para quem pesquisa um determinado assunto, visto que o pesquisador pode problematizar com precisão e ainda desenvolver hipóteses que possam ser pesquisadas futuramente.

Apresenta-se também como pesquisa bibliográfica: conforme Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica pode ser considerada o primeiro momento de toda pesquisa científica.

Ainda segundo Gil (1991, p.71), a pesquisa bibliográfica apresenta como principal benefício o “fato de permitir ao investigador a cobertura de uma ampla gama de fenômenos, muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”.

Ainda que “não existam regras fixas para a realização de pesquisas bibliográficas”, conclui o autor, “há algumas tarefas que a experiência demonstra serem importantes, tais como: exploração das fontes bibliográficas, leitura do material, elaboração de fichas, ordenação e análise das fichas e conclusões (GIL, 1991, p.72)”.

Desta forma, pautando-se nos conceitos descritos, para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas informações extraídas de fontes bibliográficas remanescentes de teses, estudos e discussões debatidas em participação em congressos com temáticas que referenciavam o tema proposto neste trabalho de pesquisa.

Através de observações, desenvolveu-se o aprimoramento e a familiarização dos assuntos e matérias que fazem parte deste cenário combinado com os dados documentais, incluindo-se contatos em Universidades e com pesquisadores que enfocam o assunto em outras instituições que desenvolvem o estudo sobre os pneus, reciclagem e reutilização da borracha.

Foi estabelecida no capítulo IV, uma análise para a contextualização de todo o processo, enfatizando seus características econômico-financeiros e sócios ambientais do produto pneu no seu ciclo de vida, especialmente a fase do descarte e a conseqüente reciclagem.

Também foram observados os endereços, na rede eletrônica mundial de dados, nas ligações específicas de tecnologias, responsabilidade social e de reciclagem das empresas fabricantes e desenvolvedoras do produto, tais como Pirelli, Michelin, Goodyear e outras.

Completa-se pela pesquisa dos arquivos eletrônicos estatísticos e de informações de organismos governamentais com representatividade nas relações do desenvolvimento, produção e consumo e as suas observações quanto à sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável que tange a ótica da reciclabilidade, redução e uso racional e consciente dos recursos naturais.

A pesquisa, por sua vez, utilizou como referência autores que empreenderam pesquisas nas áreas de sustentabilidade, reciclagem e logística reversa, bem como explora os resultados conhecidos da reciclabilidade dos pneus, observando a eficácia ambiental de sua utilização como energia e de sua reutilização como matéria prima de novos produtos

## **1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A pesquisa desenvolveu-se em quatro capítulos descrito como seguem:

No capítulo introdutório é contextualizada uma apresentação consolidada das relações entre o meio ambiente e a reciclagem tendo como objeto, o produto pneu.

As bases do problema da pesquisa fundamentam-se no questionamento das relações do objeto e o meio ambiente, quanto às percepções das diversas ligações com a produção, consumo, descartabilidade, reciclagem e a sustentabilidade do conjunto.

Quanto aos objetivos, decorre sobre as formas de atender e confrontar as necessidades do equacionamento das hipóteses que permeiam as soluções relacionadas com o objeto do problema.

As justificativas vêm caracterizando as opções e alternativas no tratamento do produto, passíveis do desenvolvimento das diversas atividades que ele direciona indicando as oportunidades e ameaça econômico e sócio ambiental, adotando-se uma percepção crítica da positividade anunciada de seus resultados.

Por fim, o contexto metodológico utilizado para abranger os objetivos, identificando na pesquisa literária de autores de teses, dissertações, livros e artigos de periódicos e congressos, a fundamentação teórica. No segundo capítulo encontra-se a revisão bibliográfica detalhando-se o objeto: O pneu como produto, sua história, os aspectos dos resíduos urbanos, sua formação e a descartabilidade dos bens, destacando a questão dos pneus inservíveis como resíduos não convencionais.

No terceiro capítulo é desenvolvida uma breve interpretação da legislação brasileira e algumas observações legais relacionadas com a importação, coleta e descarte de pneus.

No quarto capítulo, denotam-se as devidas responsabilidades do produto pneu e alguns indicadores ambientais de seus resíduos, da poluição atmosférica na fase de seu consumo e a ecoeficiência, notadamente os impactos de seu descarte, as relações com a Economia do Meio Ambiente no trato do produto pneu como produto massificado.

Neste capítulo encontram-se também contextualizado a reciclagem do pneu e reutilização de seus compósitos em suas diversas formas. È desenvolvida também uma observação quanto ao futuro do produto e as inovações tecnológicas que o cercam a observância das oportunidades e possível utilização como coadjuvante energético.

Finalizando o trabalho de dissertação seguem-se as considerações finais, as conclusões, observações pertinentes e sugestões para o desenvolvimento de novas pesquisas.

## **CAPÍTULO II**

### **O PNEU COMO RESÍDUO NÃO CONVENCIONAL E A OPORTUNIDADE DA RECICLAGEM**

Este capítulo que trata da fundamentação teórica está dividido em cinco seções.

Na primeira introduz-se o objeto da pesquisa que trata do pneu na sua amplitude. Na segunda seção aborda-se a relação entre o desenvolvimento e os resíduos resultantes deste processo. Seguindo-se a terceira seção, um desenvolvimento sobre o pneu como resíduo sólido não convencional, a quarta seção contextualiza os aspectos da reciclagem como atividade e a reciclagem do produto pneu e finalizando, a quinta seção trata das características da descartabilidade dos bens de consumo

#### **2.1 O Produto Pneu e sua história**

Ao aceitar uma encomenda, em 1836 do governo americano para fornecimento de sacolas postais para o departamento de correios, Charles Goodyear (1800-1860) deparou-se com um sério problema: a vulnerabilidade do material de seu produto composto basicamente de látex e de ácido nítrico frente às variações de temperatura. (disponível em [www.rubber-resources.com](http://www.rubber-resources.com) – acesso em 18/06/2007)

Em períodos de inverno, com as baixas temperaturas, os malotes tornavam-se quebradiços e no verão as mesmas tornavam-se gosmentas e algumas literalmente derretiam.

A borracha vulcanizada foi resultado das diversas experiências que Charles Goodyear desenvolveu durante aproximadamente três anos buscando tratar a borracha da Índia, local de origem de sua matéria prima. A intenção era fazê-la perder a sua adesividade e suscetibilidade às alterações de temperatura eliminando os problemas existentes de baixa resistência e pouca versatilidade de seu produto. (La Fuente, 2005, e disponível em [www.rubber-resources.com](http://www.rubber-resources.com), acesso em 18/06/2007)

Apesar de ser um fato ainda bastante discutível, se aceita como sendo, o processo de vulcanização da borracha, uma das maiores descobertas acidentais da História do desenvolvimento industrial da humanidade.

A vulcanização, nome derivado da mitologia romana (Vulcano, Deus do fogo e do trabalho com metais), é o termo que descreve o processo ao qual a borracha aquecida reage com enxofre para produzir uma rede de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas.

Foi de extrema importância para que o mundo que no século XVIII iniciara o processo de revolução industrial passasse, a partir de então, a expandir-se de maneira mais intensa.

O processo de vulcanização é considerado como sendo de autoria de Charles Goodyear, porém na Inglaterra, algumas semanas antes de entrar com seu pedido de patente para a sua invenção, outro inventor da época conhecido como Thomas Hancock, a partir de uma amostra do composto de borracha, apresentou a patente. Thomas Hancock foi considerado inicialmente como criador do processo em 1843. (MULHA, TINOCO e CARDOSO, 2006; MULHA, TINOCO, 2007)

Após a sua morte, o reconhecimento da invenção foi totalmente atribuído a Charles Goodyear.

Seu filho, Charles Goodyear Jr. desenvolveu e construiu um conjunto interessante de maquinário industrial, ao qual lhe gerou renda e fortuna.

A companhia Goodyear Tire & Rubber Company foi nomeada em sua honra, mas nunca pertenceu a membros da família Goodyear. (La Fuente, 2005, e disponível em [www.rubber-resources.com](http://www.rubber-resources.com), acesso em 20/06/2007)

Com o processo de vulcanização, a invenção de John Boyd Dunlop (1840-1921) recebeu um novo impulso: Em 1887, o Veterinário Irlandês John Boyd Dunlop, observou o seu filho mais novo brincando com um triciclo de pneus de borracha sólida em um pavimento de pedras.

Percebeu que ele andava de forma muito lenta e desconfortável. Ao tentar proporcionar-lhe mais conforto e um manuseio mais adequado ao triciclo, Dunlop enrolou as rodas com folhas de borracha muito finas, colou-as e encheu-as com uma bomba de bola de futebol.

Nascia o primeiro sistema de almofadas de ar da história e assim os alicerces para o primeiro pneu pneumático.

A idéia inicial registrada em 1845 foi patenteada no ano de 1846 sendo de autoria do Engenheiro Escocês Robert William Thonson, um construtor de carruagens que passou a utilizá-la em seus projetos, mas a dificuldade de manutenção nas carruagens acabou por determinar a sua inviabilidade.

O desenvolvimento dos pneumáticos por Dunlop foi determinante para fortalecimento das rodovias. A produção comercial de pneus iniciou-se na cidade de Belfast no ano de 1890, Irlanda, quando Dunlop associou-se com Harvey Du Cros para fundar a primeira indústria de fabricação de pneus não maciços: a Dunlop Rubber Company. (La Fuente, 2005, e disponível em [www.rubber-resources.com](http://www.rubber-resources.com), acesso em 2007)

O pneu é definido como “... todo artefato inflável, constituído por borracha e materiais de reforço utilizado para rodagem em veículos automotores e bicicletas” (BRASIL, 2002).

É um componente dos veículos responsável pelo contato e controle do mesmo através das relações físicas com o atrito ao solo.

Desde seu surgimento há 159 anos exerce um papel ainda insubstituível e fundamental no cotidiano, tanto no transporte de passageiros, quanto no de cargas, o pneu apresenta uma estrutura complexa constituída por diferentes materiais, como a borracha, o aço, o tecido de poliéster ou nylon, objetivando conferir as características necessárias para atender às demandas de mercado (EPA, 1991; D’Almeida & Sena, 2000; Bertollo et al, 1999).

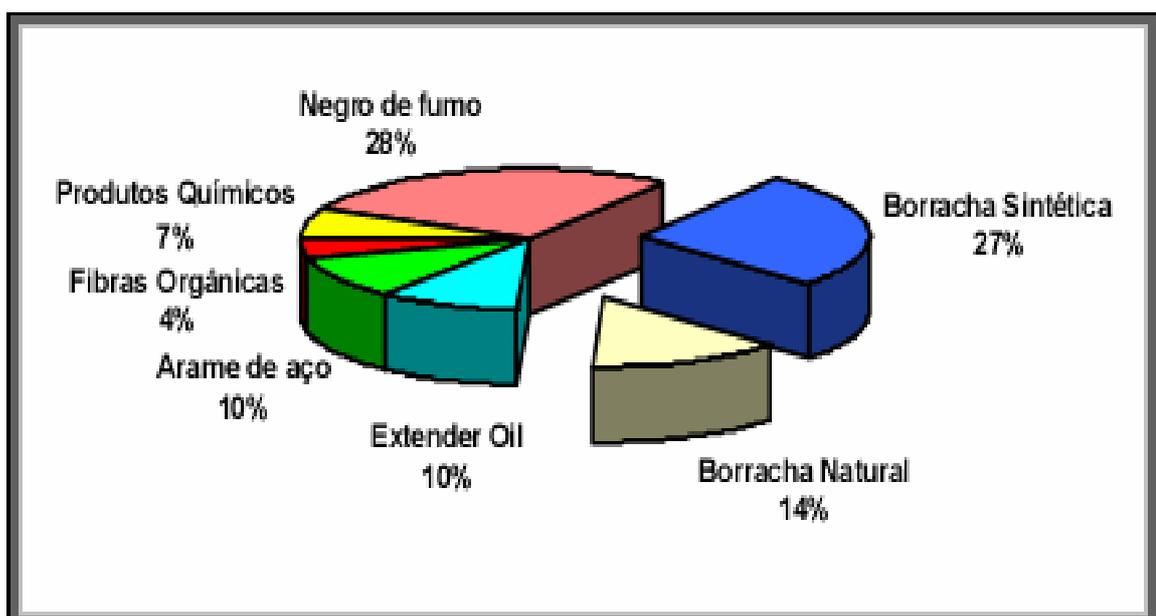
Conforme Cimino:

A utilização de 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 vida humana. CIMINO (2004)

É considerado pelos engenheiros automobilistas o segundo mais complexo componente do veículo, ficando atrás apenas do motor, por ser um componente de alta exposição às variabilidades e exigências, tais como carga a transportar, velocidade, frenagem, segurança, intempéries climáticas formas de dirigibilidade, diversidade de pavimentos entre outros. (ANDRIETTA 2002, e disponível em [www.pirellibrasil.com.br](http://www.pirellibrasil.com.br))

Trata-se quimicamente de um composto carbônico polimérico e que possui em sua composição básica além do látex natural e em grande parte dos pneus produzidos, a borracha sintética advindo do petróleo, o aço, o enxofre, o hidrogênio e o negro de fumo, também um composto petrolífero.

**Figura (01): Componentes básicos dos pneus para automóveis**

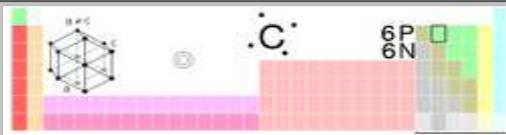
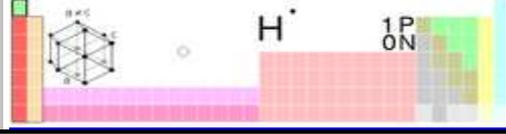
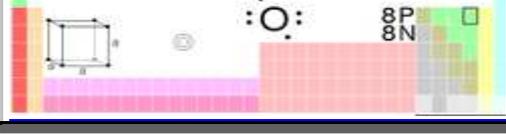
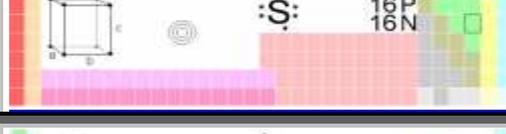
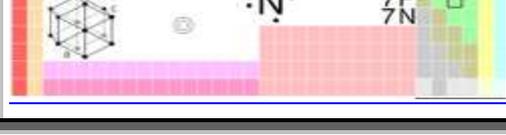


Fonte: <http://www..bndes.gov.br/conhecimento/relato/pneus.pdf>

Essa mistura faz com que o produto tenha uma vida extremamente longa quando disposta no meio ambiente. Mesmo enterrado sua degradação ocorrerá em pelo menos 500 anos (conforme a estrutura química de um pneu específico pode alcançar a 1.000 anos) e para agravar sua destinação final, nos aterros sanitários tende a voltar à superfície com o passar do tempo, ficando exposto. (ANDRIETTA 2002, e disponível em [www.pirellibrasil.com.br](http://www.pirellibrasil.com.br)).

Necessário salientar que as tabelas e figuras descrevem os compostos mais utilizados para a fabricação dos pneus

**Tabela (02) – Componentes químicos e metais pesados presentes nos pneus: Suas características e a relação com o meio ambiente**

| Componente Químico                                                                                                                                                | Massa | Características na Tabela Periódica                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Carbono</b> (O composto de carbono pode ser tóxico, tal como o monóxido de carbono. Outros são essenciais à vida)                                              | 83 %  |  |
| <b>Hidrogênio</b> (Pode se difundir através de materiais e sistemas presentes no ar ou em outros gases comuns)                                                    | 7 %   |  |
| <b>Oxigênio</b> (O ozônio, peróxido de hidrogênio e radical hidroxila, são muito tóxicos)                                                                         | 2,5 % |  |
| <b>Enxofre</b> (O dióxido de enxofre reage na atmosfera produzindo a chuva ácida, e em altas concentrações reage com a água dos pulmões formando ácido sulfuroso) | 1,2 % |  |
| <b>Nitrogênio</b> (Com o oxigênio forma óxido nítrico N2O, óxido nítrico NO e o dióxido de nitrogênio NO2, representados por NOx).                                | 0,3 % |  |

**Tabela (02 - continuação) – Componentes químicos e metais pesados presentes nos pneus: Suas características e a relação com o meio ambiente**

| Metais Pesados                                                                                                                                               | Ppm     | Característica na Tabela Periódica |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------|
| <b>Cromo</b> (Os compostos de cromo são tóxicos. Em níveis não letais, o cromo hexavalente é altamente carcinógeno)                                          | 97      |                                    |
| <b>Níquel</b> (A exposição ao metal e seus compostos solúveis não deve superar aos 0,05 mg/cm³. Suspeita-se que são cancerígenos)                            | 77      |                                    |
| <b>Chumbo</b> (Tóxico e danoso quando absorvido pelo organismo. Materiais e dispositivos que contêm chumbo não podem ser descartados ao ambiente)            | 60-760  |                                    |
| <b>Cádmio</b> (Tóxico no organismo, mesmo em pequenas concentrações. A exposição ocorre pela ingestão de água e alimentos contaminados e inalação de pó)     | 5 – 10  |                                    |
| <b>Tálio</b> (Há suspeitas de que o tálio é um carcinógeno. A exposição aos compostos solúveis do tálio não deve exceder a 0,1 mg /m³ por 40 horas semanais) | 0,2-0,3 |                                    |

Fonte: MULHA, TINOCO e CARDOSO, 2006; MULHA, TINOCO, 2007.

Conforme pesquisa desenvolvida pela Fapemig – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, o pneu é basicamente formado por quatro partes:

**Carcaça** – parte interna do pneu, responsável por reter a pressão causada pelo ar e sustentar o peso do veículo. Possui lonas de poliéster, aço ou nylon, dispostas no sentido diagonal uma das outras, nos chamados pneus convencionais ou diagonais, ou na forma radial, nos pneus ditos radiais. Os pneus radiais ainda contam com uma estrutura adicional de lonas, chamadas de cintura, que estabilizam a carcaça radial. Essas lonas são constituídas de aço.

**Talão** – serve para acoplar o pneu ao aro. Possui uma forma de anel e é constituído de arames de aço, recobertos por borracha.

**Flancos** – parte lateral do pneu e tem a função de proteger a carcaça. É constituída de borracha com alto grau de elasticidade.

**Banda de rolagem** - parte que entra em contato com o solo. Os desenhos formados nessa parte são chamados de esculturas. Possuem partes cheias e partes vazias e servem para otimizar a aderência com a

superfície. É feita com compostos de borracha altamente resistentes ao desgaste. (FAPEMIG, 2003)

O que caracteriza um pneu como sendo radial ou diagonal é a forma como a carcaça esta disposta.

Nos veículos de passeio, os pneus radiais já somam 97% do mercado, enquanto nos ônibus e caminhões esse número fica em 45%.

Apesar de mais caros, os pneus radiais possuem maior resistência e eficiência do que os pneus diagonais. Além do reforço na estrutura geral, o maior teor de borracha natural e os desenhos na banda de rodagem contribuem para esse diferencial em relação aos pneus diagonais (Andrietta, 2002).

Os pneus classificam-se também em pneus com câmara e pneus sem câmara. Os pneus sem câmara apresentam na parte interna da carcaça uma camada adicional de uma borracha especial cuja composição aufero ao produto uma selagem ao ar comprimido mantendo-o sempre inflado. Os pneus sem câmara são mais vantajosos por serem mais seguros, esvaziando-se com lentidão quando perfurados e de manutenção facilitada tanto na montagem como desmontagem. (Andrietta, 2002).

Segundo o fabricante Michelin (Manufacture Française des Pneumatiques Michelin), utilizam-se aproximadamente 200 compostos químicos entre ativadores de vulcanização, agentes de proteção, plastificantes, cargas, auxiliares de processamento, agentes e aceleradores de vulcanização, agentes de pegajosidade e expansão, pigmentos, corantes, odorantes e desidratantes.

Conforme texto introdutório sobre borracha sintética da Petrobras:

Na composição de um pneu, a borracha é o principal material do pneu, representando cerca de 40% do seu peso. Essa borracha pode ser dividida em dois tipos:

- Natural: Sua principal extração vem de uma derivada da seringueira – hevea brasiliensis. A produção de pneus representa um terço do consumo mundial de borracha, e;

- Sintética: Tipo de elastômeros, polímeros com propriedades físicas parecidas com a da borracha natural. É derivada do petróleo ou do gás natural.

Seu consumo para a fabricação de pneus representa 2/3 do total de borracha sintética no mundo.

Além da borracha, existe como matéria prima do pneu, o negro de carbono ou negro de fumo, fibras orgânicas - nylon e poliéster, arames de aço, derivados do petróleo e outros produtos químicos.

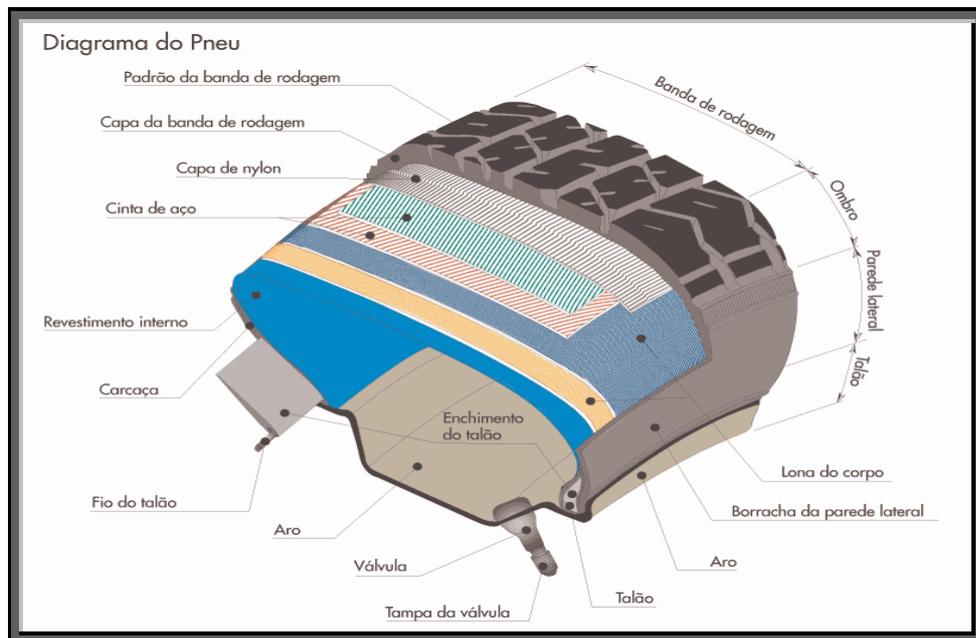
Essencial na fabricação do pneu, o negro de fumo confere à borracha mais resistência e aumenta seu desempenho.

Através de um método chamado vulcanização, a borracha é misturada ao negro de fumo num molde aquecido entre 120 a 170 graus Celsius. (disponível em: [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br))

São adicionados também o enxofre, compostos de zinco e outros aceleradores de processo.

A sílica adicionada à construção dos “pneus ecológicos” tende a substituir o negro de fumo composto de difícil reciclabilidade e por melhorar a resistência ao rolamento.

### **Figura 2: Partes de um pneu.**



Fonte: <http://www.maxxis.com> – 2007

## **2.2 O desenvolvimento impulsionando a formação dos resíduos:**

Com o desenvolvimento das atividades humanas, potencializado pela necessidade de produtos e serviços para uma crescente população mundial, o meio rural tem parcelas significativas de seus habitantes migrando de forma gradativa para o meio urbano, assim

como a imigração da população de países em situação de degradação social ou conturbação política. (NICÁCIO, 2002).

Esse fato vem ocorrendo em diferentes estágios por toda a história da humanidade, mas foi relevante e muito concentrado a partir da revolução industrial.

Como consequência, a taxa de adensamento rural é naturalmente menor do que a do meio urbano. Mesmo no Brasil com a adoção das políticas de vantagens para a imigração de contingentes populacionais para as lavouras de café e povoamento de regiões distantes do início do século XX, houve o êxodo rural.

Posteriormente aos fatos das crises da borracha e do café, combinado com o acelerado processo de mecanização agrícola, esse mesmo contingente estrangeiro conjuntamente com os brasileiros natos, em busca de oportunidade e melhores condições de vida, migraram para os centros que estavam industrializando-se.

Conforme SILVA, em texto para a edição 186 da revista Globo Rural de abril de 2001, apesar de existirem algumas tendências do crescimento da população rural, fatores motivacionais, determinantes para a manutenção de uma população em seu ambiente dependem de certas ações governamentais e de direcionamento do mercado.

Nota-se, portanto que o crescimento urbano tende a manter-se de forma desequilibrada em relação aos recursos.

O desequilíbrio em função do êxodo, combinado com o crescimento vegetativo populacional, agiu como multiplicador do volume de resíduos gerados nas cidades e no entorno dos grandes centros urbanos. Por consequência ampliou o espectro de problemas relacionado com a saúde e bem estar da população em geral, com reflexos no meio ambiente.

Este reflexo estende-se através dos rios e pela ação do vento para outros ambientes agindo negativamente em outros ecossistemas, interferindo na ordem natural dos ambientes, mesmo que distanciados dos grandes centros.

Um exemplo típico é a contaminação do chamado cinturão verde da região Metropolitana de São Paulo pelas águas dos rios e riachos.

Antes de banharem as terras agrícolas da região do município de Mogi das Cruzes e arredores, o Rio Tiete e outros afluentes, passam por regiões populosas e industrializadas como o pólo industrial da própria cidade. Ao alcançar o município de São Paulo, traz consigo uma grande carga de contaminantes industriais e esgoto doméstico (disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/> - acesso em 07/08/2007).

Mesmo com um crescimento populacional menos acentuado o meio ambiente rural possui interferência do crescimento e desenvolvimento humano.

Os resíduos deste desenvolvimento são mais discretos e específicos sendo normalmente mais controláveis: São basicamente as embalagens de pesticidas, inseticidas e de sementes além de compostos químicos de correção do solo (necessidade do controle da lixiviação) ou de pragas, direcionados a produção agropecuária.

Outros resíduos como palhas das colheitas e os dejetos orgânicos das criações são também considerados como agentes de interferência, porém normalmente são reutilizados na compostagem do solo ou reaproveitamento energético através da biomassa. (disponível em <http://www.embrapa.br//> - acesso em 11/08/2007).

O resíduo gerado pela queima da palha da cana de açúcar (cinza, fuligem e gases como o monóxido de carbono) na época da safra, no estado de São Paulo possui legislação pertinente (como exemplo, a Resolução SMA - 34, de 20/07/2007) e seu controle é efetivo. Nas demais localidades do Brasil o controle segue por legislação direcionada a este fim.

Tratando-se, portanto do conceito os resíduos, compõem-se das sobras dos processos de produção e consumo das atividades dos seres humanos, gerando a poluição que por sua vez reflete-se como um passivo ambiental que popularmente é clamado de lixo.

Segundo o ISR - Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos, resíduo são “Materiais ou produtos de que já não necessitamos ou que deixam de ter utilidade após o consumo” (disponível em <http://www.isrcer.org/> - acessado em 13/05/2007). Ainda conforme a Empresa COMPAM, especializada em reciclagem de papéis:

Resíduo pode ser considerado qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo. Diversos tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) são gerados nos processos de extração de recursos naturais, transformação, fabricação ou consumo de produtos e serviços. Esses resíduos passam a ser descartados e acumulados no meio ambiente causando não somente problemas de poluição, como caracterizando um desperdício da matéria originalmente utilizada. (disponível em <http://www.compam.com.br/residuo.htm> – acesso em 15/10/2007).

A CETESB define resíduo, poluição, poluente e passivo ambiental como:

#### **Resíduos**

Também conhecidos popularmente como lixo, são despejos sólidos, restos, remanescentes putrescíveis e não putrescíveis (com exceção dos excrementos) que incluem papel, papelão, latas, material de jardim, madeira, vidro, cacos, trapos, lixo de cozinha e resíduos de indústria, instrumentos defeituosos e até mesmo aparelhos eletrodomésticos impréstáveis;

#### **Poluente**

Substância, meio ou agente que provoque direta ou indiretamente qualquer forma de poluição;

#### **Poluição**

É qualquer interferência danosa nos processos de transmissão de energia em um ecossistema. Pode ser também definida como um conjunto de fatores limitantes de interesse especial para o Homem, constituídos de substâncias nocivas (poluentes) que, uma vez introduzidas no ambiente, podem ser efetiva ou potencialmente prejudiciais ao Homem ou ao uso que ele faz de seu habitat.

#### **Passivo Ambiental**

Passivo ambiental pode ser entendido, em um sentido mais restrito, o valor monetário necessário para custear a reparação do acúmulo de danos ambientais causados por um empreendimento, ao longo de sua operação. Todavia, o termo passivo ambiental tem sido empregado, com freqüência, para conotar, de uma forma mais ampla, não apenas o custo monetário, mas a totalidade dos custos decorrentes do acúmulo de danos ambientais, incluindo os custos financeiros, econômicos e sociais. (disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/> - acesso em 07/08/2007)

Os resíduos qualificam-se conforme a sua natureza. Portanto:

- > Resíduo de natureza física: seco e molhado;
- > Resíduo de composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;

> Resíduos geradores de riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não inertes e inertes.

Podem ser classificados, segundo a ABNT NBR 10.004/97, em:

**Classe 1 - Resíduos Perigosos:** são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

**Classe 2 (conforme anexo G - NBR 10.004/04 - Resíduos Classe II A)**

Resíduos Não-inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.

**Classe 3 (conforme anexo G - NBR 10.004/04 - Resíduos Classe II B):**

Resíduos Inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (conforme norma NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis. Estes resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, por exemplo, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

Tabela 03: Origem e Classes de resíduos.

| <b>Origem</b>                               | <b>Possíveis Classes</b> |
|---------------------------------------------|--------------------------|
| Domiciliar                                  | 2                        |
| Comercial                                   | 2, 3                     |
| Industrial                                  | 1, 2, 3                  |
| Público                                     | 2, 3                     |
| Serviços de saúde                           | 1, 2, 3                  |
| Portos, aeroportos e terminais ferroviários | 1, 2, 3                  |
| Agrícola                                    | 1, 2, 3                  |
| Entulho                                     | 3                        |

Fonte: CETESB - ABNT- 2007

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o lixo como “qualquer coisa que seu proprietário não quer mais e que não possui valor comercial”, (disponível em <http://www.who.int/en/>- acesso em 25/10/2007).

Nota-se que nesta definição a frase “valor comercial” remete às possibilidades da reciclagem de materiais e reutilização de seus compostos de forma a gerar receita, renda e demais indexadores para o apoio a uma estrutura social..

Neste contexto ao considerarem-se as atividades humanas, parte dos resíduos gerados pode ser reutilizada, apropriando-se de forma sistêmica e integrada e, posteriormente exaurida as possibilidades de reintegração em uma cadeia produtiva, transformar-se-á de fato em resíduo ou lixo.

O resíduo urbano ou lixo como é considerado, além de ser um dos principais vetores de doenças no ambiente é também, indiretamente, um custo externalizado pelas empresas e transferido para o meio ambiente através dos processos produtivos, produtos e serviços. (TINOCO e KRAEMER, 2004).

O princípio do poluidor – pagador identifica a existência destes custos e suas origens.

Intenciona direcionar estas externalidades de forma a refleti-las como custos internos para as empresas que as desenvolveram em seus processos e produtos (IPEA- 1997).

Segundo Sachs (1986), a gestão do ambiente com atitude consciente surgiria com um modelo de desenvolvimento fundamentado na lógica das necessidades sociais e não na da produção. Teria sua fundamentação na capacidade da coletividade humana e em suas próprias forças, aproveitando a diversidade e as especificidades dos recursos de seu meio. Seria, portanto a maneira de harmonizar os objetivos sociais, econômicos e ambientais (IPEA - 1997).

Esta harmonia tende a transformar determinados índices que sempre foram indicativos de desenvolvimento tecnológico e industrial.

Pela conseqüente escassez de recursos e pelo novo ordenamento das necessidades ambientais, passam a ter uma conotação ampla, com espectros de percepção voltados ao controle, planejamento futuro e as alternativas.

Seriam fundamentados nos recursos renováveis e desses, o de menor impacto na natureza.

Desta forma, o consumo de energia continuaria a ser um indicativo de desenvolvimento, mas contemplaria todo o espectro de alternativas energéticas e as nações mais desenvolvidas seriam, portanto aquelas cujos indicativos demonstrassem um amplo consumo energético de fontes renováveis e não impactante, como a energia do hidrogênio (RIFKIN, 2003).

### **2.3 Resíduo sólido não Convencional: O pneu inservível (PI).**

O pneu, depois de esgotadas as possibilidades de recauchutagem torna-se inservível para o fim ao qual fora desenvolvido. Desta forma passa a ser considerado, segundo a CETESB (2007) e conforme a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), um resíduo sólido não convencional, classificado como classe II – B. Neste grupo de resíduos industriais designam-se como inertes, por estar isento de metais pesados, não sofrer lixiviação e insolúvel em água, os quais teoricamente representam menor grau de impacto ambiental.

Segundo a NBR 9.896 de 1993, resíduos são considerados todos os materiais cujo proprietário ou produtor não mais considera com valor suficiente para conservá-lo. Os pneus, portanto, são considerados resíduos sólidos industriais.

Segundo as normas da ABNT, resíduos sólidos industriais são todos os resíduos no estado sólido ou semi-sólido resultante das atividades industriais, incluindo lodos e determinados líquidos, cujas características tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou que exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis.

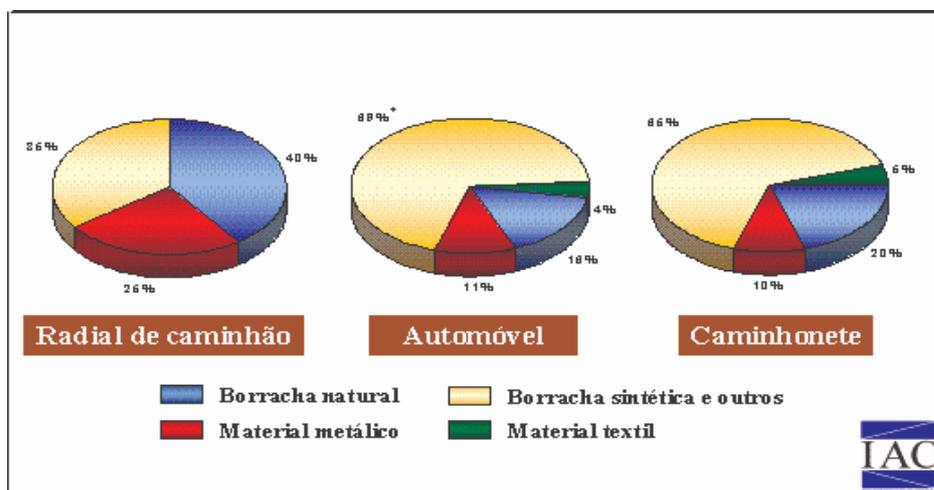
Considera-se como pneumático inservível “... aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional, conforme código 4012.20 da Tarifa Externa Comum– TEC” (BRASIL, 1999; BRASIL, 2003).

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.

Deve-se priorizar 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).

Como textualizado no início do capítulo, trata-se de uma estrutura física e química complexa, em função da necessária segurança, desempenho e economia de combustível que devem proporcionar aos veículos que os utilizam. Seus componentes básicos são a borracha natural e sintética vulcanizada na ordem normalmente de 1/3 e 2/3 do peso total de um pneu, tecido industrial como o náilon e o poliéster e o aço em forma de lamina para os pneus radiais ou arame para os pneus convencionais.

**Figura 3: Composição básica dos pneus de veículos de transporte de carga e passageiros.**



Fonte: ANIP/ IAC – 2007

Essa combinação estrutural torna-o um resíduo não biodegradável e de difícil eliminação, tendo um tempo de decomposição esperado acima de 600 anos. Conforme os relatos técnicos da CETESB, 2007, o volume gerado pelos pneus e o seu peso, tornam dispendioso o armazenamento e o seu transporte.

A sua compactação em aterros sanitária foi proibida nomeadamente através do artigo 9º da resolução 258/99 do CONAMA. Contudo, devido à infestação da doença de dengue que se alastrou de forma a transformar-se em epidemia no país e o pneu ser um criadouro do mosquito vetor da doença (*Aedes aegypti*), a sua compactação passou a ser autorizada pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Essa autorização acompanha a exigência de que sejam retalhados, triturados e homogeneizados com resíduos domiciliares, de forma a garantir a estabilidade dos aterros.

Essa decisão, em conjunto com a Secretaria Estadual da Saúde, por meio da Resolução SMA/SS 1, identifica a justificativa de desenvolvimento de ações emergenciais com a responsabilidade de manter-se a salvaguarda da vida e da saúde da população. Conforme o documento redigido pela assessoria técnica do Partido dos Trabalhadores, "a salvaguarda da vida e da saúde da população e de se estabelecer normas para a destinação final ambientalmente adequada de pneus em aterros sanitários" (SMA/SS, 2004).

Mesmo que autorizada a sua trituração e retalhamento para a disposição em aterros, esse processo torna-se ineficaz frente ao número exponencialmente maior de pneus inservíveis que são descartados e gerados nos centros consumidores.

Nesses mesmos centros consumidores, é bastante comum a existência de depósitos a céu aberto de grande extensão em área. Neles ficam armazenadas inadequadamente verdadeiras montanhas deste resíduo sólido não convencional e, além de serem vetores para a infestação epidêmica podem incendiar-se provocando mais impactos no ambiente.

Ao incendiarem-se, geram fluídos que podem escorrer para os veios de água da região ou penetrarem no subsolo atingindo o lençol freático contaminando-o (IPT, 2000).

Apesar de bastante conhecida os negativos impactos ao meio ambiente que causam o descarte inadequado do produto pneu e da dificuldade em encontrar-se uma saída ambientalmente correta e sustentável para este resíduo, o volume realmente existente deste passivo é apenas estatístico.

Vários pesquisadores, destacando-se o trabalho de Bertollo et al. (2000), concluíram através de suas observações que nas grandes cidades do Estado de São Paulo o montante descartado de pneus era de 6 milhões de unidades.

Conforme o MMA, o número de pneus descartados em todo o mundo a cada ano supera 1 bilhão. E a origem dos problemas ecológicos gerados pelos pneus está justamente no fato de a borracha ser vulcanizada.

#### **2.4 A atividade de reciclagem e a sua relação com os pneus inservíveis.**

Reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os resíduos e reutilizá-los no ciclo de produção de que saírem. É o resultado de uma série de atividades, aos quais os materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos (LEITE, 2003; CEMPRE, 2001).

Reciclar caracteriza-se pelo retorno da matéria-prima ao ciclo de produção. É utilizado popularmente para designar o conjunto de operações envolvidas no ato de reciclar. O vocábulo surgiu na década de 1970, quando as preocupações ambientais passaram a ser tratadas com maior rigor, especialmente após a primeira crise do petróleo, quando reciclar ganhou importância estratégica (RIFKIN, 2003).

As empresas recicladoras são também chamadas de secundárias, por processarem matéria prima de recuperação. Na maior parte dos processos, o produto reciclado

é bastante diferente do produto inicial (CALDERONI, 2002; ALMEIDA, 2002).

A palavra reciclagem derivou do inglês recycle cujo significado é repetir o ciclo (MICHAELIS, 2007).

Reciclar é uma ação diferente de reutilizar. Reciclar é, portanto, uma propriedade característica somente dos materiais que podem voltar ao estado original e ser transformado novamente em um produto igual em todas as suas características.

Reutilizar possui o significado de transformar o material já beneficiado em outro produto. Assim sendo o que chamamos de papel reciclado é de fato um papel reutilizado, pois não possui as mesmas características do papel que foi beneficiado na primeira vez. Só pode ser reciclado aquilo que pode ser transformado novamente no mesmo produto beneficiado originalmente, mantendo-se as mesmas características (CALDERONI, 1997; LEITE, 2003).

Os termos confundem-se em seus conceitos, pois se popularizou transformando-se em uma atividade com grande representatividade social e econômica em especial para as famílias e cidadãos de baixa renda que encontraram na atividade de reciclagem uma forma de renda sustentável contínua e de certa forma, segura (SACHS, 2005).

Como já explicitado na introdução Serra e Leite (2005) mencionam que no Brasil, a indústria de reciclagem de resíduos sólidos em geral vem crescendo vigorosamente, impulsionada tanto pela ação reguladora do Estado quanto pela expansão de um mercado que se articula em torno da coleta e da transformação de quantidades crescentes desses resíduos.

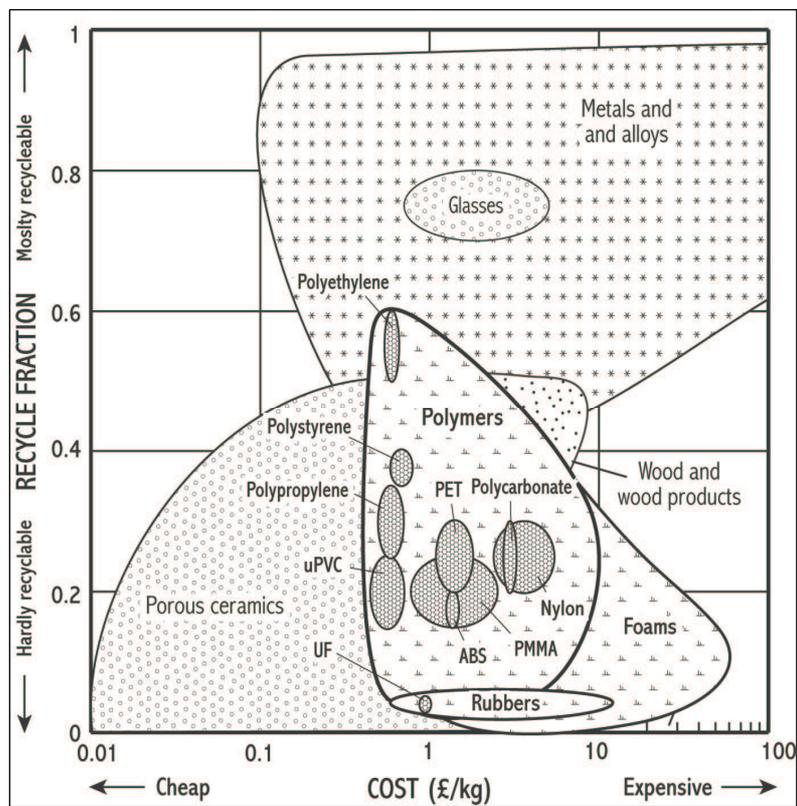
Ademais, Leite e Serra (2005) explicitam que, esse crescimento vem ocorrendo com fortes desequilíbrios entre os elos das cadeias produtivas de reciclagem, sobretudo no que se refere ao grau de adensamento e aporte tecnológico.

Neste contexto, a cadeia de reciclagem de pneus inservíveis é das que apresentam os mais baixos graus de adensamento no Brasil. Isso ocorre não somente em função das

dificuldades técnicas, mas também pela ainda baixa difusão das possibilidades de reciclagem e, sobretudo, pela inexistência de um sistema logístico de coleta, armazenamento e destinação em larga escala do resíduo sólido em questão.

O gráfico abaixo reflete os custos para a reciclagem de diversos materiais e entre eles a borracha em relação com relação à quantidade de material reciclado (GORNI, 2006):

Gráfico 01: Relação entre o custo e a quantidade de material reciclado.



Fonte: [http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive\\_charts/recycling-cost/basic.html](http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive_charts/recycling-cost/basic.html)

Entre outros aspectos, estes fatos contribuem para comprometer o pleno cumprimento da citada Resolução nº 258/1999 do CONAMA.

No que concerne à designação do que seja reciclagem Leite e Serra (2005) apresentou as seguintes denominações: primária, secundária ou terciária.

Assim para esses pesquisadores:

- Na reciclagem primária os resíduos não perdem propriedades quando da transformação em novos produtos e conservam a sua forma original, como seria o caso dos processos de recapagem, recauchutagem e remoldagem de pneus.

- Na secundária ocorre a perda de propriedades, podendo o resíduo ser transformado em produtos considerados menos nobres, tais como solados de sapato, percintas de sofá, vasos, pó e grânulos de borracha para composição de pavimento asfáltico ou argamassa para uso em construção civil.

- Na forma terciária de reciclagem o resíduo, no caso o pneu inservível, se transforma em energia, do que é um exemplo o seu uso em co-processamento na produção de cimento.

Dos resíduos recicláveis recolhidos nos programas de coleta seletiva existentes no Brasil, mais da metade corresponde a papel, vidro e plástico. Os pneus usados e inservíveis não chegam a ser recolhidos pelo sistema tradicional de coleta, uma vez que, por determinação da mencionada Resoluções do CONAMA, não podem ser dispostos em aterros sanitários.

As maiores vantagens da reciclagem são a minimização da utilização de fontes naturais, muitas vezes não renováveis, a redução no uso de energia e a minimização da quantidade de resíduos que necessita de tratamento final, como aterramento, ou incineração.

Um exemplo interessante esta relacionado com a reciclagem de alumínio e em especial as latas de alumínio. Segundo o relatório da Alcoa, fabricante com mercado expressivo mundialmente no setor de embalagens e latas de alumínio:

Além de minimizar os impactos no meio ambiente, a reciclagem contribui para a economia de energia, sendo que, para produzir alumínio reciclado, utiliza-se apenas 5% da energia necessária para fabricar o produto primário.

A reciclagem do alumínio aponta para a sustentabilidade da indústria no setor, em aspectos econômicos, ambientais e também sociais, já que contribui para o desenvolvimento e garante renda em áreas carentes. Devido ao seu valor de mercado, a sucata de alumínio se tornou uma oportunidade para milhares de famílias brasileiras que participam desde a coleta até a transformação final do material.

A cada quilo de alumínio reciclado, cinco quilos de bauxita (minério utilizado para a produção do alumínio) são poupados. Em 2004, a reciclagem de 270 mil toneladas de alumínio gerou economia de 1,3 milhões de toneladas de bauxita. Atualmente, o mercado brasileiro movimentava mais de US\$ 100 milhões anuais. (ALCOA – 2007 – DOCUMENTO DE TRABALHO)

A reciclagem, como atividade de produção, foi impulsionada pelas questões energéticas relacionadas à matriz mundial do petróleo.

Apesar de todas as benesses ambientais e agregados sociais que possui, a atividade de reciclagem é questionada quanto a sua eficácia nas relações com o meio ambiente, porém este posicionamento é refutado quando observado pela ótica da economia.

Segundo Calderoni:

Há ainda quem duvide de que a reciclagem do lixo seja, de fato, economicamente viável, tanto no que se refere à fração orgânica (restos de comida etc), como à fração seca (plásticos, papel, metais, vidro etc). Mas os fatos parecem demonstrar o contrário.

As 120.000 t / dia de lixo produzidas no Brasil, sendo cerca de 72.000 t / dia (60%) de lixo orgânico, permitiriam a implantação de um parque gerador com a potência instalada de 1.080 MW, capaz de permitir aos municípios uma economia da ordem de R\$ 1 bilhão por ano e de mais cerca de R\$ 500 milhões de custos evitados de disposição final em Aterros Sanitários. A economia seria, portanto, de R\$ 1, 5 bilhão / ano para o país como um todo.

Mas e a economia que se poderia obter a partir da fração seca (...), as conclusões são de que, tanto para o Brasil (...), a economia seria também de bilhões. CALDERONI, 1977

O mesmo autor demonstra sua afirmação através da seguinte tabela:

**Tabela 4: ECONOMIA RESULTANTE DA RECICLAGEM DO LIXO - BRASIL**

|                 | <b>G</b> | = | <b>V</b>             | <b>-V</b>            | <b>-C</b>           |
|-----------------|----------|---|----------------------|----------------------|---------------------|
| <b>ECONOMIA</b> | Ganho    | = | Venda de recicláveis | Venda de recicláveis | Custo da Reciclagem |
| <b>POSSÍVEL</b> | 5.835,9  | = | 1.273,3              | -1.273,3             | -382,0              |
| <b>OBTIDA</b>   | 1.191,6  | = | 363,3                | -363,3               | -109,0              |
| <b>PERDIDA</b>  | 4.644,5  | = | 744,4                | -744,4               | -273,0              |

| <b>+W</b>           | <b>+M</b>                 | <b>+H</b>                     | <b>+A</b>                     |
|---------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Economia de Energia | Economia de Matéria Prima | Economia de Recursos Hídricos | Economia de Custos Ambientais |
| 1.338,9             | 4.170,7                   | 704,0                         | 4,5                           |
| 340,3               | 735,6                     | 223,9                         | 0,8                           |
| 998,6               | 3.435,1                   | 480,1                         | 3,7                           |

Em R\$ milhões de setembro de 1996 (R\$ 1=US\$1)

Fonte: Sabetai Calderoni, "Os Bilhões Perdidos no Lixo", Ed. Humanitas, 1997

Desse quadro depreende-se que a economia possível através da reciclagem do lixo no Brasil pode ser estimada em, ao menos, R\$ 5,8 bilhões. Deste total, foi obtida economia de R\$ 1,2 bilhões, tendo sido perdidos, pela não reciclagem, R\$ 4,6 bilhões.

A economia de matéria-prima constitui o principal fator de economia, respondendo por 71% do total possível e 62% do obtido através da reciclagem. O segundo fator em valor é a economia de energia elétrica, contribuindo com 23% do total possível e 29% do obtido. O papel é o reciclável de maior peso, seja na economia possível (38%), seja na obtida (60%), ou na perda (33%). Segue-se o plástico, cuja contribuição alcança 57% da economia possível e 33% da obtida. Essas variações entre o papel e o plástico devem-se, em grande parte, ao maior índice de reciclagem alcançada pelo primeiro.

O maior item singular de economia possível é a matéria-prima do plástico; no que se refere à economia obtida, a economia de matéria-prima e de energia proporcionadas pela reciclagem do papel são os itens de maior expressão.

Deve-se lembrar, contudo, que neste estudo a medida da economia de água e da redução dos custos ambientais não chegou a abranger a totalidade dos ganhos efetivamente alcançados, nem foram calculados para o Brasil os custos evitados pelas Prefeituras, dada a indisponibilidade das informações requeridas.

Cumprir enfatizar que os resultados ora apresentados constituem apenas uma ordem de grandeza, subestimada, dos ganhos que a reciclagem do lixo pode proporcionar sob o ponto de vista do conjunto da sociedade. (CALDERONI, 1997)

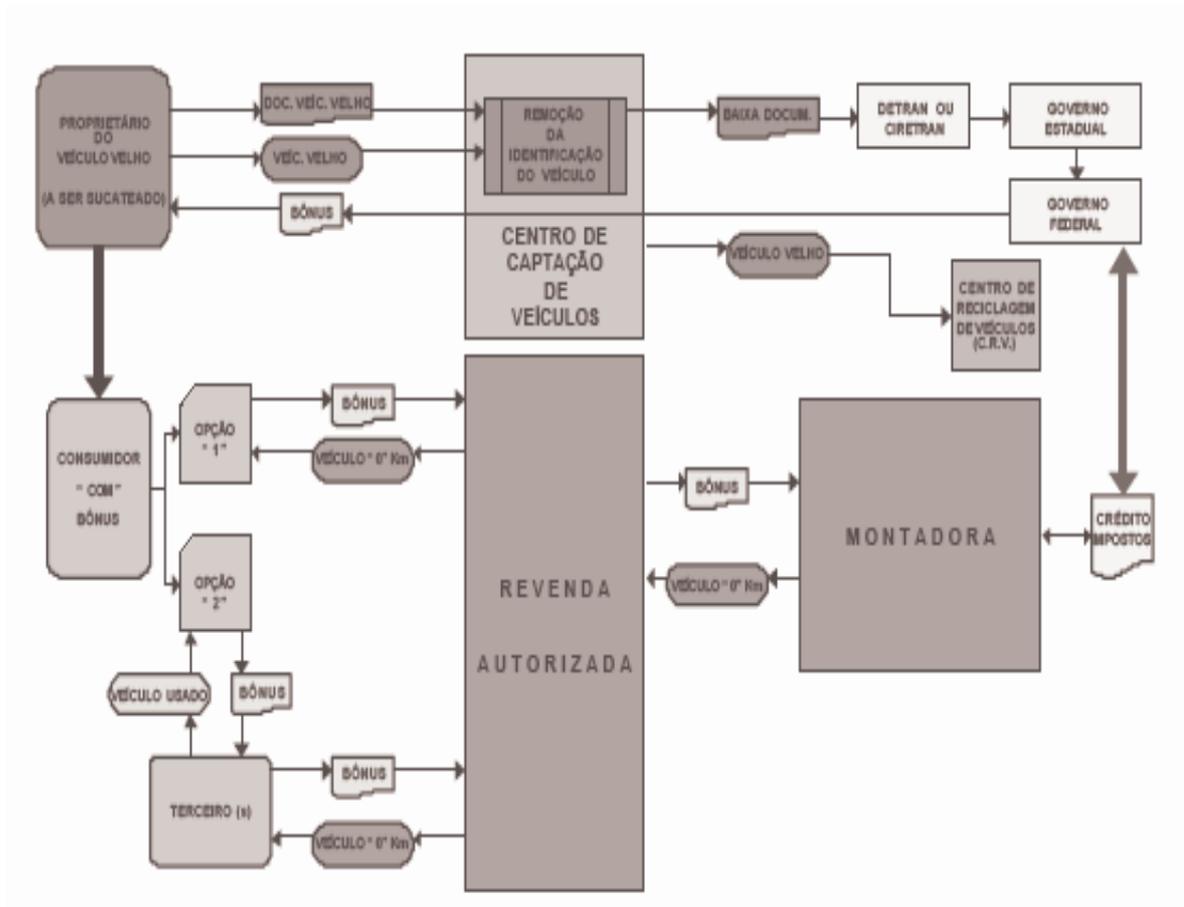
Percebe-se, que a atividade de reciclagem possui um importante significado nas relações de desenvolvimento sustentável, incluindo-se o âmbito econômico e de inclusão social (CALDERONI, 1997; ALMEIDA, 2002; SACHS, 2005).

Quanto maior a complexidade dos produtos e a composição de suas partes, maiores as possibilidades de sua reciclabilidade ou reaproveitamento de suas partes e materiais de composição.

Um produto que desperta grande interesse na atividade são os veículos automotores. Por diversos motivos, aos quais se enquadra o fato da idade média de nossos veículos, acima de 10 anos o que aumenta o número de acidente e a poluição atmosférica entre outros problemas. (GOMES e MEDINA, 2001).

A ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores desenvolve uma proposta para renovação da frota brasileira. O proprietário de um veículo em fim de vida útil teria uma bonificação interessante para aquisição de um veículo novo.

Figura 04: Proposta Para renovação de frotas da ANFAVEA



Fonte: Estudo sobre a reciclagem na indústria automotiva e sua inserção em um ambiente virtual de ensino, Gomes, D.E.B.; Medina, H.V. – 2001.

A atividade de reciclagem (ou reutilização) desenvolveu-se também para os pneus inservíveis coincidindo com os registros históricos da reciclagem da borracha.

Conforme Dierkes, 2006, do Vredestein Rubber Resources, Holanda, a reciclagem da borracha iniciou-se nos primeiros anos do século XX e atingiu seu maior desenvolvimento a partir da década de 50 e durante os anos 60, período de grande escassez de borracha e de crescimento econômico bastante significativo dos países industrializados do ocidente.

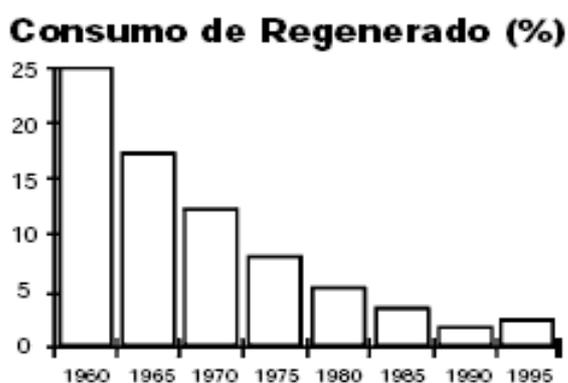
Mesmo com o desenvolvimento da borracha sintética e a produção em grande escala, os preços da borracha ficaram altos e, por consequência a reutilização da borracha ou sua reciclagem foi de grande significado para o período. Essa importância foi tal que ao final da década de 60 praticamente todos os fabricantes de borrachas, incluindo-se os fabricantes de pneus estavam envolvidos em algum programa de coleta e reciclagem de borracha.

A tecnologia utilizada para reciclagem era pouco desenvolvida na época e, como a atividade possuía mais um significado econômico do que de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente, as emissões de poluentes ao meio ambiente já se faziam bastante significativas. (Dierkes, 2006)

A partir do final da década de 60, novos materiais de engenharia passaram a fazer parte do cotidiano das empresas com custos adequados à economia. Esse fato combinou-se com a equalização da produção da borracha natural e de borracha sintética. Essas ocorrências atenuaram o preço da matéria prima, não mais escassa e com isso a reciclagem da borracha deixou de ser economicamente interessante.

Com lucros reduzidos e com problemas de fluxo de caixa, muitas das empresas de reciclagem encerraram a suas atividades ou mudaram de ramo fazendo com que o consumo de borracha reciclada atingisse níveis mínimos conforme demonstrado no gráfico abaixo:

Gráfico 2: Percentual de consumo de borracha regenerada (reciclada) em relação à borracha virgem ou natural



Fonte: Vredestein Rubber Resources, 2005

Com o desenvolvimento da tecnologia e de novas propriedades exigidas na utilização da borracha, advinda da concorrência comercial de produtos entre a Comunidade Econômica Européia, a Ásia e os Estados Unidos, a partir de 1994 podem ser constatados um retorno da utilização da borracha reciclada no Mundo.

Este fato deve-se principalmente ao aumento dos padrões exigidos principalmente pelos fabricantes de pneus, obrigados a seguirem as normas rígidas das empresas montadoras automobilísticas.

Com tais ocorrências, o preço da borracha natural (NR) e da borracha sintética, (SBR) começam novamente a terem acréscimos significativos, impulsionados basicamente pelo aumento do consumo. (Dierkes, 2005)

Esse fato retoma o desenvolvimento da atividade de reciclagem completando-se com a imposição aos fabricantes, consumidores e todos envolvidos em sua produção, consumo e geradores de resíduos, de normas ambientais relacionadas com reciclagem da borracha e a sua reintrodução no processo produtivo.

A tecnologia existente é suficiente para agregar características e propriedades à borracha reciclada promovendo a substituição parcial ou total da borracha virgem.

Conforme a Norma ISO 1382:1996 - Rubber vocabulary, a borracha é um elastômero que já está ou pode ser modificado para um estado no qual é essencialmente insolúvel, se bem que susceptível de aumentar de volume num solvente em ebulição, tal como benzeno, metiletilcetona e etanol-tolueno azeotrópico. Em seu estado modificado, não pode ser reprocessado para uma forma permanente por aplicação de calor e pressão moderados.

A Norma DIN 53501 define os termos borracha (matéria-prima), elastômero (borracha) e vulcanização de acordo com critérios baseados no produto final da seguinte forma:

- **Borracha (matéria-prima)** - as borrachas (matéria-prima) são polímeros não reticulados, mas reticuláveis (vulcanizáveis) e que são “*rubber-elastic*” à temperatura ambiente e, dentro de certos limites, em gamas adjacentes de temperatura. A temperatura elevada e/ou sob a influência de forças de deformação, a borracha, matéria-prima, mostra, de modo crescente, um fluxo viscoso que a torna capaz, sob condições adequadas, de sofrer processos de modelação. A borracha, matéria-prima é o material de partida para a manufatura de elastômeros (borracha).
- **Elastômeros (borracha)** - os elastômeros são materiais poliméricos reticuláveis, a temperaturas inferiores à sua temperatura de decomposição. São duros e tipo vidro a baixas temperaturas e não são sujeitos a fluxo viscoso a altas temperaturas. Em vez disso, especialmente à temperatura ambiente, eles comportam-se de maneira “*rubber-elastic*”. Este comportamento é caracterizado pelo relativamente baixos valores de módulo de corte que são pouco dependentes da temperatura.
- **Vulcanização** - a vulcanização é um processo de reticulação pelo qual a estrutura química da borracha, matéria-prima, é alterada. A mudança de estado torna o material elástico, restaura a elasticidade possuída no início pelo material ou alarga o intervalo de temperaturas em que a elasticidade é observada de princípio ao fim. As borrachas são classificadas em grupos e seguem o padrão de normalização regido pelas Normas DIN/ISO1629.

Os fatores relacionados com as exigências ambientais, tecnologia, padrões e normas internacionais de qualidade estão fomentando uma profissionalização da atividade de reciclagem o que lhe gera competências, agregando valor ao produto “reciclagem”.

Com esses agregados à borracha regenerada, a matéria prima deixa de ser uma carga barata. Passa a ser percebida como um composto para diversos fins, uma vez que suas propriedades podem atender satisfatoriamente aos exigentes padrões de qualidade relacionados à consistência, diversidade e flexibilidade além de possuir suporte de pesquisa e conseqüentemente desenvolvimento e assistência técnica.

Uma produção contínua e controles adequados, combinado com os avanços tecnológicos, estão reformulando a atividade de reciclagem da borracha e conseqüentemente gerando oportunidades para geração de empreendimentos, renda e empregos além da importante papel de inclusão social que promove.

O processo de regeneração da borracha ocorre conforme o seguinte esquema:

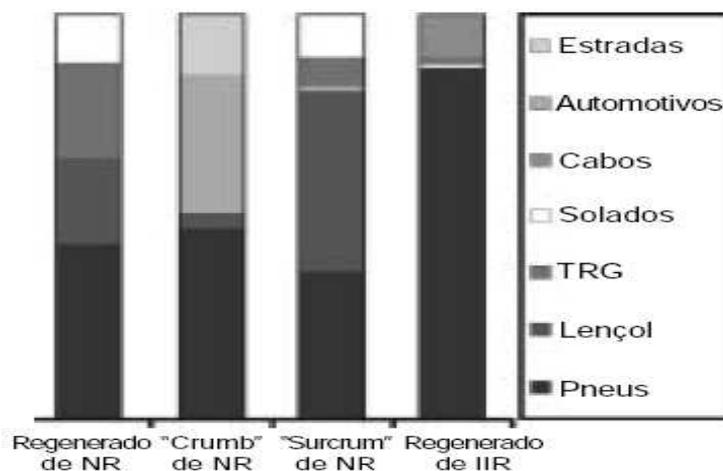
Figura 05: Processo de regeneração da borracha.



Fonte: Vredestein Rubber Resources, 2005

A situação atual da utilização da borracha reciclada assim como de seu consumo não pode ser considerada ainda satisfatória. Desde a metade da década de 90, vem auferindo ganhos significativos ano após ano e com características de diversificação de uso com desempenho viável, seguindo os padrões de qualidade e de conformidade, adequando-se aos mais diversos fins. O gráfico a seguir demonstra algumas das principais utilizações de alguns compostos de borracha regenerada, denotando as suas diversidades de aplicação.

Gráfico 3: O mercado crescente da reciclagem da borracha



Fonte: Vredestein Rubber Resources, 2005

Os pneus usados podem ser reutilizados através do processo de recauchutagem ou remodelagem.

O processo de recauchutagem consiste na remoção por raspagem da parte remanescente da banda de rodagem da carcaça e na colocação – colagem - de uma nova banda denominada cinta.

Após uma nova vulcanização ao que a carcaça do pneu é processada, o pneu agora chamado de recauchutado, deverá possuir os mesmos atributos de segurança que o novo.

**Figura 6: Montagem fotográfica de pneu recauchutado**



Fonte: Goodyear do Brasil. (2006).

A utilização de pneus recauchutados deve ser feito com algumas reservas.

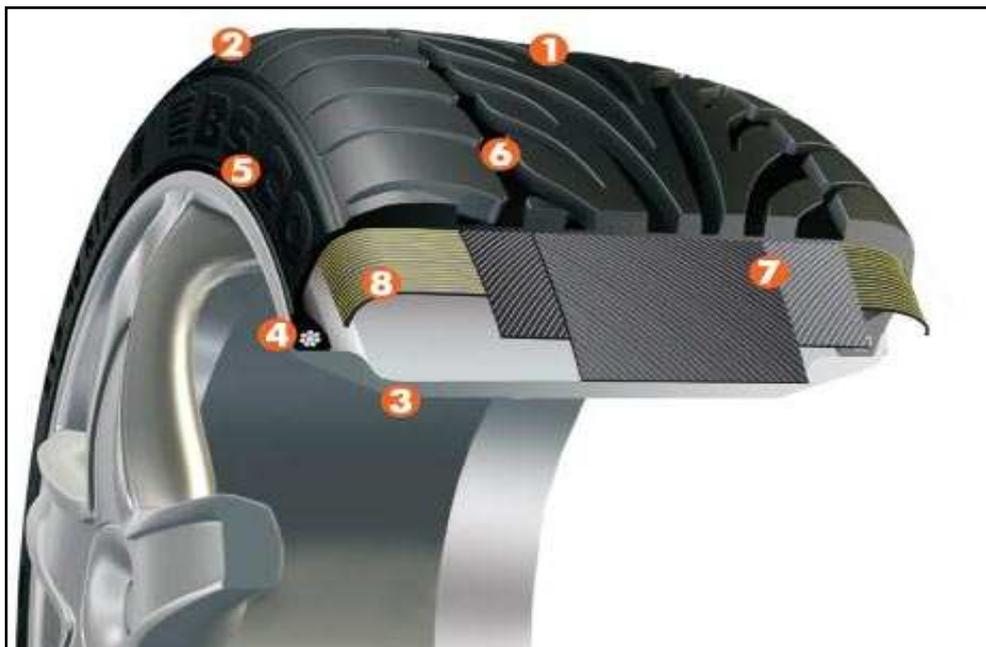
Apesar da tecnologia de processamento do recauchutado estar bastante evoluída e experimentada, não se aconselha a disposição frontal nos veículos, por serem os pneus frontais os mais susceptíveis aos esforços, e quando o veículo for de tração dianteira, agrava-se o esforço da tração no deslocamento do veículo.

Não há dúvida quanto aos fatores econômicos de utilização dos pneus recauchutados principalmente em se tratando dos veículos de transporte de carga ou coletivos de passageiros – caminhão e ônibus - pois neste segmento os custos são mais bem monitorados.

O processo de remoldagem consiste basicamente na reconstrução do pneu de talão a talão com processo bastante semelhante ao da fabricação de um pneu novo. Na figura abaixo, a identificação do talão do pneu esta denominado pelo numeral 4.

Basicamente utiliza-se apenas a estrutura interna do pneu – partes 4, 7 e 8 do pneu – onde a borracha vulcanizada é depositada. As partes 1,2,6 e 5 especificamente são raspadas e sua borracha é reaproveitada. Na figura 6 o item 3 corresponde a roda onde os pneus são montados.

**Figura 07: Esquema das partes de um pneu montado em uma roda**



Fonte: BS Colway, 2007.

Há limites no número de recauchutagem e remoldagem que um pneu suporta sem afetar seu desempenho. Assim sendo, mais cedo ou mais tarde, os pneus são considerados inservíveis e descartados.

Existem diversas formas de reciclagem da borracha de pneus e a cada dia surge uma

nova utilidade para a borracha do PI (pneu inservível). A questão está em perceber que a reciclagem ou a reutilização para a quase totalidade dos produtos e compostos é um estágio temporário de desenvolvimento de um processo definitivo, coerente e consciente.

Ou seja, transformar compostos de um produto em outro novo produto sem a determinação de sua destinação final baseada em seu ciclo de vida é apenas criar mais um produto, sem agregar valores de sustentabilidade (ALMEIDA, 2002).

Ao aprofundar-se no significado da palavra sustentável e por fim o conceito de uma atividade sustentável percebe-se em sua fundamentação teórica que a atividade de reciclagem como o é desenvolvida perde-se em sua própria definição.

Teoricamente não há material que indefinidamente seja reciclado sem que suas características físicas e químicas alterem-se, mantendo-o eternamente útil. É necessário lembrar que no caso dos metais e dos vítreos, a reciclagem utiliza a sua forma líquida (fundente) para combiná-lo com o minério e minerais ou simplesmente corrigi-lo quimicamente e transformá-lo novamente em metal ou vidro (CEMPRE, 2007).

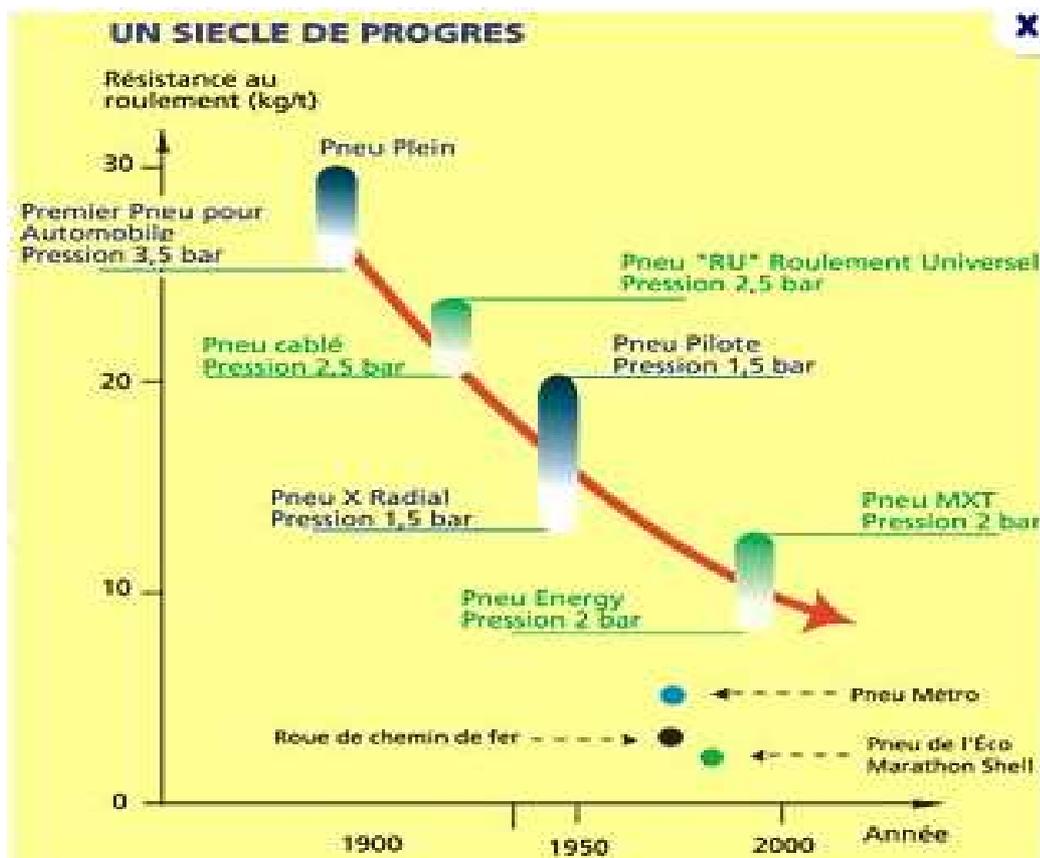
No caso específico da borracha dos PIS a complexidade dos processos de reciclagem e de si mesmo (ligações químicas) torna-o um produto delicado, oneroso e de envolvimento negativo nos aspectos de recursos naturais (água, energia), além dos particulados e, gases de processo entre outros.

Inicialmente porque somente a borracha virgem recebeu profundas alterações.

O processo de fabricação e de composição do pneu recebeu pouca evolução tendo sempre a participação da borracha natural, posteriormente a adição da borracha sintética (advinda do petróleo) aceleradores e aglutinadores além do aço e negro de fumo.

Ocorreram inovações quantos aos tipos, desenho, desempenho segurança, durabilidade, mas os seus compósitos e sua química praticamente não se alteraram.

Figura 8: Inovação dos pneus da marca Michelin



Fonte: Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 2008

Exemplificando, somente a pouco mais de cinco anos o fabricante Michelin iniciou os estudos e desenvolve em sua fábrica na França um pneu com uma evolução bastante significativa em sua fabricação e design.

Trata-se de um produto denominado “Tweel” que é uma banda de rodagem incorporada à roda do veículo.

Há Diversas formas de reutilização dos pneus e da reciclagem de seus compósitos. Dentre eles:

> Utilização na agricultura de grandes particulados compostos para aeração do solo e/ou como ancoragem para diminuir a erosão. Pneus inteiros associados a plantas de raízes grandes, podem ser utilizados para ajudar na contenção da erosão do solo.

Segundo a EMBRAPA isso é possível porém, para ser feito o plantio de qualquer cultura é necessário a sua retirada do solo.

> Utilização como meios de suporte para tratamento de esgoto sanitário e utilização em construção de paredes de fossas sépticas para moradias populares e pequenas propriedades rurais e ainda tubulação de esgoto enterrada como paliativo das ruas onde o esgoto esta a céu aberto.

>Utilização na fabricação de utensílios de acabamento de móveis, equipamentos de segurança, roupas, calçados e afins.

Um interessante exemplo de empreendimento desenvolvido para a reciclagem de compostos de borracha e de pneus é o empresário vietnamita Thai Quang Nghia, criador da marca Goóc, especializada em utilizar a borracha do pneu e lonas de freio de caminhão na fabricação de roupas e calçados. (CAMINHANDO COM A GOÓC - LIÇÕES DE UM EMPREENDEDOR– Palestra de 12/3/2008, disponível em [www.endeavour.org.br](http://www.endeavour.org.br)).

Também a reciclagem de compostos de borracha de pneus é utilizada na fabricação de cones de segurança, tapetes de automóveis e até residenciais, tudo da borracha de pneu.

> Utilização na Engenharia Civil: Como muros de arrimo e ancoragem para aterros em estradas e drenagem de vales e encostas e na construção de calçadas (Estados Unidos), misturando-o ao concreto. Misturado à argamassa para construção de paredes em moradias e conjuntos habitacionais populares (Construções com baixo custo de matéria prima porém com qualidade, segurança e conforto).

Na combinação do asfalto formando o chamado asfalto ecológico e como defesa ou guard-rail de concretos DI – deformável e isolante – utilizados principalmente nas defensas e guard-rail em algumas rodovias conforme SANTOS (2005).

> Nos meios de transporte: O PI inteiro é normalmente utilizado para alívio de impacto em ancoradouros e portos para os navios e barcos. A sua borracha também é utilizada na fabricação de grandes bóias distanciadoras de ancoragem e em bóias sinalizadoras,

Recentemente alunos de Engenharia de uma universidade desenvolveram dormentes para o transporte ferroviário com vida útil muito maior do que as madeiras nobres utilizadas para o posicionamento e estabilidade das linhas ferroviárias de trens e metrô;

Os fabricantes de autopeças estão incorporando pó de pneu na fabricação de peças em substituição à borracha virgem e alguns metais.

> Utilização como coadjuvante energético nas cimenteiras e na cogeração de energia elétrica (Estado Unidos e Europa);

No Brasil assim como em vários países, é comum a utilização dos PIs nos fornos das cimenteiras. Cada pneu contém energia equivalente a 9,4 litros de petróleo, segundo o (Cempre, 2007 e REVISTA FAPESP 2001).

<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=1269&bd=1&pg=2&lg='Pneus como fonte de energia industrial'> Edição Impressa 63 - Abril 2001

> Pirólise e plasma: A pirólise dos pneus é um processo utilizado com bastante eficácia ambiental na usina de xisto betuminoso da Petrobras localizada em São Mateus do Sul, PR.

O processo Petrosix desenvolvido pela Petrobras, conforme [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br) (2007), promove a retirada de óleo combustível em combinação com o Xisto betuminoso.

Os produtos gerados pelo processamento do xisto adicionado de pneus picados são óleos, gás combustível e enxofre. Esse processo, segundo FREIRE e GUEDES (2006), tem o potencial de transformar uma tonelada de pneus – aproximadamente 100 pneus de automóveis ou 35 pneus de carga - em 530 kg de óleo com poder calorífico de 10.182 kcal/kg com densidade de 0.9457 e viscosidade de 4,88 cSt @ 55° C, 40 kg de gás com poder calorífico de 8.015 kcal/kg, 300 kg de negro de fumo e 100 kg de aço.

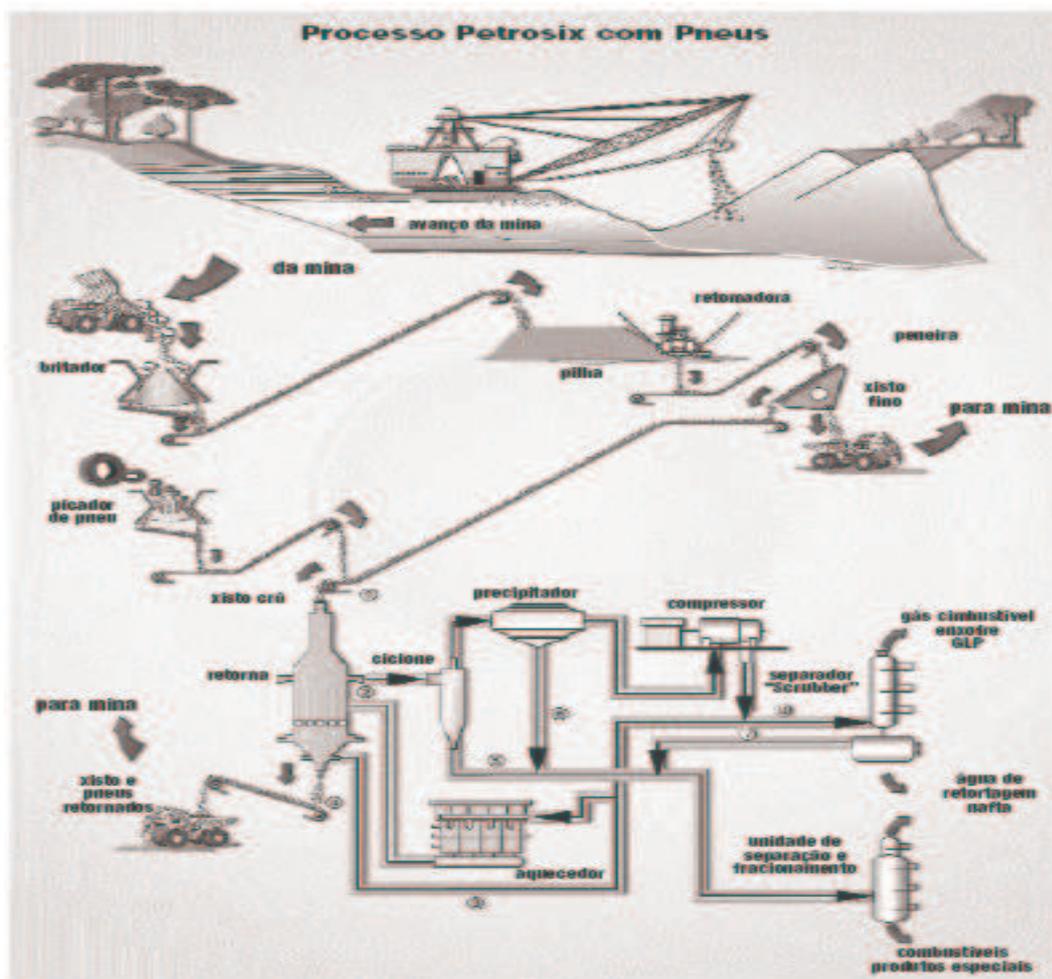
O enxofre residual é utilizado na agricultura, indústria farmacêutica e na própria indústria de vulcanização da borracha.

Os demais resíduos – 30 kg de pneu denominado retortado - pode ser aproveitados juntamente com o resíduo de xisto como combustíveis para termelétrica ou insumo para indústrias cerâmicas e o aço reciclado em indústrias siderúrgicas.

O processo Petrosix de pneus, bem como a mineração e industrialização do xisto, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de refino de petróleo e disposição de resíduos urbanos são certificados pelas normas ISO 14001 e OHSAS 18001.

Todo o processo é feito com tecnologia da própria Petrobras, reconhecida mundialmente. Os primeiros testes de reciclagem de pneus começaram em maio de 1998.

Figura 09: Processo SIX– Petrobras



Fonte: PETROBRAS, 2006

A Utilização do forno a plasma é uma tecnologia bastante recente e foi desenvolvido no Brasil para as embalagens de longa vida com sucesso absoluto.

Para a utilização com os pneus a tecnologia esta mais desenvolvida nos Estados Unidos e o desempenho tanto energético assim como de separação de compostos alcança os 100 % (o forno utiliza o próprio gás gerado no processo para seu funcionamento)

Existem ainda outras formas menos expressivas comercialmente ou em desenvolvimento de reciclagem do pneu:

>Trabalhos de pesquisadores na formação e desenvolvimento da fauna marinha através do uso de PI como falsos recifes;

>Uma empresa do RS que adapta pneus descartados dos aviões em tratores agrícolas;

>Grupo de estudantes da Esalc que desenvolveu mourões e postes para utilizar-se em cercas de gado e fronteiriças.

#### **2.4.1 A coleta seletiva como instrumento de apoio à solução dos pneus.**

É um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora. Estes materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros.

As quatro principais modalidades de coleta seletiva são: a domiciliar, em postos de entrega voluntária, em postos de troca e por catadores.

A coleta seletiva domiciliar assemelha-se ao procedimento clássico de coleta normal de lixo. A diferença básica esta no fato de que os veículos coletores percorrem as residências em horários e dias que não coincidam com a coleta normal.

A coleta em Postos de Entrega Voluntária – PEV, ou em Locais de Entrega Voluntária – LEV, utiliza pequenos depósitos ou contêineres, colocados em pontos fixos onde o cidadão espontaneamente deposita os recicláveis.

O sucesso da coleta seletiva está associado aos investimentos feitos para sensibilização e conscientização da população. Normalmente, quanto maior a participação voluntária em programas de coleta seletiva, menor é seu custo de administração. Não se pode esquecer também a existência do mercado para os recicláveis. Se não for economicamente viável, fica difícil sua implantação de forma completa.

#### **2.4.2 A Logística reversa como apoio à reciclagem**

Assim como em uma empresa de cervejas, que planeja a sua logística para produzir, entregar e distribuir seus produtos acondicionados em garrafas de vidro, o retorno dessas embalagens vazias em suas devidas caixas também precisam ser administradas.

Este planejamento forma e mantém um ciclo de transporte e produção economicamente viável, sem a compra constante de embalagens para reposição na produção.

Em outro ramo, o das siderúrgicas, elas utilizam as sucatas geradas por seus clientes como insumos de produção. Mais recentemente, empresas produtoras de latas e embalagens de alumínio iniciaram diversos programas de reutilização das embalagens visando o aspecto ambiental evidenciando também o econômico.

A fundição da sucata de latinha de alumínio consome uma energia significativamente menor do que a fusão dos minérios das jazidas de bauxita para a produção do alumínio.

Comparando-se o consumo de energia entre as alternativas, consome-se 20 vezes menos energia para a produção de lingotes de alumínio reciclados do que lingotes de alumínio primário, ou seja, 95% de economia por tonelada produzida de alumínio reciclado. A logística reversa é utilizada também nos canais de pós venda para os sistemas de garantia e recall na indústria de automóvel. (Abralata \_ Associação dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade, 2006)

Assim sendo pode-se afirmar que a logística reversa é conforme Leite (2003),

Área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

A logística reversa também é conhecida como logística inversa – LI - e desta forma, autores como Rogers e Tibben-Lembke (1999) definiram a logística inversa como:

Logística Inversa é o processo de planejamento, implementação e controle eficientes (inclusive em custos) de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo para o ponto de origem para atender às necessidades de recuperação de valor e/ou obter o descarte correto/controlado.

Como descrito, a logística reversa ou inversa, atua em duas grandes áreas: A área de pós-consumo e a área de pós-venda.

A logística reversa de pós-consumo atua especificamente no equacionamento e operacionalização do fluxo físico de materiais e das informações logísticas correspondentes de bens de pós-venda, com pouco ou nenhum uso. Por diferentes motivos retornem aos diversos estágios da cadeia de distribuição direta que acabam por constituir uma parte dos canais reversos por onde fluem esses produtos.

O objetivo principal da logística reversa, nesta área, é o de agregar valor estratégico.

Atua diretamente sobre um produto logístico cujos componentes são os bens inservíveis ao seu proprietário ou ainda aqueles bens descartados, mas que ainda possuam condições de utilização aos descartados por terem atingido o fim de sua vida útil e, pelos resíduos industriais.

Essa gama de produtos, classificados na logística reversa como produtos de pós-consumo, podem ser formados de bens duráveis ou descartáveis e terem seu fluxo através dos canais reversos de reutilização ou reuso, desmontagem e reciclagem ou até mesmo destinação final.

A logística reversa de pós-venda desenvolve o planejamento, a operação e o controle do caminho de volta dos produtos que após a sua venda precisam retornar por motivos de garantia, qualidade, comerciais e de substituição de componentes.

Entendem-se por motivo de garantia ou qualidade aqueles onde o produto apresenta funcionamento inadequado ou problemas na fabricação (independente desses fatores serem reclamações reais), avarias e/ou embalagens danificadas.

Normalmente esses produtos são realinhados na produção e novamente comercializados através do comércio primário ou secundário (Segunda mão) tendo novamente agregado um valor comercial.

Em se tratando do produto pneu, por questões de segurança, conforme a não conformidade percebida visualmente (bolhas, rasgos e fragilidade da borracha), segue para uma verificação mais detalhada e estando em condição, segue para a reforma e posteriormente a comercialização.

Entende-se por motivos comerciais os produtos devolvidos por questões de estoque, ou seja, falha na expedição, final de temporada de venda ou sazonalidade do produto, produtos em consignação e não vendidos.

Esses produtos acabam por retornar ao comércio através de outros canais de vendas por intermédio da redistribuição. Enquadram-se nesta classificação o final da validade de produtos e ainda os produtos que apresentaram defeitos após a venda, como o caso do recall, sendo a devolução ocorrida de forma legal ou para fins de diferenciação no atendimento ao cliente.

Um dos fatos de recall mais significativos registrados na recente história da logística reversa e do automóvel é o caso dos pneus produzidos pela empresa japonesa Bridgestone detentora da marca Firestone, cujos pneus, comprovadamente com problemas de fabricação, causaram a morte e ferimento de muitos cidadãos americanos provocados por acidentes.

A falha na fabricação causava o estouro do pneu mesmo em condições normais de uso e solo.

Este recall estendeu-se para muitos países visto a abrangência das exportações dos veículos e do produto. Cita a reportagem do Jornal Correio Brasiliense de 31 de julho de 2001:

Em agosto do ano passado, o grupo japonês Bridgestone anunciou o recall (convocação em massa) para substituir 6,5 milhões de pneus produzidos pela Firestone. A chamada foi motivada pela pressão de entidades norte-americanas de proteção à segurança de trânsito que investigam a possibilidade dos modelos ATX, ATX II e Wilderness AT, na medida P 235/75R15, usados na caminhonete Ford Explorer, serem responsáveis por acidentes que resultaram em 203 mortos e 700 feridos nos Estados Unidos. A Firestone sabia dos possíveis problemas nos pneus e os escondeu segundo memorando da empresa, datado de 1999, entregue aos investigadores do Congresso norte-americano. Na tentativa de livrar-se de toda a culpa, a Bridgestone argumentou que o Ford Explorer apresenta problemas de projeto, também capazes de provocar acidentes. No calor das discussões, a Ford decidiu, em maio de 2001, trocar 13 milhões de pneus produzidos pela Bridgestone como precaução — uma operação de US\$ 3 bilhões. No Brasil, o recall da Firestone foi dirigido a cerca de 5.600 utilitários esportivos Ford Explorer, importados entre os anos de 1995 a 1998.

Por substituição de componentes, enquadram-se as peças ou componentes de bens duráveis e semiduráveis que são substituídos em manutenções e concertos ao longo de sua vida útil.

Esses mesmos componentes podem ser remanufaturados quando suas condições técnicas assim o permitirem. Nesse caso eles seguem novamente para os canais de redistribuição indo para o mercado de primeira linha ou de segunda mão.

Em caso de impossibilidade técnica de reuso ou remanufatura, seguem para reciclagem ou ainda, quando completamente inservíveis ou economicamente inviáveis, seguirão para disposição final.

Existem três classificações básicas para os produtos de pós-consumo quanto aos seus materiais constituintes e referindo-se aos pneus equivalem-se:

- \* Em condições de uso: Os pneus nesta classificação seguem para recauchutagem ou remoldagem;
- \* Fim de vida útil: Os pneus que se esgotam na utilidade perdendo as condições técnicas e de segurança de reutilização, seguem para o descarte e reutilização dos componentes; e,
- \* Resíduos industriais: Assim como todas as atividades humanas de produção, os processos de reciclagem - recauchutagem e remoldagem - e de reutilização geram resíduos de raspas de borracha da atividade de recauchutagem, gases da incineração e sucatas diversas como o aço da trituração e transformação para aproveitamento da borracha e fluídos em todos os processos.

A classificação "em condições de uso" é dada ao bem semidurável ou durável ao qual ainda apresenta algum interesse em sua reutilização e nesse caso sua vida útil é estendida seguindo para o mercado de reuso ou segunda mão.

Para os pneus a recauchutagem pode ser feita por até duas vezes. Na classificação "fim de vida útil" enquadra-se os bens duráveis ou semiduráveis que ao final de seu tempo de utilização serão enviados para desmanche e ou reciclagem industrial onde serão desmontados e seus componentes poderão ser reaproveitados ou remanufaturados na indústria a qual seguirão para o mercado.

A reversibilidade e desmontagem dos pneus promovem a reutilização, entre outros componentes, da borracha gerando outros produtos originados de seu potencial de reciclabilidade.

Há ainda os descartáveis onde os produtos assim qualificados retornam por meio de canal reverso de reciclagem industrial.

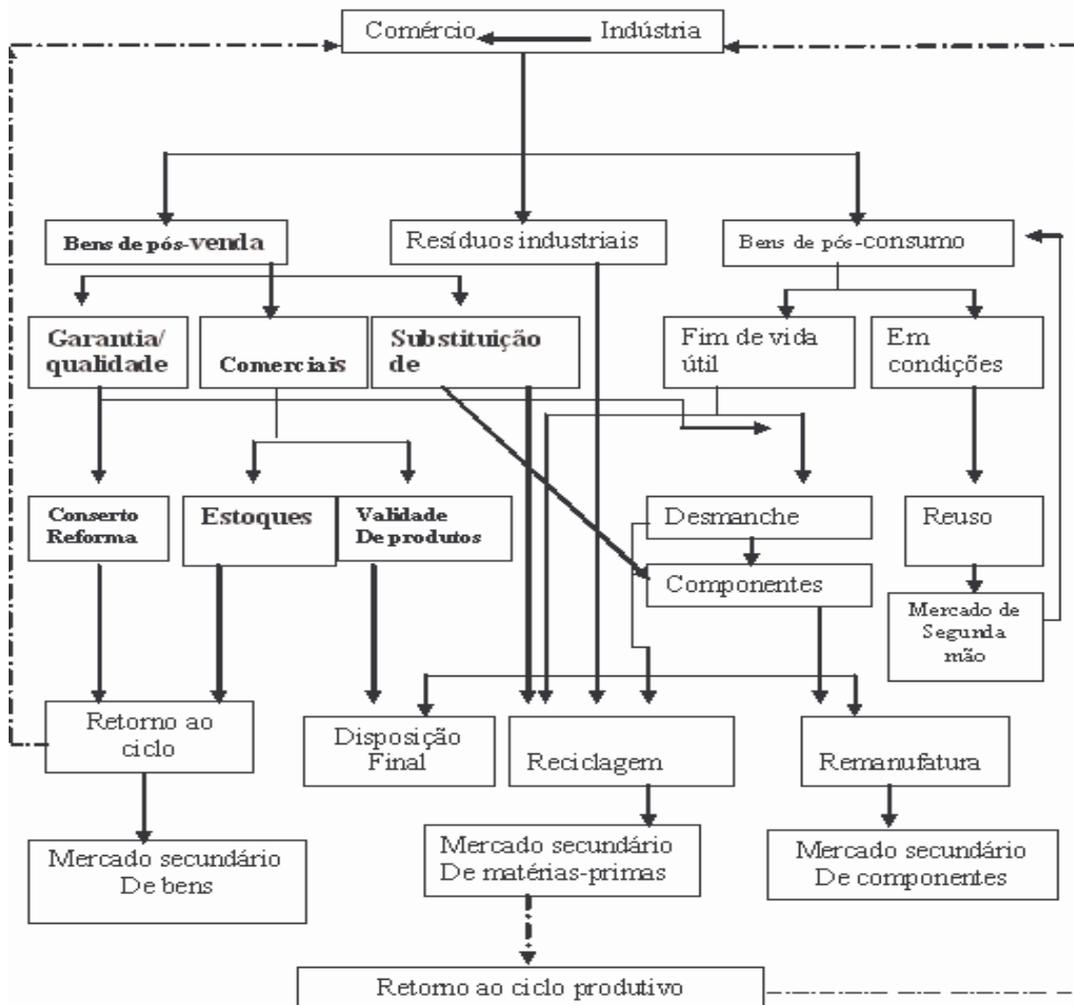
Os materiais constituintes são reaproveitados, formando a matéria prima secundária, retornando às cadeias produtivas por meio dos mercados correspondentes, ou, caso não haja

condições logísticas, tecnológicas e econômicas para sua reutilização como matéria prima secundária, será enviado para a disposição final em aterro sanitário, lixões ou a incineração com recuperação energética.

A descartabilidade dos pneus, quando promovida de forma consciente, além da geração de energia com a incineração controlada, a exemplo das cimenteiras, pode desenvolver-se no mercado de combustíveis.

Para melhor percepção, a figura 3 esquematiza o campo de atuação da logística reversa através das principais etapas dos fluxos reversos nas áreas da logística reversa de pós venda e pós- consumo:

**Figura 10: Foco de atuação da logística reversa**



Fonte: adaptado de Leite (2002)

## 2.5 A característica da descartabilidade dos bens

Apesar de ter sido um trágico fato histórico, o salto no desenvolvimento tecnológico da humanidade só veio a ocorrer após as grandes guerras.

Principalmente após a II grande guerra mundial, esse crescimento tornou-se mais acentuado caracterizando a constante entrada e com velocidades cada vez maiores de novas tecnologias e materiais que contribuíram para a melhoria técnica, redução de preços e do ciclo de vida útil de grande parcela de bens duráveis e semiduráveis.

Há de fato uma ligação entre desenvolvimento e violência de massa, que se reflete nas próprias ações do ser humano em seu meio.

Refém de seu próprio consentimento em acúmulo de poder e riqueza, o mesmo ser humano que tanto irracionalmente juntou descaracterizando o meio ambiente, encontra-se defrontado pela razão natural da sobrevivência. (LEITE, 2003)

Conforme Gilberto Dupas (2007), presidente do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais (IEEI) e coordenador geral do Grupo de Conjuntura Internacional da USP (Gacint):

A evolução científica e tecnológica do século XX trouxe profundas mudanças histórico-sociais — que incluíram um novo patamar de guerra e violência —, afetando o horizonte das representações culturais de Kant e de Marx. Para Kant, a natureza existia para que suas leis pudessem ser descobertas pelo conhecimento. Hoje a natureza se converteu em uma questão ética; ela está tão degradada por ações humanas que a nossa relação com ela converteu-se em problema decisivo na constituição do ser, afetando as condições de vida sociais e a possibilidade de sobrevivência futura da espécie.

Desta forma, o conceito de diferenciação das empresas no mercado que surgiu através da satisfação do mesmo pelo próprio acréscimo desses materiais e tecnologia tornando a obsolescência mercadológica uma estratégia a ser planejada, gerou um volume acelerado de lançamento de materiais e inovações tecnológicas em sistemas, processos produtivos, produtos e embalagens.

Esse fato elevou o nível de obsolescência dos bens singularizando o seu ciclo de vida premiando a tendência da descartabilidade dos produtos.

A maior necessidade de energia e inovações tecnológicas no campo das prospecções petrolíferas fez aflorarem petróleo das profundezas da terra até 7000 metros, na chamada camada pré sal. (PETROBRAS, 2008).

Com a expectativa de mercado combinando-se com a maximização das refinarias de petróleo e a evolução da química e produção dos polímeros e elastômeros, os plásticos de uma maneira geral tornaram-se mais baratos que os metais e outros materiais que compunham os bens e as embalagens dos mesmos. (RIFKIN, 2003)

Com melhores preços de comercialização, produção e flexibilidade dos polímeros e elastômeros na conformação industrial dos produtos a descartabilidade atingiu seu momento histórico no final do século XX.

A descartabilidade tem sido acompanhada por significativas modificações nos hábitos mercadológicos e logísticos das empresas modernas. Isto tem exigido uma velocidade maior nas decisões quanto aos canais diretos de distribuição e a sua conseqüente adequação da gestão da distribuição física dos produtos.

As embalagens plásticas, em função da significativa redução nos custos e a melhoria na velocidade de distribuição dos produtos é uma amostra dessas adaptações e das tendências a descartabilidade.

O pneu acompanhou esta evolução como componente dos veículos de transportes terrestres e aéreos – trem de pouso dos aviões. Mesmo passando por modificações tecnológicas impulsionadas pelo aumento da potência dos motores e velocidades superiores dos veículos, adequação ao conjunto suspensão-freio – tecnologias de suspensão e frenagem assistidas por computadores como o ABS-Assistance Breaking system - o seu projeto basicamente continua o mesmo.

Conforme observado por Leite, (2003),

O caso dos pneus de veículos em geral tem sido apresentado como um exemplo em que a concepção de projeto do produto não tem facilitado a reciclagem. A evolução técnica dos produtos tem elevado os custos de reciclagem, que quando somados àqueles não menos altos de coleta e de transporte, têm sido apresentados como os principais motivos da baixa eficiência desse canal reverso em todo o mundo.

Com já descrito anteriormente, apenas recentemente as empresas fabricantes de pneus iniciaram um processo de otimização ambiental quanto ao projeto do produto pneu.

As alterações mais significativas foram quanto aos compostos que formam a sua banda de rolagem ou rodagem. Para melhorar a seu desempenho, diminuindo o coeficiente de resistência ao rolamento do pneu sem perder o necessário agarre com o pavimento e por consequência promover economia de combustível, a banda de rodagem dos pneus passou a ser composto também por silicatos ou sílica, produto também altamente impactante ao meio ambiente.

De uma maneira geral o pneu vem sofrendo ao longo das décadas poucas alterações representativas.

### **2.5.1 Canais de distribuição reversa.**

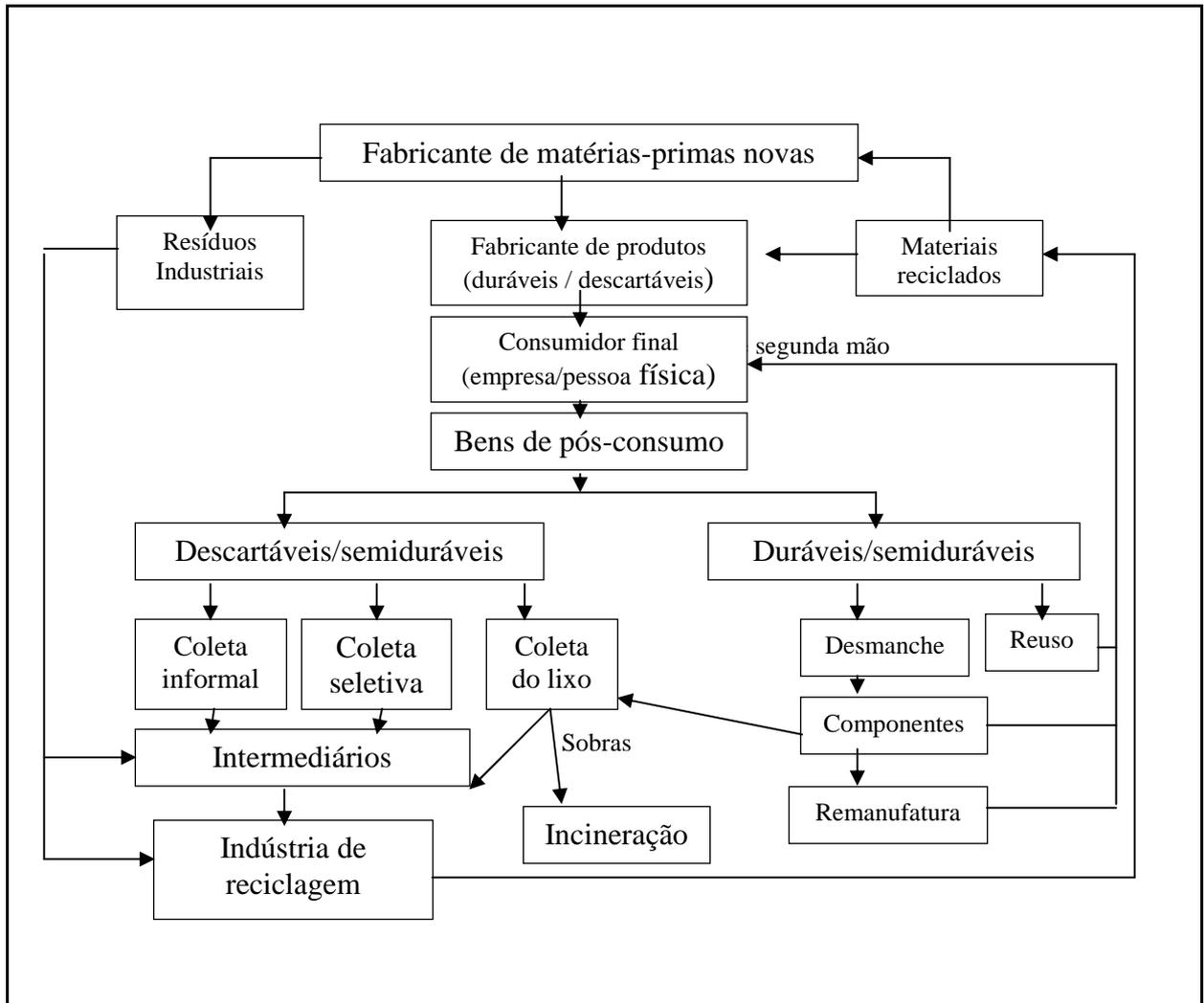
Os canais de distribuição reversa são formas com que os produtos seguem de acordo com as suas peculiaridades os diversos caminhos até serem novamente reutilizados de alguma forma. Portanto:

Os canais de distribuição reversos de bens de pós-consumo constituem-se nas diversas etapas de comercialização pelas quais fluem os resíduos industriais e os diferentes tipos de bens de utilidade ou seus materiais constituintes, até sua reintegração ao processo produtivo, por meio dos subsistemas de desmanche, reciclagem ou reuso. (LEITE 2003, p.45)

Após extinguir-se a natureza do uso dos bens, sejam duráveis, semiduráveis, descartáveis ou resíduos industriais, são disponibilizados ou descartados pelos seus proprietários consumidores iniciando assim os diversos canais de distribuição reversos.

Após a sua disposição ou seu descarte uma parte desses bens segue através da coleta, para serem reintegrados de alguma forma, como partes, subconjuntos ou componentes para o mercado secundário, ou matéria prima para insumos da cadeia produtiva.

**Figura 11: Canais de distribuição de pós-consumo: diretos e reversos**



Fonte: adaptado de Leite (1998)

A relação existente entre o fluxo de materiais da logística direta e reversa deve ser equilibrada, ou seja, a quantidade de produtos de pós-consumo e seus componentes dispostos na logística direta devem ser iguais a aquela que retorna para os diversos canais de distribuição da logística reversa.

Não havendo o equilíbrio, portanto existindo uma diferença, terá como resultado a poluição que visivelmente é percebida em nosso meio e normalmente não contabilizada nos registros das atividades das empresas.

### **CAPÍTULO 3**

#### **A RESPONSABILIDADE LEGAL DO PRODUTO PNEU PÓS-CONSUMO**

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (art.225, Cap. VI da CF).

Este terceiro capítulo descreve alguns aspectos da legislação e o meio ambiente, mais especificamente, quanto à percepção dos resíduos e em especial ao resíduo pneu. O capítulo está dividido em quatro seções, sendo a primeira uma breve contextualização sobre os aspectos históricos legais e a criação dos órgãos públicos responsáveis pelo meio ambiente, seguindo-se por um comentário sobre a Legislação Brasileira pertinente, em referência ao Capítulo VI da Constituição Federal e a resolução do CONAMA.

Prossegue o texto explanando sobre as formas legais minimizadoras do impacto das atividades e, por fim a disciplina legal a respeito do produto pneu.

#### **3.1 A responsabilidade ambiental e a legislação: O estímulo à reciclagem.**

Desde o início de sua existência, o ser humano influencia o meio ambiente.

Juridicamente define-se meio ambiente como o conjunto das relações naturais com os seres humanos e as influências que denotam o comportamento entre si. (DOTTI, 1977; FERNANDES, 2002; DIAS e FILHO, 2006).

Conforme Dotti: “É o complexo de relações entre o mundo natural e o ser vivo, os quais influem na vida e no comportamento do mesmo ser” (DOTTI, 1977, p.501).

Desta forma, mesmo para uma simples ferramenta de pedra lascada ou uma fogueira para aquecer-se ou preparar alimentos, o ser humano relacionou-se com o meio ambiente natural, interferindo e promovendo alterações na natureza como um todo.

Evidentemente essas alterações eram insignificantes no aspecto do impacto ambiental, pois se tratava apenas de uma questão de sobrevivência de uma espécie, assim como as demais que disputavam seus espaços, porém com características singulares que as diferenciavam das demais até então.

Segundo Dias e Filho (2006, p. 10):

Quando o homo-sapiens, precursor do homem moderno, construiu o seu primeiro utensílio, gerou, com essa atividade, os resíduos de sua criação. Os resíduos, então, passaram a fazer parte da existência do homem, que começou a utilizar, transformar e modificar os recursos naturais disponíveis em cada momento da evolução. (...) Claro que, no início, esses resíduos, diante de sua qualidade e quantidade, não geravam grandes preocupações; eram deixados na natureza que se encarregava de reabsorvê-los, reincorporando-os, até porque o homem pré-histórico, pela sua característica nômade, não tinha que se preocupar com o local onde habitava, sendo os resíduos irrelevantes. (DIAS e FILHO, 2006).

O desenvolvimento de suas capacidades e habilidades combinadas com a migração fez o ser humano espalhar-se pelo planeta adaptando-se nas mais diversas situações.

Com o desenvolvimento, o aprendizado e a adaptação contínua e o uso e aperfeiçoamento da inteligência para o manejo da terra e dos recursos naturais, o ser humano passou a praticar atividades que progressivamente criaram impactos no meio ambiente.

Esses impactos passaram a ser mais profundos a partir das grandes descobertas científicas seguindo-se do período histórico das grandes navegações e descobertas de novas terras, colonizando-as de forma quase que puramente extrativista.

O ápice ocorreu com a Revolução Industrial do final do Século XIX, estendendo-se pelo Século XX, continuando até os dias de hoje de maneira dinâmica atingindo e ultrapassando os limites da biocapacidade per capita da natureza.

Conforme Adede y Castro:

“Toda a atividade humana ou animal gera resíduos, e estes podem ser aproveitados para a manutenção da vida. A geração desses resíduos passa a ser problema quando for a quantidade e qualidade tal que impeça o desenvolvimento harmônico dos seres vivos em dado ecossistema e já vem preocupando os homens há milhares de anos, em função das epidemias de doenças surgidas pela contaminação de águas”.

(ADEDE Y CASTRO, apud DIAS e FILHO, 2006, p 16)

A melhoria da qualidade de vida trazida pelo desenvolvimento resultou em crescimento exponencial da população que, combinada com a adoção de um modelo de consumo em que se valoriza a propriedade de bens, caracterizou o aumento da produção de resíduos.

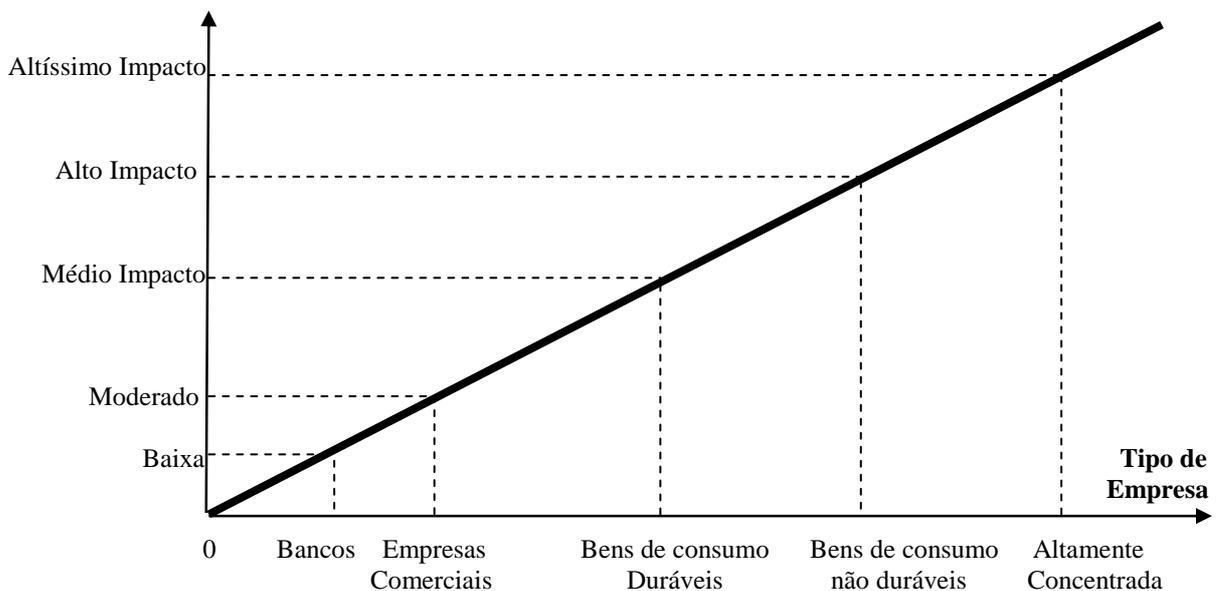
Segundo (BAUDRILLARD, apud DIAS e FILHO, 2006, p.18):

“À nossa volta, existe hoje uma espécie de evidência fantástica do consumo e da abundância, criada pela multiplicação dos objectos, dos serviços, dos bens materiais, originando como que uma categoria de mutação fundamental na ecologia da espécie humana. Para falar com propriedade, os homens da opulência não se encontram rodeados, como sempre acontecera, por outros homens, mas mais por objectos.”

Tachizawa descreve que diretamente ou não, as atividades de produção e até mesmo de simples sobrevivência do ser humano acabam por promover uma influência negativa dentro do ambiente urbano e rural: “O impacto ambiental é diferenciado em função do tipo de organização” (TACHIZAWA, 2004, p.394). Nesta ótica desde um simples pedaço de papel a tudo mais que se produz impacta a natureza e o meio ambiente de forma diferenciado em níveis específicos de resíduos, conforme demonstrado no gráfico abaixo:

**Gráfico (4): Tipo de Empresa X Grau de Impacto Ambiental**

**Grau de Impacto Ambiental**



Fonte: Tachizawa, 2004 p394.

Segundo também a reportagem da Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, órgão de informação da SBPC, 2002:

A concentração populacional e o processo de industrialização trouxeram, a partir do século XX, aumento da quantidade de lixo e também mudanças na sua composição. Ao lixo, que até então era formado por restos de alimentos, cascas e sobras de vegetais e papéis, foram sendo incorporados novos materiais como vidro, plásticos, isopor, borracha, alumínio entre outros de difícil decomposição. Para se ter uma idéia, enquanto que os restos de comida deterioram-se rapidamente e o papel demora entre 3 a 6 meses para se decompor, o plástico dura mais de cem anos e o vidro cerca de 1 milhão de anos quando jogados na natureza.

O histórico de desenvolvimento industrial e das organizações indica que a preocupação com a relação entre o ambiente e o descarte dos produtos sempre foi subjugada.

As questões referenciadas ao lucro e ao acúmulo de riqueza, sem uma visão estratégica de desenvolvimento e de consumo sustentável, transformaram o planeta (ALMEIDA, 2002).

Esta preocupação foi confirmada anteriormente por Machado, 1994, prioritariamente como uma questão econômica que a envolve, à efetivamente, pelo aspecto de respeito e interesse ao meio ambiente. O autor registrou que a percepção efetiva dos aspectos ambientais em relação à reciclagem teve seu início praticamente após a II Guerra Mundial, pela ampla necessidade de maximização dos recursos naturais e principalmente de recuperação energética:

Após a década de 1950, paulatinamente, o lixo que era visto como sujo, desprezível, problemático, passou a ser sinônimo de energia, matéria-prima e solução. Processos alternativos como a reciclagem, por exemplo, além de reduzir o lixo, atua nos processos produtivos, economizando energia, água, matéria-prima, reduzindo a poluição do ar, da água e do solo. Grande parte dos países recicla. Entre os anos de 1950 e 1960, os Estados Unidos foram pioneiros em programas de reciclagem. (MACHADO 1994, p.263)

No Brasil, também somente há pouco mais de 30 anos é que o conceito de impacto ambiental das atividades humanas e do desenvolvimento industrial vem sendo entendido pelas organizações. (ALMEIDA, 2002)

Estão registrados com maior representatividade a partir da década de 30 os antecedentes da história jurídica, da legislação e da política governamental relacionada aos resíduos sólidos.

Contudo desde o descobrimento já havia uma legislação pertinente às questões ambientais. Inicialmente foram adotadas as legislações portuguesas, sendo sua aplicabilidade logo após a chegada dos colonizadores.

Eram denominadas ordenações sendo que as mais expressivas historicamente são as Ordenações Afonsinas, Ordenações Manuelinas, Ordenações Filipinas. (WAMER, 1999)

Inicialmente a corte portuguesa através de seus administradores coloniais editou normas que objetivaram preservar recursos naturais ou cultivados, geradores de alimentos para uma população que aumentava dia após dia. Em 1605 a extração de madeira e em especial a extração do Pau-Brasil, passou a depender de uma autorização denominada licença Real.

Na mesma época foram estabelecidas proibições, através de regulamentos, ao corte de árvores frutíferas, a caça de animais que estavam em período de reprodução e a exterminação de colméias. (WAMER, 1999)

Conforme Theodoro, Cordeiro e Beke, a respeito das discussões de temas ambientais desde a época do Brasil colônia:

No Brasil, tais questões também faziam parte das preocupações de José Bonifácio, o Patrono da Independência, que, surpreendentemente, já possuía uma cosmovisão em relação à exploração dos recursos, especialmente no caso das florestas.

Tal visão fundamentava-se na "teoria do dessecamento", que relacionava a destruição da vegetação nativa com a redução da umidade, das chuvas e dos mananciais. Na época (final do século XVIII), essa teoria ganhou um novo patamar conceitual e político, dado o potencial dessa ação gerar sérias conseqüências econômicas.

Foi a partir do Século XVIII, que aparecem as primeiras normas com o propósito de controlar a poluição e a degradação ambiental propriamente dita, como as que proibiam o lançamento de bagaço de cana em rios e açudes e aquelas que protegiam os manguezais da destruição.

Em 1796 surgiu a primeira legislação florestal brasileira, o regimento do pau-brasil.

No início do Século XIX é editada a primeira medida voltada para a recuperação de áreas degradadas, estabelecendo instruções para o reflorestamento da costa do Brasil, em 1813. Na constituição de 1891 atribuiu-se competência à União para legislar sobre minas e terras.

Nas primeiras décadas do Século XX são aprovadas regras mais complexas, como as que disciplinavam a partilha de recursos hídricos, estabelecendo direitos e deveres para o uso e conservação da qualidade das águas (Código de Águas - Decreto 23.793/34), as que protegiam florestas (Código Florestal - Decreto 24.643/34) e de exploração de pesca (Código de Pesca - Decreto-Lei 794/38). (THEODORO, CORDEIRO e BEKE, 2008, p. 03)

Somente no ano de 1973 que a política ambiental brasileira, baseada no conceito do comando-controle, característica fundamentada no governo militar, passou a perceber a natureza como um universo integrado (ALMEIDA, 2002; MAY, LUSTOSA & VINHA, 2003).

Com a criação da S.E.M.A. (Secretaria Especial do Meio Ambiente), através do decreto 73.030/73, um passo importante foi dado para a transformação da consciência sobre o meio ambiente. Como observado anteriormente, os recursos naturais eram entendido como partes não integradas, separadas de forma estanque o que, legalmente era designado como código: Código das Águas, da Fauna, etc. (ALMEIDA, 2002).

O Decreto Lei 1.413/75 dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente, provocada pela atividade industrial (as indústrias ficaram obrigadas a promover os métodos necessários para prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação do meio ambiente). (THEODORO, CORDEIRO e BEKE, 2008)

Essa consciência despertou para o desenvolvimento das primeiras atividades de reciclagem. As primeiras percepções sobre o estudo da reciclagem desenvolvido de maneira mais objetiva remontam a década de 80.

Segundo Corson, “No Brasil as primeiras experiências ocorreram por volta de 1985” (CORSON, 1993. p. 413). Assim sendo, diversas práticas iniciaram-se de forma conjunta visando à reciclagem e a reutilização do que é descartado.

Essas práticas disseminaram um conjunto de ações resultando na sua maioria em empreendimentos que surgiram como alternativas de renda para diversas pessoas que afetadas por um quadro social negativo encontram na reciclagem uma forma auxiliar e às vezes única de satisfazer minimamente as suas necessidades primárias (LEITE, 2003).

Diversas ações desenvolveram-se de forma a transformar a opção dos denominados catadores em trabalho digno e legalizado.

Em 1998, foi criado o Fórum Nacional do Lixo e Cidadania onde as diversas instituições participantes tinham como objetivos a retirada das crianças do trabalho com o lixo e colocá-las na escola, ampliação da renda familiar e a erradicação dos lixões.

Em 2002, O Ministério do Trabalho e Emprego reconheceu a Categoria Profissional de Catadores de Material Reciclável (IBAM, 2004).

Com tais iniciativas estabeleceram-se projetos comunitários e de desenvolvimento de cooperativas. Os catadores e recicladores, atores deste novo cenário, passaram, mesmo que inconscientes, a desenvolver o papel de agentes ambientais.

Essa atividade, devidamente legalizada e amparada por legislação específica, conquistou importância e representatividade na sociedade e na economia das diversas regiões onde se realiza.

O significativo papel ambiental a que se dispõe a atividade de catador desenvolve o seu trabalho atuando de maneira decisiva na minimização dos impactos ambientais, corroborando em resultados com os esforços da legislação em legitimar o meio ambiente, denotando em seu aspecto jurídico, a devida importância ao tema.

### **3.2 Legislações ambientais brasileiras.**

Assim como a Criação da SEMA foi uma ação importante do governo do ano de 1973, como instrumento de conscientização ambiental, o modelo de descentralização de competências adotado pela Constituição Federal em seu artigo 225, do VI Capítulo (BRASIL, 1998), veio legitimar as ações de diversas organizações a favor do respeito ao meio ambiente.

Assim sendo, conforme o artigo 23 da C. F., a proteção ao meio ambiente e o combate à poluição entre outras competências, passam em equidade de responsabilidade para a União, Estado, Distrito Federal e Municípios.

A competência legislativa, em conformidade com o art. 24 da referida Constituição, determina que:

- >O Governo Federal estabelece diretrizes e normas;
- > Os Estados e Distrito Federal, são responsáveis pela determinação de normas específicas e sua aplicabilidade, bem como da ação em fazê-las cumprir;
- > Conjuntamente aos municípios, possuem competência suplementar a legislação federal, e;
- > Em havendo a omissão das responsabilidades por parte do governo federal, a competência legal plena será exercida, expondo-se às suas singularidades.

A competência suplementar aos Municípios esta estabelecida no art. 30. Os Municípios são responsáveis pelas exigências adicionais a legislação federal e estadual, cabendo-lhes, também legislar sobre assuntos de interesse local.

Conforme observado por Cimino, 2005, p. 301, “os municípios podem assumir um papel fundamental quanto às questões ambientais.”

A autora conclui:

Por outro lado a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81, em seu art. 8º delega competência ao Conselho Nacional do Meio

Ambiente como órgão legislador brasileiro para editar atos jurídicos normativos, com força de lei; decidir recursos administrativos em última instância; exigir estudos e documentos complementares ao licenciamento ambiental na realização de EIA; e, atribuir competência ao IBAMA para licenciamento ambiental, bem como fiscalização e controle ambiental (BRASIL, 1997, apud CIMINO, 2004; Machado, 2001, apud CIMINO, 2005, p.301).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA determina instrumentos jurídicos específicos para os resíduos. Entre esses instrumentos estão as resoluções e projetos de lei que direcionam ações quanto ao resíduo pneu.

Conforme o Instituto Ethos, 2006, p. 93:

O gerenciamento de resíduos está previsto na Norma ABNT 10004 (resíduos sólidos-classificação) e em Resoluções CONAMA. Segue um resumo sobre as resoluções:

> Resolução nº 258/99 – determina a obrigação, para as empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos, de coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis.

> Resolução 301/02 – alterou a Resolução nº 258/99, estabelecendo exatamente as mesmas responsabilidades anteriormente estipuladas por aquela norma, aos fabricantes, importadores, distribuidores, revendedores, consumidores finais de pneus de bicicleta, e incluiu as figuras dos “reformadores” e “consertadores”.

> Projeto de Lei nº 216/2003 – visa instituir a Gestão Ambientalmente Sustentável de Pneus – SGASP. Já existe proposta para mudança do projeto de lei.

> Resolução nº. 257/1999 – estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequado.

> Resolução nº. 283/2001 – estabelece regras sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

> Resolução nº. 307/2002 – estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

> Resolução nº. 334/2003 – estabelece procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

> Resolução nº. 362/2005 – estabelece procedimentos sobre o Rerrefino de Óleo Lubrificante. (CRITÉRIOS ESSENCIAIS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL E SEUS MECANISMOS DE INDUÇÃO NO BRASIL, INTITUTO ETHOS, 2006, p. 93).

Especificamente ao pneu inservível, as resoluções 258/99 e posteriormente a 301/02 são instrumentos que tipificam e identificam as responsabilidades de cada instituição ou pessoa responsável por sua fabricação, importação, consumo e reutilização.

Nestes instrumentos definem-se também as bases para as ações de coleta, tratamento e disposição final de pneus inservíveis incluindo-se as ações para o Poder Público e a todos os demais segmentos que de alguma forma estão envolvidos com o tema.

Os procedimentos para os cumprimentos da Resolução 258/99 do CONAMA foi instituído pela Instrução Normativa nº. 08/02 do IBAMA, da mesma forma, o Projeto de Lei 216/03. A Instrução Normativa 08/02 trata de assuntos pertinentes ao cadastramento, processadores, destinadores e destinação final ambientalmente adequada e, conforme explicitado por Brasil, 2002, determina as respectivas equivalências em peso de pneus para bicicletas e veículos automotores.

Conforme Cimino, ainda, em relação a estas Resoluções e outras legislações e planos em nível estadual e municipal, pode-se destacar pontos, como o uso do “princípio do poluidor pagador”, e a atribuição de: responsabilidades e co-responsabilidade; estabelecimento de prazos e quantidades para coleta, tratamento e disposição final; a realização de campanhas educativas; a existência de incentivos econômicos; a necessidade de cadastramento de fabricantes, importadores, processadores e destinadores finais, entre outros (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002; BRASIL, 2003, apud CIMINO 2004).

### **3.3 A legislação como minimizadora dos Impactos Ambientais**

A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos uma existência digna, consoante os ditames da justiça, observados diversos princípios, dentre eles o da defesa do meio ambiente, e o da livre concorrência. (art. 170, inc. IV, da CF)

Historicamente, os processos de avaliação de impacto ambiental (AIA) surgiram durante o pós-guerra nos Estados Unidos e Europa, para subsidiar a tomada de decisões, dentro da sistemática de análise de "custo-benefício", nos programas de desenvolvimento.

Assim, os processos de avaliação de impacto ambiental devem ser considerados como um elemento a mais na análise de custo/benefício de um determinado empreendimento, inserido num contexto regional e geográfico. Por essas razões, tecnicamente e cientificamente, se entende por impacto ambiental a soma dos impactos ecológicos e dos impactos socioeconômicos. (CONAMA, 2003).

Equivocadamente, tende-se a reduzir o impacto de uma determinada atividade a uma ou outra dessas dimensões. Muitas vezes, o dano ecológico não justifica os ganhos econômicos ou sociais, outras vezes sim. Trata-se de questão complexa em que a decisão pode ser inclusive de caráter social ou político.

Para fornecer de forma clara, quantificada e circunstanciada o conjunto de impactos previsíveis e imprevisíveis de um empreendimento ou atividade, foram desenvolvidos, em todo o mundo, uma série de métodos, técnicas e procedimentos adequados a cada caso ou empreendimento. No que pese a existência de paradigmas gerais para o tratamento dessa questão, a avaliação do impacto ambiental das atividades humanas é tributária da própria natureza dessas atividades.

Segundo a legislação brasileira, considera-se impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

(Resolução CONAMA 001, de 23.01.1986).

Deste modo, juridicamente, o conceito de impacto ambiental refere-se exclusivamente aos efeitos da ação humana sobre o meio ambiente. Portanto, fenômenos naturais, como: tempestades, enchentes, incêndios florestais por causa natural, terremotos e outros, apesar de poderem provocar as alterações ressaltadas não caracterizam como impacto ambiental. (FERNANDES, 2005)

Em termos mundiais o conceito do que seja impacto ambiental sob termos jurídicos datam do período da revolução industrial e esta tem sido alterada de forma dinâmica.

Fato que se deve aos diferentes tipos de atividades humanas que podem dar origem a formas de matérias e, ou, energias que afetam o meio ambiente. (FERNANDES, 2005. DIAS E FILHO, 2006).

No entanto, a adoção de sistemáticas para a avaliação de impactos ambientais teve início somente na década de sessenta. Um dos países pioneiros na determinação de dispositivos legais para a definição de objetivos e princípios da política ambiental foi os Estados Unidos.

O que se deu por meio da Lei Federal denominada "National Environment Policy Act-NEPA" aprovada em 1969. Desta forma, passou-se a exigir que todos os empreendimentos com potencial impactante procedessem, dentre outras obrigações:

- a) A identificação dos impactos ambientais;
- b) A caracterização dos efeitos negativos, e:
- c) A definição de ações e meios para mitigação dos impactos negativos.

(NEPA, 1969)

Diante dos reflexos da aplicação do NEPA, organismos internacionais como ONU, BID e BIRD passaram a exigir em seus programas de cooperação econômica a observância dos estudos de avaliação de impacto ambiental.

No Brasil, em esfera federal, o primeiro dispositivo legal associado a Avaliação de Impactos Ambientais deu-se por meio da aprovação Lei Federal 6.938, de 31.08.1981. (FERNANDES, 2005. DIAS E FILHO, 2006).

Esta Lei estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e firma o SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente como órgão executor. O SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público.

Sendo a estrutura do SISNAMA estabelecida em seis órgãos conforme descrição feita a seguir:

- Órgão Superior - Conselho de Governo;
- Órgão Consultivo e Deliberativo - Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA;
- Órgão Central - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA;
- Órgão Executor - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- Órgãos Seccionais - órgãos ou entidades da Administração Pública Federal e, ou, Estadual direta ou indireta responsáveis pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental; e
- Órgãos Locais - órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades mencionadas no item anterior, respeitadas às respectivas jurisdições.

A Lei Federal nº 6.938 foi regulamentada pelo Decreto Federal nº 88.351, de 01.06.1983. Este decreto institui os tipos de licenciamentos aplicados no Brasil e especifica as atribuições do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

### 3.4 O pneu como resíduo sólido disciplinado.

Não haverá, jamais, atividades econômicas sem que se encaminhe, paralelamente a idéia do desenvolvimento sustentável, em direção a defesa do meio ambiente. (art. 170, inc. VI da CF)

A edição da Lei n. 6.938/1981 consagrou o ordenamento jurídico da responsabilidade dos bens pós-consumo e conseqüentemente lançou as bases para a formação da responsabilidade jurídica dos fabricantes, sobre os pneus inservíveis.

Como já detalhado neste trabalho, o gerenciamento de resíduos está previsto na Norma ABNT 10004 (resíduos sólidos - classificação) e em Resoluções CONAMA. , tais qual a Resolução nº 258/99, Resolução 301/02 e o Projeto de Lei nº 216/2003.

O CONAMA através de suas resoluções regulamentou a responsabilidade legal dos pneus inservíveis ou após o fim de seu ciclo de vida.

Conforme Dias e Filho (2006) existem considerações sobre a validade jurídica dessas mesmas resoluções emitidas pelo órgão. Desta forma é comum o encontro noticiado de informações a respeito de empresários que através do Poder Judiciário, solicitem o afastamento da aplicação através de uma provável ilegalidade ou inconstitucionalidade que fazem com que seus advogados questionem a validade das resoluções.

Os mesmos autores destacam em seu trabalho, a respeito da inconstitucionalidade sugerida:

Quanto ao questionamento de inconstitucionalidade de resoluções do CONAMA, por meio de ações diretas de inconstitucionalidade, prevalece no Supremo Tribunal Federal o entendimento de que ele é incabível:

**“ATOS NORMATIVOS DO IBAMA E DO CONAMA. MUTIRÕES AMBIENTAIS. NORMAS DE NATUREZA SECUNDÁRIA. VIOLAÇÃO INDIRETA. IMPOSSIBILIDADE DE EXAME EM SEDE DE CONTROLE CONCENTRADO DECONSTITUCIONALIDADE. É incabível a ação direta de inconstitucionalidade quando destinada a examinar atos normativos de natureza secundária que não regulem diretamente dispositivos constitucionais, mas sim normas legais. Violação indireta que não autoriza a aferição abstrata de conformação constitucional. Precedentes. Ação direta de inconstitucionalidade não conhecida.”(destaque do autor).**

(BRASIL, SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL, AÇÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE N.º 2.714/DF, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI) X PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS E CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, RELATOR MINISTRO MAURÍCIO CORRÊA, DATA JULGAMENTO: 13/03/2003, ÓRGÃO JULGADOR: TRIBUNAL PLENO, PUBLICAÇÃO: DJ 27/02/2004, P. 20. APUD DIAS E FILHO, 2006, PP. 39-40.)

Da mesma forma, os autores expõem a respeito das suspeitas de ilegalidade dos atos do CONAMA propostas pelos advogados dos empresários:

Também tem prevalecido no Superior Tribunal de Justiça o entendimento que o CONAMA está legalmente autorizado a editar tais resoluções, inexistindo, ao menos prima facie e em tese, ilegalidade a justificar a intervenção do Poder Judiciário:

**“RECURSO ESPECIAL. PEDIDO DE REGISTRO DE LOTEAMENTO ÀS MARGENS DE HIDRELÉTRICA. AUTORIZAÇÃO DA MUNICIPALIDADE. IMPUGNAÇÃO OFERECIDA PELO MINISTÉRIO PÚBLICO. ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. RESOLUÇÃO N.º 4/85 - CONAMA. INTERESSE NACIONAL. SUPERIORIDADE DAS NORMAS FEDERAIS.** No que tange à proteção ao meio ambiente, não se pode dizer que há predominância do interesse do Município. Pelo contrário, é escusado afirmar que o interesse à proteção ao meio ambiente é de todos e de cada um dos habitantes do país e, certamente, de todo o mundo. Possui o CONAMA autorização legal para editar resoluções que visem à proteção das reservas ecológicas, entendidas como as áreas de preservação permanentes existentes às margens dos lagos formados por hidrelétricas. Consistem elas normas de caráter geral, às quais devem estar vinculadas as normas estaduais e municipais, nos termos do artigo 24, inciso VI e §§ 1º e 4º, da Constituição Federal e do artigo 6º, incisos IV e V, e §§ 1º e 2º, da Lei n. 6.938/81. Uma vez concedida a autorização em desobediência às determinações legais, tal ato é passível de anulação pelo Judiciário e pela própria Administração Pública, porque dele não se originam direitos. A área de 100 metros em torno dos lagos formados por hidrelétricas, por força de lei, é considerada de preservação permanente e, como tal, caso não esteja coberta por floresta natural ou qualquer outra forma de vegetação natural, deve ser reflorestada, nos termos do artigo 18, caput, do Código Florestal. Qualquer discussão a respeito do eventual prejuízo sofrido pelos proprietários deve ser travada em ação própria, e jamais para garantir o registro, sob pena de irreversível dano ambiental. Segundo as disposições da Lei 6.766/79, "não será permitido o parcelamento do solo em áreas de preservação ecológica (...)" (art. 3º, inciso V). Recurso especial provido.” (destaques do autor). (BRASIL, Superior Tribunal de Justiça, Recurso Especial n.º 194617/PR, 2.ª Turma, Relator Ministro Franciulli Netto, Data de julgamento: 16/04/2002, Publicação: DJ 01/07/2002, p. 278. apud DIAS E FILHO, 2006, pp.40 - 41)

Infere-se, portanto, que as resoluções do CONAMA não violam a Constituição Federal tão pouco as leis municipais ou estaduais. A sua legitimação esta fundada por esse próprio conjunto de Leis e pelo artigo 225, do Capítulo VI da Constituição Federal, o que demonstra uma coesão às teorias e conceitos de Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade das atividades e sua relação com o meio ambiente.

Fernandes, ao tecer um comentário sobre o artigo 225 do Capítulo VI da Constituição Federal escreve: “Não se trata aqui de proteção aos interesses apenas, mas de direitos constitucionalmente assegurados inclusive para as futuras gerações”. (FERNANDES, 2006).

O mesmo autor conclui:

Se de um lado sempre importou para o sistema capitalista o acúmulo desenfreado da riqueza à custa do trabalho humano e do sacrifício aos recursos naturais, por outro gerou uma gradual conscientização de diversos setores para as questões ambientais, fazendo surgir no meio social uma gama de preocupações com as necessárias limitações a expansão da chamada riqueza abstrata indiferente aos processos qualitativos e concretos da existência humana. (FERNANDES, 2006)

As resoluções do CONAMA assim como e, principalmente, a dedicação de um capítulo inteiro sobre a defesa do meio ambiente e de diversos princípios espalhados no texto da Constituição Federal, demonstra a evidente importância da gestão dos resíduos. Espelha também a situação urgente da gestão dos pneus inservíveis ou de pós-consumo

Como observado por Fernandes, “A noção do meio ambiente vai além do sentido natural ou físico.” (FERNANDES 2006).

Como fruto da atividade de produção do ser humano e componente indispensável para a maioria dos veículos de transporte de passageiros, cargas e movimentação da produção agropecuária do planeta, os pneumáticos são um grande desafio a enfrentar pelos fabricantes, comerciantes e consumidores, emergindo atitudes e ações eficazes a sua destinação final ou reciclagem sustentável.

Há a eminência da necessidade para o mundo moderno de encontrar uma saída ambientalmente correta para esse passivo ambiental: O pneu acumula-se potencialmente nas proporções de pelo menos quatro vezes o número de veículos fabricados. Da mesma forma com os demais veículos que utilizam apenas dois pneus como as motocicletas e bicicletas e os de grande capacidade de carga como os caminhões, ônibus, carretas, aviões e até trens que possuem uma maior quantidade de pneumáticos para a manutenção de sua estabilidade no solo.

É um desafio que segue pelas esferas da saúde pública e segurança: O pneu em local inadequado ou simplesmente armazenado pode tornar-se criadouro de insetos e roedores e em caso de incêndio, além das chamas de difícil controle, demanda um alto teor calorífico.

A fumaça desprendida é altamente tóxica e carcinógena, compondo-se de furanos e hidrocarbonetos aromáticos entre outros gases e particulados também tóxicos de queima incompleta e que podem ser absorvidas por vias aéreas. O fluído graxo que escorre de sua fusão pode alcançar mananciais e lençóis subterrâneos comprometendo o saneamento da coletividade do entorno e o meio ambiente.

Conforme noticiado pelo Jornal o Estado de São Paulo, no ano de 2004, apesar da produção de 52 milhões de unidades de pneus novos, ocorreu a importação de 7,6 milhões de pneus usados que deveriam ter o destino da remoldagem. Contudo parte desta importação foi diretamente comercializada:

...entraram no País, 7,6 milhões de pneus usados vindo da Europa, Estados Unidos e Japão. Apenas 2,5 milhões teriam sido remoldados. “Grande parte é colocada no mercado informal e revendida como pneu meia-vida” diz o diretor geral da entidade, Villien Soares. São produtos sem garantia de segurança, com vida útil vencida. Outra parte deve ter ido para o lixo, informa Soares. (IMPORTAÇÃO DE PNEU USADO É AMEAÇA. - O ESTADO DE SÃO PAULO, 19/06/2005, P. B7.)

A partir de 1991, a importação de pneus usados e reformados foi proibida no Brasil através do artigo 27 da portaria n 08/91 do DeCex a qual proíbe a importação de qualquer bem de consumo usado.

Posteriormente a Convenção da Basiléia e a Resolução do CONAMA n. 258/99 também proibiriam a importação de pneus usados e reformados, porem diversas liminares judiciais vinham permitindo a transação desses produtos. (Revista do IDEC, n. 90, Julho de 2005, p. 24 -26)

Em 2003, através do Decreto Presidencial n. 4.592 de 11 de fevereiro, permitiu uma alteração ao texto do art. 47-A do Decreto n. 3.179/99. Com essa alteração o artigo passou a ter a seguinte redação:

“Art. 47-A. Importar pneu usado ou reformado: (Artigo incluído pelo Decreto nº. 3.919, de 14.9.2001)  
Multa de R\$ 400,00 (quatrocentos reais), por unidade.

§ 1o Incorre na mesma pena, quem comercializa, transporta, armazena, guarda ou mantém em depósito pneu usado ou reformado, importado nessas condições. (Parágrafo único incluído pelo Decreto nº. 3.919, de 14.9.2001) (renumerado pelo Decreto nº. 4.592, de 11.2.2003).

§ 2o Ficam isentas do pagamento da multa a que se refere este artigo as importações de pneumáticos reformados classificados nas NCM 4012.1100, 4012.1200, 4012.1300 e 4012.1900, procedentes dos Estados Partes do MERCOSUL, ao amparo do Acordo de Complementação Econômica nº. 18 (Incluído pelo Decreto nº. 4.592, de 11.2.2003)”. (DIAS e FILHO, 2006)

A exceção proporcionada aos países do Mercosul, provocou uma reação da União Européia que abriu um Contencioso na OMC contra o Brasil.

Contencioso na esfera jurídica internacional advém de contenção que de acordo com Diniz, 1998, reflete no direito dos seguintes aspectos: “3 - Direito Internacional Público: - Ação desenvolvida por um país para impedir a expansão ideológica, política, econômica e estratégica de outro para além de sua presumível esfera de influencia.” (DINIZ, 1998, p.554).

A justificativa apresentada pela União Européia para esse ato foi que se o Brasil pode importar pneus usados dos Estados Membros do Mercosul, poderia também importá-los dos Países da União Européia.

Note-se que desde 1999, a Diretiva de n. 1999/31/CE do Conselho da União Européia, proibiu a partir do ano de 2003 a disposição de pneus inteiros nos aterros sanitários e desde o ano de 2006 os pneus fragmentados. (www.europe.eu.int.)

Essa disputa entre o Brasil e a União Européia ficou conhecida como a Guerra dos Pneus.

A Resolução 258/99 do CONAMA discorre sobre a responsabilidade pós-consumo do pneu. A sua utilização e manutenção de seus artigos de maneira íntegra, evitará com que o Brasil torne-se um receptor de pneus inservíveis transferindo o problema deste passivo ambiental dos outros países para cá

Em síntese as principais características, artigos e comentários jurídicos a respeito da resolução CONAMA 258/99, no disposto a questão disciplinar são, segundo Dias e Filho, 2006:

a) Disciplina legal:

A Resolução CONAMA n.º 258, de 26 de agosto de 1999, com as alterações introduzidas pela Resolução CONAMA n.º 301, de 21 de março de 2002, regulamenta a responsabilidade pós-consumo das empresas fabricantes e das importadoras pelos pneumáticos inservíveis, entendido estes como aqueles não mais passíveis de reaproveitamento ou processo de reforma como a recapagem, recauchutagem ou remoldagem. Seu art. 9.º veda expressamente a destinação que seja prejudicial ao meio ambiente:

“Art. 9.º 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.”

A Resolução citada visa dar a eles uma destinação ambientalmente adequada e segura. Em seu artigo 3.º, adotando um critério progressivo no tempo, regulamenta essa responsabilidade, assim dispendo:

"Art. 3.º 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 1.º 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 1.º 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;"

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;

IV - a partir de 1o de janeiro de 2005:

- a) para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus novos importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;
- b) "para cada três pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a quatro pneus inservíveis".

E para dar eficácia ao referido dispositivo, dispõe:

"Art. 7.º As empresas fabricantes de pneumáticos deverão, a partir de 1.º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, anualmente, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no art. 3.º desta Resolução, correspondentes às quantidades fabricadas.

Art. 12. "O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará nas sanções estabelecidas na Lei n o 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no Decreto n o 3.179, de 21 de setembro de 1999."

"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."

Os Tribunais pátrios já vêm confirmando a força normativa da citada Resoluções, ressaltando o dever de fiscalização dos órgãos públicos responsáveis.

Confirmam-se os seguintes julgados:

"ADMINISTRATIVO". PROTEÇÃO AMBIENTAL. DESTINAÇÃO FINAL DE PNEUS INSERVÍVEIS. PERIGO DE PROLIFERAÇÃO DO AGENTE CAUSADOR DE MOLÉSTIA GRAVE. ANTECIPAÇÃO DE TUTELA. REQUISITOS.

- Sendo de conhecimento público que o depósito de água em recipientes como pneus velhos pode resultar na proliferação do agente transmissor de moléstia grave (Dengue), resta presente o periculum in mora a autorizar a antecipação de tutela para o fim de que seja dado cumprimento a norma que determina o controle e fiscalização da destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, sendo que a verossimilhança das alegações resta presente na própria exigibilidade de cumprimento da legislação pertinente.

- "Os requisitos à concessão da antecipação de tutela pleiteada são expressos em lei, com o que, estando parcialmente presentes, a decisão guerreada é de ser reformada em parte."

“ADMINISTRATIVO”. IMPORTAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA PARA REMOLDAGEM DE PNEUS. DEFERIMENTO DE LICENÇAS. ANTECIPAÇÃO DE TUTELA.”

Uma vez que é expressa na legislação vigente a obrigatoriedade quanto à destruição de quatro pneus para cada pneu novo importado, o que não foi comprovado pela agravada, não é de se antecipar os efeitos da tutela para o fim de fornecer a licença para importação de matéria-prima para remoldagem de pneus.” (DIAS e FILHO 2006, p. 46.)

A mesma Resolução descreve em seu texto os métodos considerados adequados para a destinação tais como a reciclagem, a reforma e a sua utilização como coadjuvante energético.

A reciclagem dos pneus é feita por processo que passa pela separação do aço e do nylon, obtendo-se ao final o pó da borracha. Ele é utilizado na produção de novos pneus, câmaras de ar, saltos e solados de calçados, tapetes para automóveis e mangueiras. Além disso, pode compor uma mistura asfáltica para a pavimentação de vias.

Oda, 2002, descreve sobre a utilização do chamado Asfalto borracha:

“Apenas 10% das 300 mil toneladas de sucatas de pneus disponíveis no Brasil para obtenção de borracha regenerada são de fato recicladas. A reciclagem de pneus é capaz de devolver ao processo produtivo um insumo regenerado por menos da metade do custo da borracha natural ou sintética, que é utilizado na fabricação de novos pneus e câmaras de ar (...). Em obras de pavimentação, a borracha de pneus pode ser incorporada aos materiais asfálticos (...)”. (ODA 2002, p.78)

Como já descrito no Capítulo II desta pesquisa, a reforma pode ser feita de três formas:

- > Recapagem – É o processo que substitui a banda de rodagem. Banda de rodagem é a parte que fica em contato com o solo. É mais comum em automóveis.
- > Recauchutagem – processo que substitui a banda de rodagem e o ombro (parte da curva logo em seguida à banda). Mais usado para caminhões e ônibus.
- > Remoldagem – Processo que repõe a borracha sobre toda a face externa, reutilizando a estrutura. Usado em automóveis, fica com aparência de novo.

Esse processo só é possível apenas com pneu radial, o que implica em importação proibida no Brasil. A maior empresa detentora deste processo é a BS Colway. Esta empresa

encerrou as atividades como fabricante de remoldados atuando apenas na importação e comercialização de pneus novos e remolde.

Os pneus inservíveis representam interessante fonte de energia, com grande rentabilidade em relação ao petróleo, pois cada pneu contém a energia de 9,4 litros de petróleo (ANIP, 2006; WBCSD, 2007; CEMPRE, 2007;)

Importante salientar que a queima ou incineração dos pneus pós-consumo deve ser feita em forno controlado evitando-se a dispersão no meio ambiente dos gases tóxicos já descritos anteriormente neste texto. Esse método de destinação do pneu inservível é bastante comum na industrialização do cimento e do papel.

Conforme Dias e Filho, 2006, em relação ao cumprimento da resolução CONAMA 258/99e suas motivações:

“Ultimamente, tem-se notado o progressivo cumprimento e a efetividade dessa Resolução. A grande motivação para o não desprezo dos pneus usados foi o valor econômico que as empresas encontraram nessa modalidade de resíduos.” (DIAS e FILHO, 2006, p.48)

De acordo com dados da ANIP, confirmando a observação dos autores:

No ano de 2004, 22 milhões de pneus foram coletados e destinados de forma adequada, para os devidos fins:

- 58% para laminação (separação do aço da borracha, que permite a fabricação de produtos como tapetes e cintas de tapete);
- 31% para cimenteiras (fornos);
- 6% para extração e tratamento de minerais;
- 5% para outros (massa asfáltica, por exemplo). (ANIP, 2006)

Autores da esfera jurídica ambiental, tais como Fernandes, Dotti, Dias e Filho, assim como tantos outros, percebem a resolução CONAMA 258/99, o artigo 225, Capítulo VI da Constituição Federal do Brasil e as leis ambientais da federação, como instrumentos de garantias de soberania para o meio ambiente do País.

Reflete-se através da responsabilidade legal aos fabricantes e consumidores, a responsabilidade ambiental sobre os pneus pós-consumo.

Enfatiza Dias e Filho a esse respeito: “O que se espera é que a Resolução seja devidamente cumprida, que o Brasil consiga dar destinação adequada aos pneus que produzir e não se transforme num depósito mundial de pneus inservíveis.” (DIAS e FILHO, 2006, p. 49).

Na temática dos resíduos sólidos e em especial aos pneus resíduos, singularmente a adoção da resolução do CONAMA com responsabilidade, representará na comunidade internacional, a seriedade com que se trata e pretende-se tratar os aspectos e particularidades deste tipo de passivo ambiental. (DOTTI, 1997; FERNANDES, 2006; CEMPRE, 2006)

## **CAPÍTULO 4**

### **REFLETINDO A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL NO CONSUMO DO PRODUTO PNEU**

Este capítulo trata da relação do pneumático como o meio ambiente, desde a sua concepção até o descarte final ou sua reutilização ou reciclagem, seja ela química ou mecânica. Divide-se em 4 seções, sendo que na primeira contextualiza-se a relação homem natureza e o entendimento do necessário equilíbrio entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente assim como o também necessário desequilíbrio dinâmico que sustenta a vida.

Na segunda seção é abordada a relação do produto pneu em sua fase de consumo;

Segue-se na terceira seção uma simulação matemática sobre o seu impacto ambiental e, prosseguindo na quarta seção com o desenvolvimento sobre a contabilidade ambiental e a reciclagem.

#### **4.1 A necessidade do equilíbrio da relação entre Homens e Meio Ambiente para a manutenção da vida.**

A massificação dos produtos advinda da Revolução Industrial e da conseqüente necessidade de conforto e bem estar imputada por uma visão capitalista de sobrevivência transformou recursos naturais em produtos. Classificou-os, determinando um valor agregado de acordo com a expectativa de retorno dos investimentos auferidos desde a sua exploração, transformação, comercialização e utilização. (FERNANDES 2006, LOVELOCK, 2006)

Mas a história identifica as causas de uma realidade que recentemente a humanidade percebeu-se de sua responsabilidade: Os recursos naturais esgotam-se e definitivamente só se renovam após um longo período de tempo e se houver condições naturais, ou seja, se a situação de desequilíbrio ou troca mantiver-se em seus mínimos condicionantes, conforme a biocapacidade de cada meio. (HAMU, 2006).

O químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1789) profeticamente descreveu uma idéia científica que em termos filosóficos possui o significado de “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Lavoisier (1789) já afirmava baseado em suas observações e experiências que o aspecto mais fundamental da natureza é a transformação. Compreendeu e descreveu os mecanismos da combustão, da respiração, de como é composto o ar e a relação existente entre a matéria orgânica e as plantas quanto ao seu crescimento: Lavoisier estudou o papel

desempenhado pelo oxigênio na respiração animal e a utilização do dióxido de carbono pelas plantas.

Suas teorias colaboraram para que o holandês Jan Ingenhousz (1796) percebesse a relação entre a luz solar e os processos da fotossíntese, para que o suíço Nicolas-Théodore de Saussure (1804) consolidasse a maioria dos princípios da fisiologia vegetal assim como outro cientista suíço, Jean Senebier (1796), observasse a liberação de oxigênio pelas plantas. (RIFKIN, 2003, FERNANDES 2006, LOVELOCK, 2006 e, disponível em [www.lavoisier.cnrs.fr](http://www.lavoisier.cnrs.fr)).

Atualmente sabe-se que a lei de Lavoisier ou a lei da conservação das massas, como inicialmente foi proposta nem se verifica. É possível a perda de massa no decurso de uma reação libertando-se energia, fenômeno explicável pela Teoria da Relatividade de Albert Einstein (1905), porém o conjunto dessas e de outras tantas infindáveis e contínuas relações entrópicas na natureza recebeu o nome de biosfera.

Introduzido em 1875 no meio científico pelo geólogo austríaco Eduard Suess, o termo “biosfera” consagrou-se ao ser utilizado durante os anos de 1926 e 1929, pelo mineralogista russo Vladimir Vernandsky em duas conferências de sucesso. (INSTITUTO BIOSFERA, 2007).

Biosfera, em simples definição, é o conjunto de regiões da Terra onde existe vida.

Se no século XVIII e XIX a ciência preparou o mundo para um novo século de desenvolvimento, o século XX transformou-se em uma era de industrialização e de acúmulo de riquezas onde a economia como ciência determinou o destino da humanidade tendo como consequência o desenvolvimento. (LOVELOCK, 2006; INSTITUTO BIOSFERA, 2007)

O mundo passou a conhecer uma melhor qualidade de vida, saneamento básico, medicina socializada e assim o aumento da longevidade, mas também o êxodo rural, a explosão demográfica, as guerras e o maior distanciamento entre as camadas sociais.

Mas a natureza começou a sinalizar e só há aproximadamente 50 anos esta mesma humanidade desenvolvimentista começou a perceber: O planeta pede socorro! (LOVELOCK, 2006; INSTITUTO BIOSFERA, 2007)

A teoria da conservação de massa e energia ou a Primeira Lei da Termodinâmica de Lavoisier, depois de dois séculos começou a ser de fato percebida como a teoria que delinea a sobrevivência no planeta. (RIFKIN, 2003)

Se combinada com a segunda Lei da Termodinâmica que nos remete aos princípios da degradação da energia, por conseqüência se chega à definição da Entropia.

Entropia pode ser compreendida como a medida de reversibilidade da transformação ou ainda uma medida do nível de irreversibilidade, desta forma conclui-se quanto mais perto do equilíbrio mais próximo do fim.

A natureza e por conseqüência o planeta Terra **não** são sistemas fechados: Um sistema fechado não sofre nem promove interferência externa. Não perdendo nem ganhando energia ou matéria para o exterior, ocorre o equilíbrio. (McREATH, 2008, disponível em [www.igc.usp.br/geologia/sistema\\_quimico.php](http://www.igc.usp.br/geologia/sistema_quimico.php) )

Assim se há de fato um contínuo fluxo de energia e matéria, o desequilíbrio - e não a desordem - é salutar. O equilíbrio do processo de sustentação da natureza é, portanto, a utilização dos recursos naturais de forma desordenada e intensa, desacelerando a capacidade de troca e transformação e conseqüentemente estacionando o desequilíbrio dinâmico.

Uma observação relevante deve ser aqui percebida para evitarem-se confusões de entendimento nesta pesquisa: O termo equilíbrio do processo de sustentação da natureza é distinto em conceito, do equilíbrio de forças do sistema que integra os seres na natureza, relação homens - meio ambiente, consoante à biocapacidade do meio ambiente e relativo ao fenômeno da entropia. (HAMU, 2006; McREATH, 2008, disponível em [www.igc.usp.br/geologia/sistema\\_quimico.php](http://www.igc.usp.br/geologia/sistema_quimico.php) )

O mineralogista e geoquímico russo-ucraniano Vladimir Ivanovitch Vernadsky em seu livro “A Biosfera”, editado em 1926, elucida a biosfera como sendo “a força geológica que cria um desequilíbrio dinâmico, que, por sua vez promove a diversidade da vida”. (VERNADSKY, 1926, apud RIFKING, 2003, p.76.)

O homem, no entanto, principalmente após a revolução industrial passou a usufruir de toda a riqueza natural que dispõe em nome do consumo e da produção. Por conseguinte o país

ou a nação detentora da maior quantidade de riquezas (recursos) naturais em excepcional as riquezas das matrizes energéticas mundiais como o carvão, o petróleo e o gás, estariam acumulando riqueza e fortuna. (ALMEIDA, 2002; FERNANDES, 2006)

A História da humanidade tem registrado dezenas de fatos envolvendo disputas entre nações pelo poder e domínio energético. A própria civilização tem sua sobrevivência e qualidade de vida norteadas por condicionantes energéticos, os mesmos condicionantes que determinaram o sucesso da Revolução Industrial.

Diferentemente do que Rifkin (2003) descreve em seu livro, essa nova realidade requer uma ação conjunta, séria e responsável. É mais do que aceitar ou concordar com uma transformação da realidade, é a consolidação de um fato:

Ocasionalmente ao longo da História, os seres humanos se viram encurralados entre dois modos muito diversos de perceber a realidade. Esta situação pode ser observada já no declínio do século XVII, quando cientistas e filósofos do Iluminismo – Isaac Newton, John Locke, René Descartes e outros – desafiaram muitos dos dogmas mais reverenciados do catecismo da igreja, incluindo uma de suas principais doutrinas, a de que a terra é uma criação de Deus e possui um valor intrínseco. Os novos pensadores preferiam uma explicação mais materialista para a existência e se ampararam na matemática e na razão. Menos de um século mais tarde, renegados políticos nas colônias americanas e os insurretos na França trouxeram abaixo o jugo monárquico em favor de um modelo republicano de governo e proclamaram o “direito inalienável do homem à vida, à liberdade, à felicidade e à propriedade”. James Watt patenteou sua máquina a vapor às vésperas da revolução Americana, consumando o relacionamento entre o carvão e o novo espírito prometéico da época, e a humanidade ensaiou seus primeiros passos rumo a um estilo de vida industrial que nos dois séculos seguintes mudaria definitivamente o mundo. (RIFKIN 2003, p.96)

De fato uma mudança que se de um lado trouxe todo o resplandecer de uma era marcada por impressionantes descobertas e avanços tecnológicos trouxe também o lado obscuro do imediatismo, do materialismo e do utilitarismo. (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003; FERNANDES 2006)

Desde o primeiro poço de petróleo perfurado no Estado da Pensilvânia, Estados Unidos da América, pelo Coronel Edwin L. Drake em 1859 na pequena profundidade de 21

metros e a primeira mina de carvão economicamente explorável, o ser humano conheceu também outras diversas realidades. (RIFKIN 2003)

Hoje se percebe que com todo o seu desenvolvimento e descobertas criaram um impasse entre desenvolvimento, consumo e a sustentabilidade de suas organizações e a de si mesmo.

Tendemos a um equilíbrio dinâmico de forças entre a necessidade humana – alimentação, segurança, transporte, modismo, ideologia, cultural e status – e ao que a Terra oferta-nos – recursos energéticos (hoje o Petróleo é encontrado na região do pré-sal, em profundidades em torno de 6.000 metros), água potável, regularidade climática e ar respirável.

Este equilíbrio de forças, resultado de pelo menos dois séculos de desrespeito e desordem quanto à relação entrópica da natureza, tende a transformarmo-nos em um sistema fechado e amorfo. (RIFKIN, 2003; LOVELOCK, 2006)

Alguns cientistas alertam a humanidade sobre os resultados de suas percepções científicas a respeito do caos iminente há pelo menos meio século.

Algumas ações, evidentemente há algum tempo iniciadas, são pouco significativa quando disposto em relação aos efeitos já observados: A reversibilidade dos produtos após a vida útil, a menor descartabilidade dos bens de consumo, a reciclagem e o projeto de produtos que permitam uma maior facilidade na reciclagem e desmontagem - “design for recycling” ou “design for disassembly”. (BARBIERI, 2004; WBCSD, 2007)

A mais recentemente inclusão nas cadeias produtivas da chamada P+L (Produção mais Limpa) e a consciência e educação ambiental quanto ao uso dos recursos naturais e ao descarte dos produtos - a cultura do “4Rs” ou “5Rs” estão adiando o que, para muitos cientistas é inevitável: Uma profunda e determinante transformação na biosfera do planeta impulsionada pela interferência do ser humano em suas atividades de produção que

descaracterizou entre outros efeitos, os seus padrões climáticos naturais. (ALMEIDA, 2002; BARBIERI, 2004; IPCC, 2007; WBCSD, 2007)

O ser humano com sua velocidade de desenvolvimento tecnológico está paralelamente acelerando todo um processo sistêmico de ocorrência, que à percepção humana é naturalmente lenta e combinada em suas interações por estas mesmas ocorrências e dinâmica.

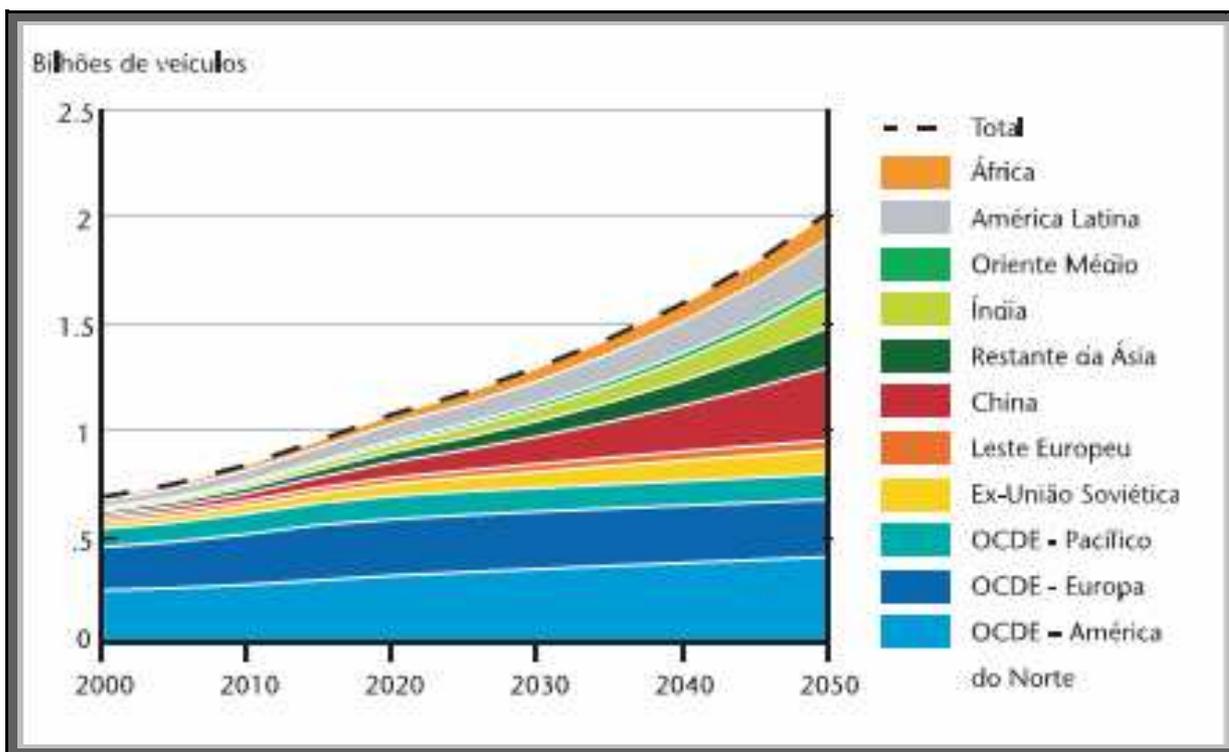
A sustentabilidade das atividades e da vida na terra passa, irremediavelmente pelo consumo e descarte consciente dos bens e o desenvolvimento de produtos que permitam a reutilização de seus compostos com a transformação dos processos, minimizando a utilização de recursos naturais e, por consequência os impactos ao meio ambiente.

#### **4.2 As relações do pneu com o consumo**

Um censo registra historicamente em fevereiro de 1926 o número impressionante de 20.837.146 automóveis no mundo, uma relação de aproximadamente um veículo para cada 96 habitantes existente na década de 20. (STIEL, 2001)

A quantidade dos chamados VRLs (Veículos Rodoviários Leves) – os automóveis, caminhões leves, utilitários esportes e minivans - atingiu em 2000 uma grandeza próxima de 700 milhões de veículos e deverá chegar-se a 1,3 bilhões em 2030, conforme WBCSD, 2004

#### **Gráfico 5 : Projecção do total de veículos leves por região no mundo**



Fonte: WBCSD – Cálculos do Projeto Mobilidade Sustentável - 2004

Conforme demonstrado no gráfico 5, a marca dos 2,0 bilhões deverá ser ultrapassada no ano 2050, representando em quantidade de pneus, algo em torno de 8,0 bilhões de unidades nos veículos novos, excluindo-se o estepe.

Há uma tendência mundial entre as montadoras através dos designers e engenheiros automobilísticos em eliminá-los ou substituí-lo por outro dispositivo para diminuir peso, custos e aumentar o espaço útil dos veículos. (PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004;)

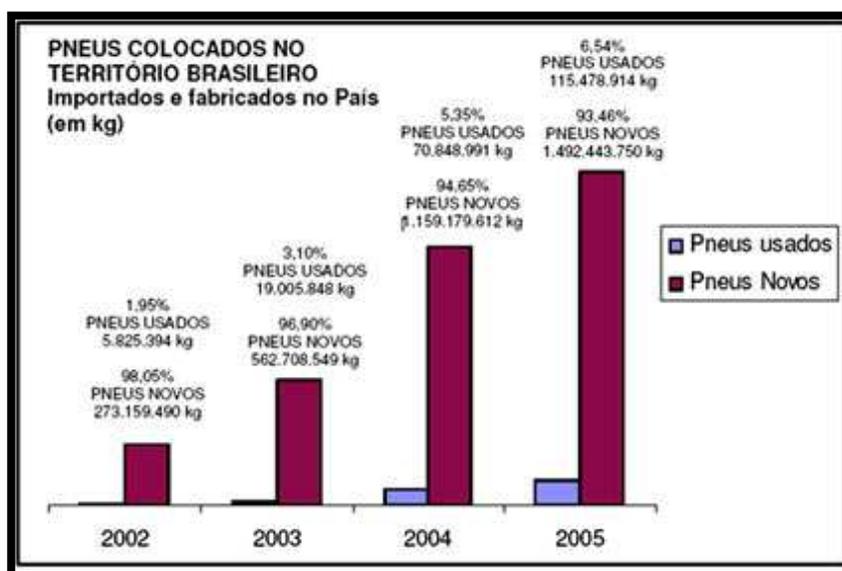
Essas estatísticas denotam que em aproximadamente cinquenta anos os problemas relacionados com a destinação final dos pneus poderá multiplicar-se em aproximadamente uma vez a cada cinco anos, considerando os novos veículos rodoviários de carga média e pesada, os ônibus, bicicletas, motocicletas e demais veículos que utilizam pneus, como os aviões. Contabilizam-se também os recauchutados em fim de vida e a reposição.

Conforme observado no Capítulo III desta pesquisa, no Brasil além da Constituição Federal as Leis locais de cada Estado e Município e as resolução 258/99 iniciaram uma

solução com aspectos de seriedade perante a comunidade internacional, porém é certo afirmar que as alternativas para a sua consolidação durante o passar dos anos será de forma impactante ao desenvolvimento das atividades e consumo da borracha e em especial os pneumáticos.

O gráfico 06 indica a situação no Brasil do crescimento do mercado de pneus entre 2002 e 2005.

**Gráfico 6: Crescimento do mercado de pneus novos e importados**



Fonte: ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados - 2006

O consumo dos pneus, cuja importância ambiental isolada é pouco aparente talvez em função do seu tempo de utilização e somente lembrada basicamente nas questões de segurança e de consumo de combustível, começa a enquadrar-se nas visões mais modernas dos aspectos relacionados com as teorias do consumo.

#### 4.2.1 A ecoeficiência e a sustentabilidade no consumo dos pneus.

Atualmente, com o crescimento e a forma da atitude de consumo pelo mercado, percebem-se duas direções bastante distintas. A primeira é tradicionalmente capitalista, mas não necessariamente predatória preocupada em produzir e vender cada vez mais

objetos de todos os tipos e valores. A segunda direção segue para consciência e sustentabilidade, beneficiando produtos que obtenham na sua cadeia produtiva, no consumo e no descarte final, respeito ao meio ambiente e ao consumidor e evidentemente sejam sustentáveis e promovam a sustentabilidade do desenvolvimento. (TACHIZAWA, 2004; TINOCO E KRAEMER, 2004)

Ainda assim, por ser a matriz energética mundial desenvolvida, tendo como base os combustíveis fósseis e a emergente necessidade de transformá-la, além da importância que representa o petróleo nas questões de mobilidade e logística, a forma de produção e consumo do produto pneu está distante das características de eficiência ecológica. (RIFIKIN, 2003; PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004; CIMINO, 2004)

Um exemplo é a forma com que as empresas fabricantes identificam como vantagens aos clientes que adquirem pneus novos para reposição aproveitando-se de uma necessidade determinada pelo mercado de montadoras de automóveis que, por sua vez aproveitam-se das contingências ambientais para salvaguardarem sua marca.

Os automóveis, apesar de terem adquirido nos últimos anos um aumento considerável em seu peso total, em função de agregados mais específicos de segurança e um maior tamanho útil para melhorar o conforto, ficaram mais econômicos quanto ao consumo de combustíveis. (RIFIKIN, 2003; LOVELOCK, 2006, STIEL, 2001)

Isso se deve à tecnologia dos motores, das formas mais aerodinâmicas que diminuem sua resistência ao ar durante o deslocamento e também aos próprios pneus que passaram a reduzir a resistência ao rolamento. (ANDRIETTA, 2003)

Resistência ao rolamento é definida como a energia dissipada pelo pneu por unidade de distância percorrida. Normalmente vence-se essa resistência aplicando-se mais energia afetando por consequência o consumo de combustível.

Considera-se que nos veículos de passeio representam 20% e 30% nos veículos pesados. Em um passado próximo, precisamente em 1992 uma geração de pneus, denominados “ecológicos”, possibilitou uma diminuição do consumo entre 3% e 8% sendo que os pneus “ecológicos” atuais podem chegar a até 9% de redução em consumo, em relação aos convencionais. (PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004; CIMINO, 2004; ANDRIETTA, 2003,)

Os pneus além de tornarem a dirigibilidade mais confortável devem manter a segurança da condução do veículo nas variações de umidade e temperatura e diversidade dos pavimentos

A redução de resistência ao rolamento, evidentemente não afetou de maneira negativa essa segurança. Contrariamente permitiu uma maior aderência ao pavimento, mas acrescentou ao pneu compostos como a sílica, o que aumentou a carga de poluentes particulados finos durante a sua vida útil além da poliamida, material de formação composto do petróleo. (MULHA, TINOCO e CARDOSO, 2006; MULHA, TINOCO, 2007)

Evidentemente, esse composto cerâmico trouxe benefícios que indiscutivelmente agregam vantagens quanto à redução dos gases do efeito estufa em até 150 kg por ano de CO<sub>2</sub>, frente ao menor consumo de combustíveis pelos veículos que o utilizam e melhorou a segurança, entre elas a diminuição do espaço necessário para frenagem. (PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004; CIMINO, 2004)

Outro aspecto benéfico de sua utilização é a conseqüente diminuição do próprio volume de pneus ao descarte visto que, em condições normais, sua durabilidade pode aumentar em até 40%, conforme indicativos técnicos do fabricante Michelin em relação aos pneus fabricados no Brasil e a 25% nos fabricados na Europa, mas há a observar:

- O pneu assim como praticamente todos os bens de produção produzidos em escala possuem características próprias e, no caso deste produto, a questão segurança, muitas vezes e por contingências técnicas, agride o que seria ambientalmente correto.
- As inovações necessárias para se diminuir os impactos norteiam apenas o universo de sua cadeia produtiva, originada no campo, com o plantio da seringueira e a colheita do látex que posteriormente agregado a outros materiais e componentes petroquímicos no processo de produção tornar-se-á no pneu que conhecemos.

Um pneu de automóvel de passeio possui uma vida útil, nas condições das vias brasileiras em torno de seis anos, em termos de durabilidade quilométrica duram em média 85000 quilômetros e conforme documento técnico da Empresa Pirelli do Brasil, em condições ótimas de pavimento, calibragem, carga e utilização podem chegar a 100.000 quilômetros. (disponível em [www.pirellibrasil.com.br](http://www.pirellibrasil.com.br))

O comportamento dos motoristas e a falta de calibragem da pressão interna do pneu são determinantes no consumo do pneu. A manutenção do alinhamento e balanceamento a cada 10.000 quilômetros em média e a calibragem com nitrogênio, que pressurizado tende a manter um equilíbrio térmico interno dos pneus promovem um ganho bastante satisfatório na vida útil dos pneus.

Nas últimas quatro décadas as melhorias no processo de produção contribuíram para que os pneus duplicassem sua vida útil.

A aceleração e desaceleração brusca do automóvel, sem contar as condições das estradas, fazem a taxa de aproveitamento de um pneu diminuir consideravelmente.

Um pneu de caminhão ou de ônibus, por exemplo, pode chegar a 300.000 quilômetros de durabilidade.

Quando o desgaste chega a posições dos indicadores de desgaste TWI, (Tread Wear Indicator) indicam o momento de troca do pneu em uso (No Brasil, 1,6mm de resíduo de banda de rodagem). (disponível em [www.pirellibrasil.com.br](http://www.pirellibrasil.com.br)).

Considerando que desde sua invenção até os dias de hoje a produção de veículos de carga e passageiros e conseqüentemente de pneus, proporcionalmente vem crescendo, estima-se que só nos Estado Unidos, país considerado como um dos maiores consumidores de automóveis do mundo haja um descarte de 10 quilogramas de pneus por habitante ao ano. Esse fato resulta em aproximadamente 350.000.000 de pneus anualmente descartados, valores que se somam aos três bilhões de pneus armazenados em pilhas do tamanho de montanhas que por sua característica física e químicas são, como detalhado neste trabalho de fácil combustão. (PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004; CIMINO, 2004)

Por estarem em pilhas amontoadas, os bolsões de ar entre eles facilitam a propagação e dificultam o controle e a extinção do incêndio. Isso tem como resultado no meio ambiente a conseqüente demanda de uma grande quantidade de fumaça, monóxido de carbono, furanos, toxinas como as PAHs (Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares) e as dioxinas. (ANDRIETTA, 2003)

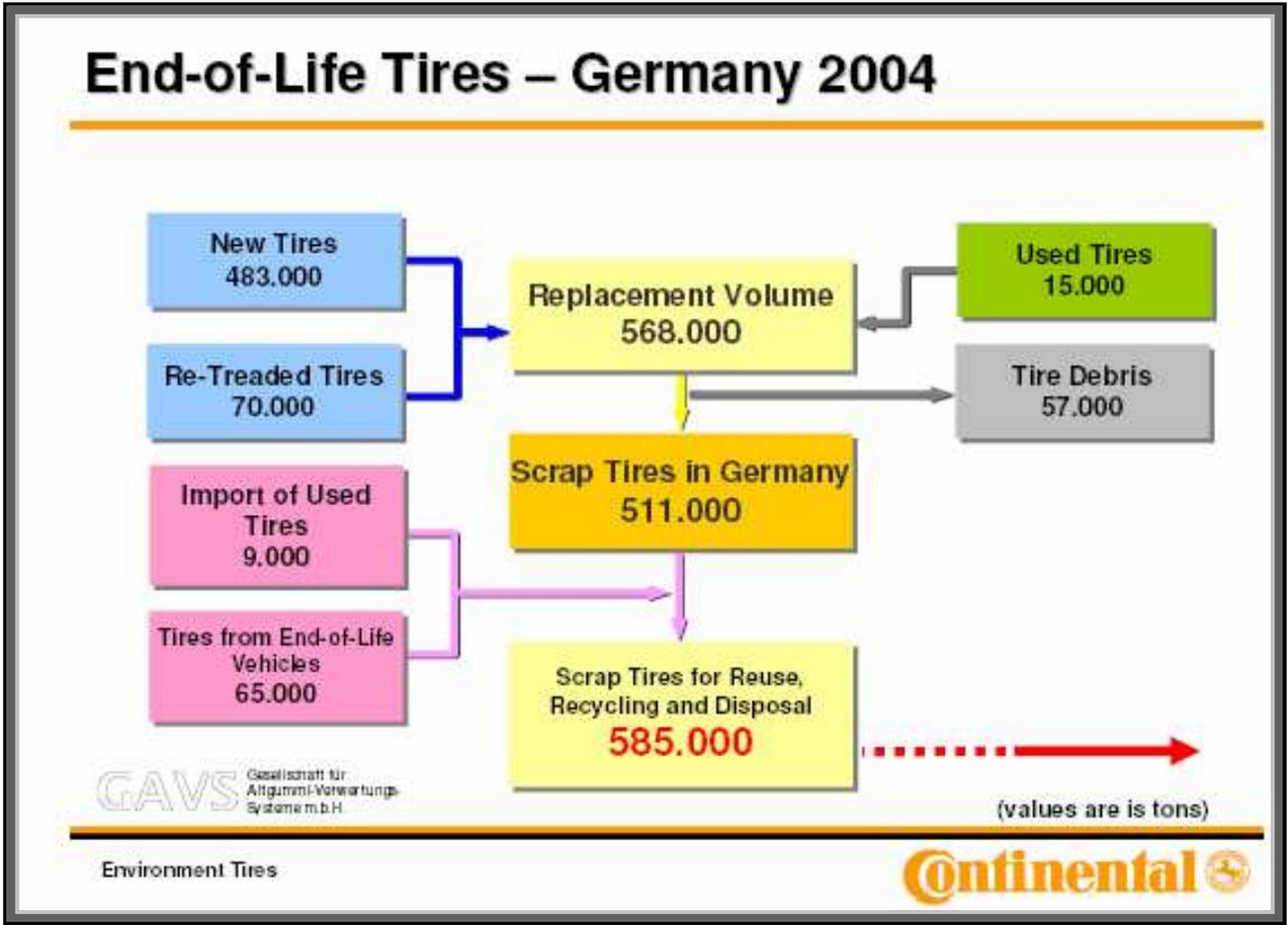
Historicamente registrados, grandes incêndios ocorreram causando graves e até irreparáveis prejuízos ambientais: A liberação gasosa de dioxinas fora constatada em um incêndio em Ontario, Canadá, onde um depósito de 12 a 14 milhões de pneus queimou por 17 dias. Ela também pôde ser detectada no óleo residual escorrido e gerado na tentativa de apagar o incêndio onde durante a combustão do depósito foram gerados cerca de 60 mil litros desse óleo. (disponível em [www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)) Apesar do grande esforço de reciclagem da borracha dos pneus além de sua utilização como forma de energia e transformação em combustível através da pirólise, essas

aplicações consomem aproximadamente 10% do que é descartado, somente nos Estados Unidos. (PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004)

Na Europa, assim como nos demais continentes e países a situação assemelha-se. Notadamente, quanto maior o desenvolvimento tecnológico e o estímulo ao consumo, maior a quantidade de descarte dos pneus que já ultrapassaram o seu limite útil de segurança, ou seja, atingiram os indicadores de segurança denominados de TWI. (disponível em [www.michellin.com.br](http://www.michellin.com.br))

Nos países menos desenvolvidos é bastante comum a recauchutagem que permite uma sobrevida dos pneus. A figura 12 representa a quantidade em toneladas de pneus estimada que se destine para a reciclagem, recauchutagem ou remoldagem e disposição final na Alemanha, conforme estudos feitos pela Empresa Continental AG, em 2004: (disponível em [www.conti-reg.de/reg\\_unternehmen\\_en.html](http://www.conti-reg.de/reg_unternehmen_en.html)).

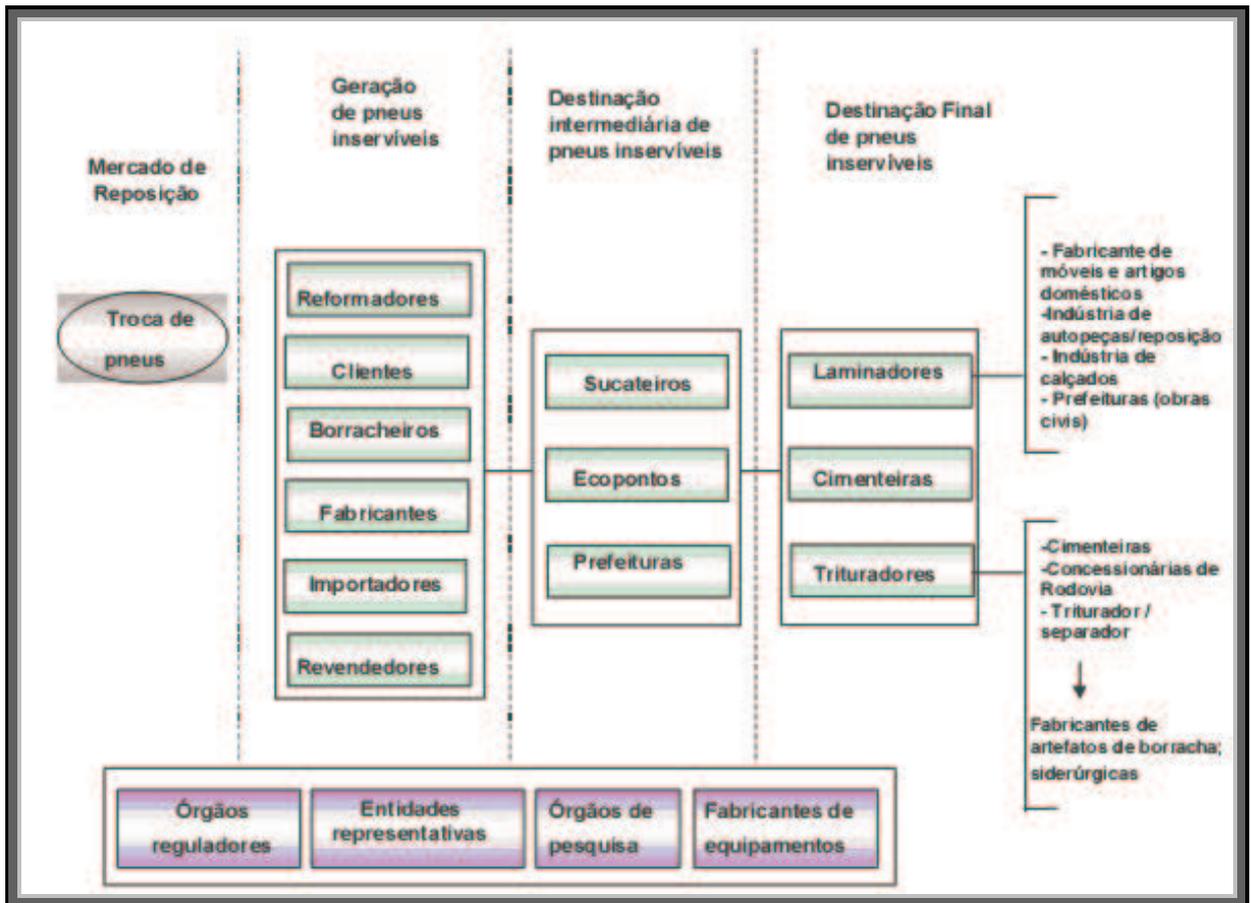
**Figura 12: Quantitativo em toneladas, dos pneus “fim de vida” na Alemanha.**



Fonte: GAVS - Gesellschaft für Altgummi – Verwertungs – Systeme m.b.h. – 2004

Quando percebido este equivalente em uma projeção mundial, consideradas as questões culturais, de educação e de necessidades vitais além da observância de sua consciência consumista e ambiental, nas diferentes nações em seus diversos modos e estágios de desenvolvimento, esse percentual é ainda menor. A figura 13 expõe de maneira esquemática como os pneus são originados e o descarte a partir do mercado de reposição.

**Figura 13: Geração e disposição de pneus inservíveis no Brasil.**



Fonte IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica – 2004

Para Almeida (2002), inovação não deve ser apenas tecnológica, no contexto de negócios deve-se inserir a variável sustentável. Por exemplo, novas linhas de produtos sustentáveis vão aparecer e já estão aparecendo.

As transformações na sociedade e no padrão de consumo ocorrido nas últimas décadas fizeram aumentar a preocupação da sociedade quanto aos impactos dos produtos no meio ambiente. A questão da sustentabilidade dos produtos vai além dos aspectos de produção mais limpa e qualidade no processo produtivo, ela deve migrar para o desenvolvimento ecológico de produtos. (ALMEIDA, 2002)

Segundo a UNEP (2002), *apud* Epelbaum (2004), para muitos produtos os maiores impactos ambientais ocorrem durante o seu uso, ressaltando a necessidade das indústrias de adotar cuidados ambientais em todo o seu ciclo de vida.

Para Manzini, Vezzoli (2002), apud Epelbaum (2004) as interferências no projeto podem ocorrer em quatro níveis fundamentais descritos a seguir, concluindo-se que a prática atual tem sido focada nos dois primeiros:

- O redesenho ambiental do existente;
- O projeto de novos produtos e/ou serviços que substituam os atuais;
- O projeto de novos produtos e serviços intrinsecamente sustentáveis (que atinjam os critérios de sustentabilidade, incluindo o Fator 10 de desmaterialização), e;
- A proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável.

A gestão ambiental de produtos provoca transformações nos processos de produção, a transição para a produção limpa também requer o exame do produto. Apesar de tradicionalmente o projeto técnico de um produto visar a minimizar custos de produção, a sociedade de hoje deve passar a adotar a “contabilidade de custo total” como forma de compreender os custos ambientais, sociais e monetários do esgotamento de recursos e da geração de resíduos. (TINOCO E KRAEMER, 2004).

Ao questionar a necessidade de certos produtos e de que outra maneira essa necessidade poderia ser satisfeita ou reduzida, são exploradas oportunidades para reduzir o volume e o ritmo do fluxo de recursos nos sistemas de produção. A estratégia de projeto do produto pode ser classificada da seguinte maneira:

- Projeto para consumo reduzido de recursos: O projeto visa a reduzir a quantidade de materiais consumidos e favorece materiais recicláveis ou renováveis;
- Projeto para prolongar a vida útil do produto: As opções de projeto consideram a durabilidade dos materiais e o uso de componentes que podem ser substituídos com facilidade e upgrades que encorajem o uso por longo prazo, e;
- Projeto para reciclagem: Favorece o uso de materiais que possam ser recuperados - por reciclagem, regeneração ou reutilização - e evita materiais perigosos ou compostos.

(disponível em [http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao\\_limpa.doc](http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc))

Ainda segundo Tinoco e Kraemer (2004), a utilização da técnica do custeio do ciclo de vida permite analisar de forma metódica, sistemática e científica o impacto ambiental associado aos produtos, processos e atividades.

#### **4.3 Reflexões quanto ao impacto ambiental durante o consumo dos pneus.**

Todo pneu em movimento gera atrito com o piso ao qual está mantendo contato. Este atrito produz um desgaste que é percebido na forma de particulados de borracha de pneu.

Essas partículas ficam em suspensão no ar, misturando-se a outros particulados colaborando para o aumento da poluição do ar no entorno de sua utilização.

Por ser um produto massificado e de grande relevância à logística, a fabricação de pneumáticos é bastante organizada e seu desenvolvimento, projeto e produção seguem exigentes códigos e normas internacionais.

Conforme Dall’Stella et al (2006, p. 12 )

Com o objetivo de manter a consistência e uniformidade das medidas de pneus, facilitando a comercialização e a produção, representantes dos maiores fabricantes de pneus criaram a Tire and Rim Association (Associação de Pneus e Aros) nos EUA. A TRA tem estabelecido especificações técnicas que são baseadas em princípios de engenharia e ensaios práticos.

Todo ano é publicado o TRA YEARBOOK o qual contém todas as Normas TRA e informações relacionadas aprovadas pela Associação. Estas normas incluem:

- Características dos pneus
- Relação de carga dos pneus
- Dimensões
- Ensaios
- Largura do Aro
- Desenho e medidas das rodas

Normas no sistema métrico são estabelecidas através de uma associação similar chamada EUROPEAN TIRE AND RIM TECHNICAL ORGANIZATION (ETRTO).

A classificação de desempenho dos pneus no que se refere ao desgaste, tração e resistência à temperatura seguem um padrão internacional definido pelo Departamento de

Transportes dos EUA (DOT) e possui a denominação de UTQGS. (DALL'STELLA et al, 2006)

Conforme o informativo técnico da Empresa Pirelli do Brasil, as designações ditas pelo UTQGS são:

- **DESGASTE:** A classificação de desgaste é comparativa e se baseia na taxa de desgaste do pneu, quando testado em condições controladas, em uma seqüência de testes especificada pelo governo. Por exemplo, um pneu com classificação 150 se desgastaria uma vez e meia, em comparação com um pneu com classificação 100. No entanto, o desempenho relativo dos pneus depende das condições reais de uso, e podem ser significativamente diferente da norma, devido a diferenças em hábitos de condução do veículo, práticas de serviços de manutenção e diferenças nas características das estradas e do clima.
- **TRAÇÃO:** As classificações de tração, dos níveis mais altos para os mais baixos, são AA, A, B e C. Essas classificações representam a capacidade do pneu para parar em um pavimento molhado, de acordo com o que houver sido medido em condições controladas nas superfícies de teste especificadas pelo governo, de asfalto e concreto.

Um pneu com classificação C pode ter um desempenho fraco em tração. Alerta: a classificação de tração atribuída a este pneu é baseada em testes simples de frenagem, e não inclui a aceleração, as curvas, a aquaplanagem ou as características de tração máxima.

- **TEMPERATURA:** As classificações de temperatura são A (a mais alta), B e C, e representam a resistência do pneu à geração de calor e sua capacidade em dissipar o calor. Os testes são feitos em condições controladas, em um laboratório fechado, com uma roda de teste. Uma alta temperatura duradoura pode fazer com que o material do pneu se degenere, reduzindo assim a vida útil do pneu; uma temperatura excessiva pode causar uma falha súbita no pneu. A Classificação C corresponde a um nível de desempenho que todos os carros de passageiros devem alcançar sob o Federal Motor Safety Standard nº 109. As classificações B e A representam os mais altos níveis de desempenho em laboratório, em comparação com o mínimo exigido pela lei. Alerta: a classificação de temperatura para este pneu é estabelecida para um pneu adequadamente cheio, e não sobrecarregado. Velocidade excessiva, enchimento excessivo ou carga acima do recomendado são fatores que, separadamente ou em combinação, podem causar um aumento na temperatura e uma possível falha no pneu. (disponível em [www.pirelli.com.br](http://www.pirelli.com.br))

Quanto ao desgaste, ao tornar-se inservível o pneu de automóvel, que em média pesa 8 quilos, perdeu 40% de seu peso o que para um veículo de passeio equivale a 3,2 kg aproximadamente. Nos veículos de carga onde um pneu pode chegar a 80 kgs, a perda de peso transformada em particulados em suspensão durante uma vida útil de até 300.000 quilômetros, chegaria a 32 kgs.

Estes dados estão em conformidade com as informações do Ministério do Meio Ambiente - MMA.

De acordo com Portaria MMA nº 041/2000, em seu artigo 5º:

Art. 5º - Para efeito de fiscalização e controle do cumprimento do compromisso ambiental, O IBAMA levará em consideração o seguinte:

I - O peso de um pneu novo de automóvel é de 8 (oito) kgs, em média.

II - Quando totalmente utilizado o pneu de automóvel pesa 4,80 Kgs., em média, portanto, sofre um desgaste, pelo uso, de 40% de sua massa total.

III - Será considerado o índice de desgaste, pelo uso, de 40%, para todos os pneumáticos.

Na composição de um pneu, a borracha é o principal material do pneu, representando cerca de 40% do seu peso.

Essa borracha pode ser dividida em dois tipos:

- Natural: Sua principal extração vem de uma derivada da seringueira – hevea brasiliensis. A produção de pneus representa um terço do consumo mundial de borracha, e;
- Sintética: Tipo de elastômeros, polímeros com propriedades físicas parecidas com a borracha natural. É derivada do petróleo ou do gás natural.

Seu consumo para a fabricação de pneus representa 2/3 do total de borracha sintética no mundo. Além da borracha, existe como matéria prima do pneu, o negro de carbono ou negro de fumo, fibras orgânicas - nylon e poliéster, arames de aço, derivados do petróleo e outros produtos químicos.

Essencial na fabricação do pneu, o negro de fumo confere à borracha mais resistência e aumenta seu desempenho.

Através do processo de vulcanização, a borracha é misturada ao negro de fumo num molde aquecido entre 120° a 170°. São adicionados também o enxofre, compostos de zinco e outros aceleradores de processo. (ANDRIETTA, 2003)

O negro de fumo vem sendo substituído pela sílica na construção dos “pneus ecológicos” por ser de difícil reciclabilidade.

Tabela 5 - Composição química média de um pneu – em %

| Elemento / composto | %    |
|---------------------|------|
| Carbono             | 70,0 |
| Hidrogênio          | 7,0  |
| Óxido de Zinco      | 1,2  |
| Enxofre             | 1,3  |
| Ferro               | 15,0 |
| Outros              | 5,5  |

Fonte: Andrietta 2002.

Tabela 6 - Comparação dos materiais contidos em pneus

|                        | <b>Automóvel</b> | <b>Caminhão</b> |
|------------------------|------------------|-----------------|
| <b>Material</b>        | <b>%</b>         | <b>%</b>        |
| Borracha / Elastômeros | 48               | 45              |
| Negro de fumo          | 22               | 22              |
| Aço                    | 15               | 25              |
| Tecido de nylon        | 5                | -               |
| Óxido de Zinco         | 1                | 2               |
| Enxofre                | 1                | 1               |
| Aditivos               | 8                | 5               |

Fonte: Andrietta, 2002.

Conforme a ANIP, 2007 e o DENATRAN, 2006:

- o Brasil produz cerca de 40 milhões de pneus por ano - 26,5 para carros de passeio, 3,7 utilitários leves, 3,8 motos e 6,0 milhões para ônibus e caminhões - 20 milhões são comprados todos os anos para substituir os velhos, 15 milhões são reformados anualmente, e;
- a quantidade de automóveis existente no mundo está próximo a 800 milhões de unidades, e que no Brasil, conforme dados estatísticos de janeiro de 2006 do DENATRAN existem 42.304.171 veículos de transporte dos quais 26.416.664 automóveis e 2.044.974 caminhões e ônibus.

Em decorrência desses números podem-se obter, através de equações matemáticas, conclusões da representatividade do volume de resíduos originado do atrito do pneu com o piso, levando-se em conta as considerações acima descritas.

Para fins de praticidade, calcular-se-á aqui apenas o volume de resíduos dos pneus de veículos novos da categoria automóveis de passeio:

Pneus novos:

Resíduo (t/kmp\*) =

$(N^{\circ} \text{ de veículos novos} \times n^{\circ} \text{ de pneus por veículo}) / \text{durabilidade quilométrica média}) \times P^{**}$

Onde: \* t/kmp significa toneladas por quilometro percorrido, e;

\*\* P significa o peso de banda de rodagem que se desgasta.

Resíduo =  $(26.5 \times 10^6 \times 4 / 85 \times 10^3) \times 3,2$  ; Portanto:

$$\text{Resíduo} = 3,990 \text{ t / kmp}$$

Verifica-se, portanto que todos os pneus novos montados nos automóveis em 2006 geraram cerca de 3.990 quilogramas de resíduos por quilometro percorrido, ou seja, 3.990 quilogramas de particulados em suspensão de borracha de pneu;

Repetindo estas mesmas equações em relação aos automóveis existentes no mundo, conforme dados do DENATRAN, 2006:

Resíduo (t/kmp) = (Nº de automóveis x 4/ durabilidade quilométrica média) x P=

Lembrando que o coeficiente 4 corresponde ao número de pneus de um automóvel de passeio em contato com o piso.

Resíduo =  $((800 \times 10^6 \times 4 / 85 \times 10^3) \times 3,2$ ; Portanto:

$$\text{Resíduo} = 120,470 \text{ t / kmp}$$

Interpretando este resultado infere-se que a cada quilometro percorrido pelos automóveis existentes no mundo são gerados 120.470 quilogramas de resíduo de pneus; (MULHA, TINOCO e CARDOSO, 2006; MULHA, TINOCO, 2007)

Para o Brasil:

Resíduo (t/kmp) = (Nº.de automóveis x 4\* / durabilidade quilométrica média) x P=

Onde: \*O coeficiente 4 correspondem ao número de pneus de um automóvel de passeio em contato com o piso.

Resíduo =  $(26.416.664 \times 4 / 85000) \times 3,2$ ; Portanto:

$$\text{Resíduo} = 3,978 \text{ t / kmp}$$

Este resultado indica que a cada quilometro percorrido pelos automóveis existentes no Brasil são gerados 3.978 Kgs de resíduo de pneus, o que nos remete a um

volume de aproximadamente 50 toneladas/dia, considerando-se uma média de utilização diária de 40 km, dos automóveis do país. (DENATRAN, 2006)

#### **4.3.2 Uma simulação matemática: O desgaste dos pneus na SP 160, Rodovia dos Imigrantes e os reflexos na Serra do Mar**

A Rodovia dos Imigrantes teve sua primeira pista construída na década de 1970. Na época foi considerada uma obra importante pela sua magnitude, arrojo e necessidade, pois seria uma ligação mais rápida e segura entre a cidade de São Paulo e o Litoral.

Apesar de não ser autorizada a descida de veículos pesados, melhorou o transporte de cargas entre o planalto e o porto de Santos, maior porto da América Latina, uma vez que a pista de subida da Rodovia Anchieta teria o tráfego de automóvel reduzido. (CR ALMEIDA – DOCUMENTÁRIO, 2001)

No início do mês de setembro de 1998 iniciou-se a construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes sob a responsabilidade da Concessionária Ecovias, administradora de diversas rodovias da Baixada Santista entre elas o sistema Anchieta – Imigrantes.

A pista descendente da Rodovia dos Imigrantes impressiona não só pelo investimento de 300 milhões de dólares, mas também pelas soluções de engenharia e ambientais uma vez que seria construída encravada na Mata Atlântica, considerada pelos ambientalistas como a 2ª floresta mais ameaçada do mundo.

Tendo sido denominada como o mais importante e complexo projeto de engenharia rodoviário realizado neste início de século na América do Sul, a pista descendente da rodovia dos imigrantes, foi inaugurada em 17 de dezembro de 2002. (CR ALMEIDA – DOCUMENTÁRIO, 2001)

A nova pista conta com aproximadamente 21 quilômetros de extensão no trecho de serra possuindo três túneis e seis viadutos. A escolha das tecnologias construtivas foi fundamental para a preservação do meio-ambiente, mas contribuíram também para otimizar o tempo da obra.

Três tecnologias distintas foram utilizadas sendo elas a dos ‘balanços sucessivos’, a de ‘ponte empurrada’ e a de ‘vigas lançadas’ o que proporcionou a entrega da obra 4 meses antes do previsto. (CR ALMEIDA – DOCUMETÁRIO, 2001)

Quanto à construção dos túneis foi montada uma estação de tratamento de esgoto para tratar a água e equilibrar o PH, de forma que não provocasse assoreamento dos mananciais e riachos da Serra do Mar. Um processo de filtragem de ciclo fechado foi também utilizado para tratar a água das limpezas das betoneiras.

Esses e outros aspectos de gestão ambiental fizeram com que a Rodovia dos Imigrantes fosse a 1ª Rodovia do mundo a ser certificada pela ISO 14000 e ganhassem outros prêmios de reconhecimento a sua forma construtiva de impacto ambiental bastante minimizado por ações planejadas e controladas. (CR ALMEIDA – DOCUMETÁRIO, 2001)

Tachizawa (2004, p. 02) descreve: “Do impacto que um pilar de sustentação causa no solo da Mata Atlântica ao óleo do cárter do veículo que faz a inspeção da rodovia, em cada ação da Ecovias Imigrantes o cuidado com o meio ambiente é rigoroso”.

Com esses atributos o empreendimento tornou-se um marco positivo na questão ambiental, porém quando analisada pelo aspecto da utilização pelo usuário e conseqüentemente o desgaste de pneus de seus veículos, algumas observações quanto a seus efeitos no meio ambiente e em especial à mata Atlântica são pertinentes.

A rodovia possui uma pista moderna, bastante segura e monitorada, tendo inclinação média de 6%. Todo o trecho dos seus 21 quilômetros de serra possui piso praticamente feito em concreto e a exigência do tráfego em velocidade máxima de 80 Km/h na descida e 100 km/h em boa parte dos trechos da pista ascendente que normalmente é liberada para a subida de veículos pesados

Essas características construtivas e exigências legais fazem com que o processo de desgaste dos pneus seja acelerado, diminuindo a sua vida útil e conseqüentemente

umentando o volume de resíduos. Estes particulados de borracha com seus compostos são levados para os mananciais e ribeirões ali existentes, transportados pela chuva que é constante nesta região, justamente por ser um trecho da serra do mar.

Evidentemente não somente os resíduos dos pneumáticos são pela chuva levados, mas também demais outros resíduos como óleo lubrificante, componentes plásticos que se soltam e outros tantos que não cabem aqui serem mensurados por não se tratar do foco principal desta pesquisa. (MULHA, TINOCO e CARDOSO, 2006; MULHA, TINOCO, 2007)

A liberação da pista ascendente aos veículos pesados combinada com a permissão de velocidade máxima de 100 km/h provoca constantes frenagens, pois os veículos pesados são em grande quantidade e por serem pesados são naturalmente lentos na subida.

A incompatibilidade de suas velocidades com a dos veículos leves ou mesmos outros caminhões vazios e ônibus que por ali trafegam em velocidades maiores, provoca tensão entre os motoristas no momento em que se aglomeram e conseqüentemente frenagens bruscas.

Já na pista descendente, mesmo com a sinalização existente determinando a descida da serra com o automóvel engrenado, seus motoristas não o fazem e assim a utilização do freio, principalmente pelos veículos que trafegam mais pesados, também é uma constante.

Desta forma a relação entre os resíduos originados do desgaste dos pneus é maior em função do uso constante dos freios e do piso ao qual o pneu está em contato.

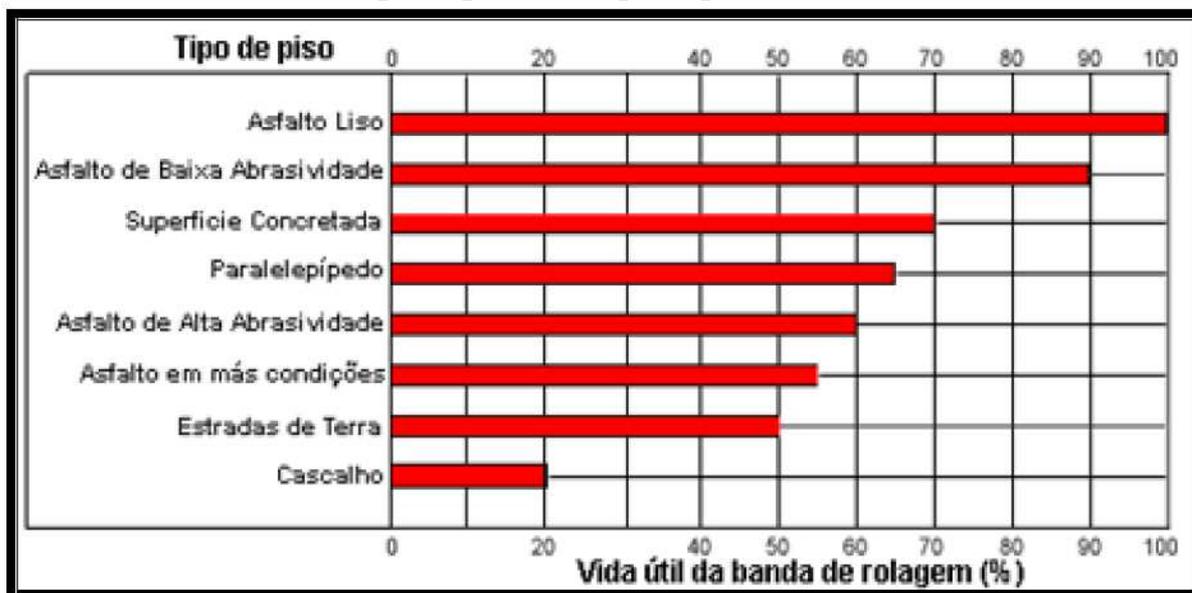
De acordo com o fabricante de pneus e câmaras Pirelli do Brasil S. A., em seu sítio da internet, no link Universidade dos Pneus (2006), são vários os fatores que influenciam o desgaste dos pneus, conforme tabela 7 e 8 e gráficos 8 e 9:

**Tabela 7 - Fatores Externos (Não variáveis, sem controle do motorista)**

| O Piso                                        | Ideal     | Imigrantes                      |
|-----------------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| Tipo de capeamento                            | Asfalto   | Concreto (predominância)        |
| Condições gerais                              | Liso      | Aplainado (pequenas ondulações) |
| Perfil Transversal do piso                    | Plano     | Plano e Inclinado nas curvas    |
| Perfil longitudinal ou altimétrico do trajeto | Reto      | Curva (Trecho de serra)         |
| Condições de vento do trajeto                 | Sem vento | Massas de ar ascendentes        |

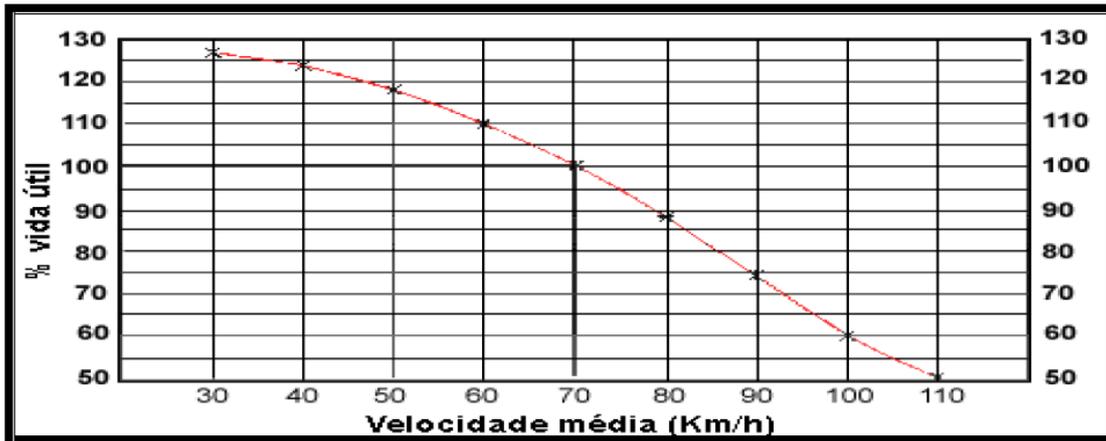
Fonte: Pirelli do Brasil S.A. (adaptação: colunas “ideal” e “Imigrantes”) – (2006)

**Gráfico 7: Durabilidade do pneu quanto ao tipo de piso**



Fonte: Pirelli do Brasil S.A (2006).

**Gráfico 8 - Durabilidade do pneu quanto à velocidade média**



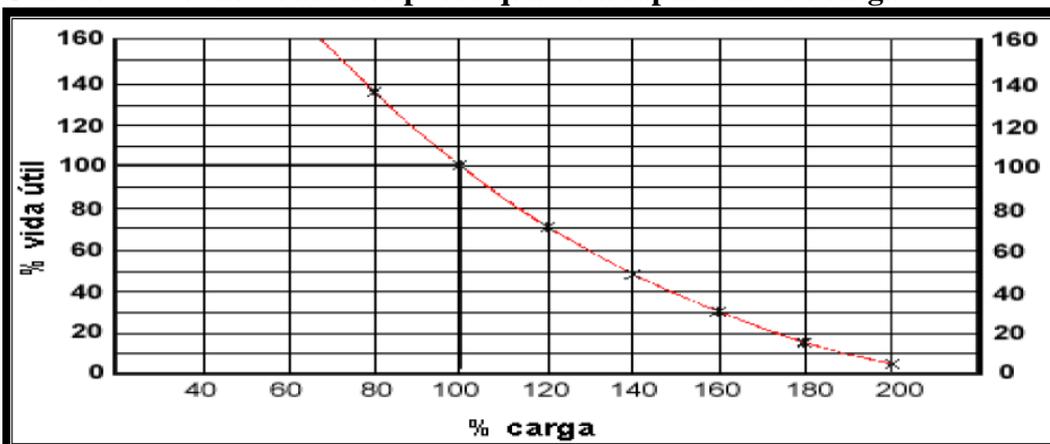
Fonte: Pirelli do Brasil S.A (2006)

**Tabela 8 - Fatores Internos**

| Variáveis, dependem do motorista.      | Ideal                                                     | Imigrantes                                                                            |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Baixa pressão dos pneus                | Calibrado conforme orientação dos fabricantes de veículos | Variável                                                                              |
| Velocidade                             | 70 km/h (média)                                           | 80 km/h e 100 km/h (máxima permitida)                                                 |
| Sobrecarga                             | Não ocorrer                                               | Pode ocorrer                                                                          |
| Tipo de condução (típica do motorista) | Calma e constante                                         | Pode haver variabilidade por ser subjetivo ao condutor                                |
| Manutenção mecânica do veículo         | OK                                                        | Pode haver variabilidade por ser subjetivo ao condutor e ao tempo de uso do automóvel |
| Manutenção dos pneus                   | OK                                                        | Pode ser variável por ser subjetivo aos hábitos e da consciência do condutor          |

Fonte: Pirelli do Brasil S.A. (adaptação: colunas “ideal” e “imigrantes”) – 2006

**Gráfico 9 - Durabilidade dos pneus quanto à capacidade de carga**



Fonte: Pirelli do Brasil S.A.

Pela observação dos itens e dos gráficos percebe-se que são muitas as condições favoráveis ao aumento do desgaste dos pneus e, por conseguinte um volume maior de resíduos gerados.

#### **4.3.3 Exemplificação quantitativa do resíduo gerado**

Exemplifica-se quantitativamente a relevância do observado e por consequência as justificativas desta pesquisa utilizando como referência o noticiado pelo jornal O Estado de São Paulo de 28/12/2007, Caderno Metrópole, "Fim de Ano":

O trânsito é intenso na manhã desta sexta-feira, 28, no Sistema Anchieta - Imigrantes em direção à Baixada Santista (...)

(...) O tempo é bom e a visibilidade normal ao longo das duas estradas. Das 6 horas às 7 horas, passaram pelos pedágios rumo ao litoral 6.712 veículos. O total acumulado desde zero hora de ontem é de 132.039 carros. A Ecovias prevê que entre 480 mil e 650 mil veículos utilizem o sistema durante o feriado do Réveillon.

Utilizou-se o montante de 132.039 veículos, bem como, que todos são automóveis de passeio ou utilitários de quatro pneus, designado pela citação anterior como carros.

Considerou-se, ademais, que o tráfego destes veículos ocorrerá somente na pista descendente e ascendente da Rodovia dos Imigrantes.

Há ainda outras considerações a observar:

- Trajeto percorrido na descida e na subida do trecho de serra, ou seja, 42 quilômetros;
- Por sua predominância especificou-se como sendo de concreto, todo o trajeto analisado;
- Para facilitação do cálculo não serão considerados os desvios relacionados aos diferentes tipos de potência de motor, formas de dirigibilidade dos condutores, o estado de conservação dos veículos e dos pneus assim como as demais variáveis que tendem a criar uma flutuação nos dados.

Expondo-se matematicamente todos os fatores já descritos e as considerações, tem-se:

- Resíduo (T/kmp) = [(Nº. de automóveis x 4) / durabilidade quilométrica] x P =

Onde:

> “P”: peso do particulado de borracha do pneu durante sua utilização. Conforme a Portaria MMA nº 041/2000 um pneu totalmente desgastado perdeu 3.2 kgs de borracha;

> Índice “4” refere-se à quantidade de pneus em contato com o solo;

> T/km p: Tonelada por quilômetro percorrido – refere-se ao total em toneladas de particulados desagregados dos pneus dos veículos de referencia;

> Durabilidade quilométrica média: De acordo com Rodrigues (2004) a durabilidade quilométrica média de um pneu equivale a 85.000 quilômetros;

Portanto:

Resíduo (T/kmp) = [(Nº. de automóveis x 4) / durabilidade quilométrica] x P =

Resíduo = [(132.039 x 4)] / 85 x 10<sup>3</sup>] x 3,2

Resíduo = 0, 01988 t / km p ou 19,88 kg / km p

• Resíduos totais = 0, 01988 t / kmp x 42 km, portanto

Resíduos totais = 0, 835 t ou 835 kg de resíduos totais de borracha particulada em um trecho de 42 quilômetros de pista de serra, durante aproximadamente 20 horas de utilização da rodovia.

Ajustando o resultado em função do tipo de piso de concreto, velocidade média de 90 km/h e carga de 80% da capacidade limite do pneu.

Para o referencial “velocidade média” foram consideradas as velocidades máximas permitidas, ou seja, 80 km/h na pista descendente e 100 km/h na pista ascendente:

• Resíduos totais (I) = 0, 835 (t/kmp) + 30% (índice do piso de concreto) + 20 % (índice de velocidade média) – 20% (índice de carga de 80% da capacidade do pneu)

• Resíduos totais (I) = 0, 835+ (0, 835 x 0.3) + (0, 835 x 0,2) - (0, 835 x 0,2), portanto

- Resíduos totais (I) = 1085,5 kg para 132.039 automóveis em um trecho de 42 quilômetros de rodovia de serra durante o período referencial de observação, ou seja, em aproximadamente 20 horas de utilização da rodovia.

**Tabela 9 - Quantidade de principais compostos de resíduos de pneu gerados por 132.039 automóveis em um trecho de 42 quilômetros de rodovia de serra, em 20 h de observação.**

| Elemento / composto     | %    | Em 3,2 kg de resíduo de banda de rolagem | Resíduos totais (I) Em kg |
|-------------------------|------|------------------------------------------|---------------------------|
| Carbono (negro de fumo) | 83,0 | 2, 656                                   | 900, 965                  |
| Hidrogênio              | 7,0  | 0,224 (nos compósitos)                   | 75,985 (nos compósitos)   |
| Óxido de Zinco          | 1,2  | 0, 0384                                  | 13, 026                   |
| Enxofre                 | 1,3  | 0, 0416                                  | 14, 112                   |
| Oxigênio                | 2,5  | 0, 08                                    | 27, 1375                  |
| Cinzas                  | 5,0  | 0,16                                     | 54, 275                   |

Fonte: Lund 1993 (adaptado pelo autor)

#### 4.3.4 Calculando os indicadores ambientais de resíduos:

É preciso salientar que os resíduos estão sob a forma de materiais particulados que por sua vez espalham-se pela atmosfera do ambiente da rodovia e do seu entorno podendo também agregar-se a outros particulados. Ao chover são levados aos mananciais e ribeirões ou depositam-se na flora (caules, folhas, flores e frutos) e no solo da Serra do Mar, ao se alimentarem e beberem da água a saúde da fauna do ambiente também é comprometida.

Conforme a CETESB (2006, disponível em:

[http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_saude.asp#mp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_saude.asp#mp))

#### Material Particulado

É um conjunto de poluentes constituído de poeiras, fumaças e todo o tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. Resultado da queima incompleta de combustíveis e de seus aditivos, de processos industriais e do desgaste de pneus e freio. Em geral é proveniente da fumaça emitida pelos veículos movidos a óleo diesel; da fumaça expelida pelas chaminés das indústrias ou pelas queimadas; da poeira depositada nas ruas e dos resíduos de processos industriais que utilizam material granulado; de obras viárias ou que movimentam terra, areia, etc. Serve de meio de transporte para outras substâncias, como hidrocarbonetos e metais, que se agregam às partículas. Entre as partículas inaláveis, as mais grossas ficam retidas na parte superior

do sistema respiratório, enquanto as mais finas, devido ao seu tamanho diminuto, podem atingir os alvéolos pulmonares, que se constituem na região mais profunda do sistema respiratório. Entre os sintomas relacionados com a inalação do MP estão as alergias, asma e bronquite crônica. Causa irritação nos olhos e garganta, reduzindo a resistência às infecções.

Esta pesquisa poderia adentrar a uma avaliação quanto ao efeito do carbono ou de forma aprofundada nos residuais de enxofre que em contato com a umidade e exposição ao calor o composto transforma-se em ácido sulfúrico, porém limitar-se-á a uma análise dos indicadores de resíduos sólidos.

**Tabela 10: Indicadores ambientais de resíduos**

| <b>Indicador</b>                             | <b>Significado</b>                                                                                    | <b>Determinação</b>                                                                                                                                                                            | <b>Total</b>           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Quantidade total de resíduos                 | Absoluto em t<br>(Para 132.039 autos em 42 km)                                                        | 1,0855 t                                                                                                                                                                                       | 1.085,5 kg             |
| Quantidade específica de resíduo             | <u>Tipo de resíduo em t</u><br>Produção (pneus de automóveis)                                         | <u>1,0855</u><br>528.156                                                                                                                                                                       | 0,002055263<br>kg/pneu |
| Resíduo para a reciclagem                    | Resíduos reciclados absolutos t                                                                       | 0,0 t                                                                                                                                                                                          | 0,0 t                  |
| Taxa de reciclagem                           | <u>resíduos reciclado em t</u><br>Quantidade de resíduos em t                                         | 0,0 %                                                                                                                                                                                          | 0,0 t                  |
| Taxa de eliminação                           | <u>resíduos não reciclado em t</u><br>Quantidade de resíduos em t                                     | 1,0855 / 1,0855                                                                                                                                                                                | 100 %                  |
| Resíduos que requerem supervisão especial    | Resíduos perigosos absolutos em t                                                                     | 0,014112 t                                                                                                                                                                                     | Enxofre<br>14,112 kg   |
| Taxa de resíduos perigosos                   | <u>resíduos perigosos em t</u><br>Quantidade de resíduos em t                                         | 0,014112 / 1,855                                                                                                                                                                               | 1,3 %                  |
| Custos ( ambientais) de resíduos             | Absoluto em Valores                                                                                   | Não Contabilizados                                                                                                                                                                             | ?                      |
| Custos ( ambientais) específicos de resíduos | <u>Custos (ambientais) de resíduos</u><br>Custos totais de prestação de serviço para 132.039 usuários | Os únicos custos percebidos são os valores pagos pelos 132.039 usuários sob a forma do pedágio obrigatório que, em valores da época do noticiado pelo jornal o Estadão, foi de R\$1.954.177,20 | ?                      |

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Tinoco e Kraemer (2004).

A tabela 10 denota a emergente e necessária ação para a minimização dos impactos ambientais causados no entorno das rodovias e nas vias públicas pelo desgaste dos pneus em sua fase de utilização e consumo.

Esse mesmo impacto só é percebido quando observado o pneu na sua forma massificada, ou seja, um único pneu gera por quilometro rodado um valor insignificante em termos mensuráveis.

O valor pago pelo usuário de uma rodovia pedagiada não reflete as questões relacionadas com os custos ambientais financeiros atuais e em longo prazo para minimização dos impactos e restauração do ambiente natural.

Assim sendo, nem o governo, nem a concessionária responsável pela administração da rodovia, bem como o usuário proprietário de veículo, assim como os seus fabricantes, cujos resíduos de pneus, entre outros são gerados, se adequam ao conceito de “poluidor - pagador”.

Conforme trecho da Carta de Caxias do Sul referente ao II Fórum Nacional de Usuários de Rodovias Pedagiadas, 2007:

#### **Modelo Criticado:**

A concessão de serviço público precedida da execução de obra pública que compreenda serviços de recuperação, manutenção, monitoração, ampliação, melhorias e conservação de lotes rodoviários, como já se tem casos de contratos celebrados, não deve prosseguir. É imperiosa uma urgente reavaliação de tais programas de concessão, em que o usuário é o seu único financiador pelo pagamento de tarifa. Este modelo, em experiência, atenta contra o princípio da tarifa módica. A carga de impostos arrecadada dos usuários embutida nas tarifas do pedágio: Imposto de Serviço de Qualquer Natureza (ISS 5%) e outros, com as abusivas Taxas de Fiscalização aos Poderes Concedentes (DNIT e DERs) e às Agências de Regulação (ANTT, AGERGS) devidas pela concessionária mais o item “pessoal e encargos sociais” tem se mostrado insustentável sob o ponto de vista econômico, não só para o setor rodoviário como à sociedade como um todo, porque interfere decisivamente na cadeia produtiva. Pesquisa recente da CNT aponta para a crescente proporção do valor do pedágio no cotejo com o preço do óleo Diesel.

Como explicitado, todas as conseqüências dos resíduos gerados acabam sendo refletidas nas comunidades do entorno em seu ambiente natural sendo que seus custos, tanto ambientais como sociais – relacionados à qualidade de vida e saúde - não são contabilizados.

A importância da reciclagem e da atividade de reciclagem dos pneus reflete-se diretamente na motivação do ser humano em desenvolver esse e outros produtos de maneira a adequar-se ao meio ambiente.

Esse ajuste ambiental ao produto significa também repensá-lo em sua fase de consumo além de tornar menos impactante sua produção e melhorar a sua reciclabilidade transformando-o em um produto que mesmo massificado possui atributos a eco eficiência.

#### **4.4 Contabilidade ambiental: um caminho a seguir para o fortalecimento da atividade de reciclagem de pneus.**

O registro das atividades das empresas é uma regra primária a ser observada pela comunidade. A exatidão dos fatos contábeis à luz da honestidade e dos preceitos normalmente aceitos pela contabilidade caracteriza a seriedade com que os seus representantes dirigem seus negócios.

Lima e Garcia (2005, p. 73) explicitam ao tema do significado da contabilidade e os desafios a enfrentar no que se refere à contabilidade social e ambiental:

Diante da necessidade de compatibilizar o crescimento econômico com a preservação ambiental, a Contabilidade, utilizando-se da prerrogativa de ser uma ciência social destinada ao atendimento das necessidades manifestadas pela sociedade, desdobrou-se no ramo da Contabilidade Ambiental, para tentar suprir as necessidades informacionais de seus usuários, através de relatórios contábeis que possam ajudá-los a tomar decisões.

Com isso, a doutrina e a prática contábil assumiram papel fundamental para com as organizações e a sociedade. Além de apresentar informações sobre a realidade econômico financeira das organizações, a Contabilidade deve reportar dados sobre a exploração dos recursos naturais, por meio da mensuração dos impactos ambientais e seus reflexos na continuidade do empreendimento.

Porém, para a consecução desses objetivos, vários são os desafios a serem superado, um deles é o de levar ao conhecimento dos dirigentes empresariais o potencial informativo da Contabilidade, que poderá contribuir na diminuição dos impactos ambientais. Outro desafio diz respeito a o que contabilizar e como contabilizar, face aos problemas relacionados ao meio ambiente.

A contabilidade ambiental é uma forma de registro das atividades empresariais bastante recentes, um adendo importante aos registros dos custos e versa sobre a

responsabilidade das mesmas quanto aos fatos ambientais de seus produtos, desde a fase de produção estendendo-se ao consumo e refletindo após a vida útil. É, portanto uma ação ainda em desenvolvimento tendo sido percebida a sua importância e envolvimento dos profissionais da área em poucas empresas.

Conforme Eugénio, (2007, p. 44):

(...) a informação ambiental não existe, não é incluída nas demonstrações financeiras e o seu POC (Plano Oficial de Contas) não está preparado para o registro contabilístico da informação financeira ambiental. Na tentativa de colmatar esta lacuna, (...) com o objectivo de serem introduzidas informações ambientais no seu processo contabilístico e na divulgação no futuro relatório e contas ou em modelo separado. (...)tem implementado um sistema de contabilidade geral que lhe permite obter as peças contabilísticas obrigatórias e cumprir com as exigências legais em vigor. No curto prazo pensa implementar um sistema de Contabilidade Analítica que lhe permita apurar com exactidão o custo dos produtos. Dado que a gerência partilha da ideia que a contabilidade é o principal sistema de informação de uma organização e está motivada para introduzir as informações ambientais no seu sistema contabilístico poderia implementar a contabilidade analítica e ambiental em simultâneo, conseguindo assim, sinergias. No entanto, a empresa está consciente que sendo este assunto novo e complexo, acarreta, numa primeira fase, dificuldades aos contabilistas da empresa, que não estão familiarizados com estas questões.

Historicamente, a contabilidade ambiental iniciou-se nas décadas de 60 desenvolvendo-se a partir da década de 70. Durante a década de 80 obteve um maior impulso principalmente em razão dos problemas ambientais causados por grandes organizações (Bophal – Union Carbide - 1984; Chernobyl – 1986; Exxon Valdez – 1988, Herald of Free Enterprise - 1987), tendo atingido sua plenitude a partir da década de 90.

Deflagrou-se de forma aleatória pelo mundo tendo como característica a pressão do mercado e dos stakeholders, agentes de significativa importância para o mundo financeiro, contudo apesar de ser um aspecto crescente das organizações, apenas algumas empresas no mundo perceberam-se de sua relevância para a transparência de suas atividades quanto ao relacionamento com o meio ambiente e com a comunidade. (TINOCO e KRAEMER, 2004; EUGÉNIO, 2007).

Na perspectiva de Silva e Amaral (2008), a maior abrangência da prática de contabilizarem-se os atributos ambientais pelas empresas ocorrerá com a integração do conhecimento econômico com o ecológico, quantificando e interpretando os custos resultantes das operações de seus negócios no que se refere aos detritos e rejeitos.

Ainda segundo os autores “Atualmente, mais de 30.000 empresas no mundo estão utilizando sistemas voltados para a gestão ambiental, sendo que este número tende a aumentar rapidamente, devido à busca por um melhor desempenho nessa área”.

A integração sugerida pelos autores repercute concernente ao fato das limitações existentes na contabilidade tradicional em mensurar fatos e atos resultantes de impactos ambientais das atividades das organizações.

Somente com a incorporação das variáveis ambientais é que serão visíveis as decisões ambientais adotadas pelas empresas (EUGÊNIO, 2007).

Segundo Tinoco e Robles (2006, p. 1078):

A evolução das entidades ao longo do tempo evidenciou uma preocupação centrada na eficácia e eficiência dos sistemas produtivos. Mais recentemente, essa visão revelou-se insatisfatória, ficando evidente que o contexto de atuação das empresas a cada dia torna-se mais complexo e o processo decisório sofre restrições cada vez mais severas. Um dos componentes importantes dessa reviravolta nos modos de pensar e agir foi o crescimento da consciência ecológica, na sociedade, nos governos e nas próprias empresas.

Recentemente, a sociedade passou a demandar das empresas informações sobre a questão ambiental. Assim, a contabilidade, além do registro de transações econômicas, passa a apresentar eventos ambientais, assumindo o papel de divulgação das ações de gestão ambiental, tendo em vista prevenir e corrigir danos, bem como salvaguardar os patrimônios empresarial e nacional.

Essa imposição independe da entidade ser ou não ambientalmente íntegra.

A relevância da Contabilidade Ambiental formou-se a partir de documentos desenvolvidos por entidades internacionais os quais dispunham instruções a serem seguidas para a maior visibilidade da empresa perante os shareholders (acionistas) e para stakeholders (parceiros ou atores sociais relevantes). Configura-se, portanto, por padrões de verificação do

desempenho quanto às questões ambientais, percebidas e auditadas nas demonstrações contábeis das empresas.

> Histórico documental com relevância à contabilidade Ambiental:

- 1991 – Formado Grupo de Trabalho sobre Contabilidade Ambiental Empresarial - UNCTAD/ISAR (United Nations Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting – ISAR/United Nations Conference on Trade and Development -UNCTAD)
- Fevereiro/1998-Publicado o documento “Relatório Financeiro e Contábil sobre Passivo e Custos Ambientais” (“Accounting and Financial Reporting for Environmental Costs and Liabilities”)
- Novembro/1998-“Seminário de Contabilidade Ambiental e Demonstração de Resultados”, patrocinado pelo BNDES, UNCTAD, UNEP, BIRD no Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Referências e Guidelines:

- International Accounting and Reporting Issues/1995 Review -Environmental Accounting, UNCTAD, New York, Geneva, 1996
- Environmental Financial Accounting/UNCTAD -ISAR Report, New York, Nov. 1997
- Environment under the spot light-Current practices and future trends in environment -related performance measurement for business/The Association of Chartered Certified Accountants, London, 1998
- Guidance Manual Accounting and Financial Reportingfor Environmental Cost and Liabilities/UNCTAD, New York, 1998

Fonte: Deloitte Touche Tohmatsu, 2008

Ainda conforme Tinoco e Robles, (2006, p. 1079):

A contabilidade, entendida como meio de fornecer informações (...), deve também atender aos interessados na atuação com relação ao meio ambiente por parte das empresas, clarificadas em sistemas de gestão ambiental, explicitando suas respostas à sociedade no que tange à responsabilidade social e à questão ambiental, subsidiando o processo de tomada de decisão.

O subsídio nas decisões sugerido pelos autores corrobora entre outras ações, com as decisões das organizações em redirecionar seus produtos e serviços para os aspectos da reciclabilidade e contiguamente para a efetivação da reciclagem.

As ações deliberadas, fruto das decisões estratégicas organizacionais e compatibilizadas com as questões ambientais acrescentam substancial legitimidade às teorias de sustentabilidade. Conforme o relatório Brundtland, em seu “Conceito-chave 2 - A noção das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõe ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras (...)”.

Esses fatos demonstram uma transformação na consciência empresarial e governamental, incluindo-se os aspectos econômicos e suas relações com o desenvolvimento, anteriormente percebida e explicitada por Tinoco e Robles (2006), a exemplo de Rattner (2003, Revista Eletrônica REA, nº 27):

Espanta o grau de mistificação usada pelos formuladores da política econômica ao induzir a população a acreditar na solução de seus problemas a partir de um indicador estatístico freqüentemente manipulado. A doutrina convencional afirma que o crescimento da taxa do PIB (Produto Interno Bruto) seria o único caminho para o progresso e o bem estar. A realidade contradiz o discurso otimista do governo, dos empresários e da academia. O PIB reflete somente uma parcela da realidade, distorcida pelos economistas, ou seja, a parte envolvida em transações monetárias. **Funções econômicas desenvolvidas nos lares e atividades de voluntários acabam sendo ignoradas e excluídas da contabilidade nacional. Em conseqüência, a taxa do PIB oculta não somente a crise da estrutura social, mas também a destruição do habitat natural – base da economia e da própria vida humana.**

Paradoxalmente, efeitos desastrosos são contabilizados como ganhos econômicos. (...)

Algo semelhante ocorre com o ecossistema natural. Quanto mais degradados são os recursos naturais, maior o crescimento do PIB, **contrariando princípios básicos da contabilidade, ao considerar o produto da depredação como renda corrente.** O caso da poluição ilustra melhor essa contradição, aparecendo duas vezes como ganho: primeiro, quando produzida pelas siderúrgicas, petroquímicas ou mineradoras e,

novamente, quando se gastam verdadeiras fortunas para limpar os dejetos tóxicos dessas indústrias despejadas no ar ou nos rios. Outros custos da degradação ambiental, tais como gastos com médicos e medicamentos são contabilizados como crescimento do PIB. Essa contabilidade ignora a distribuição da renda, ao apresentar os ganhos auferidos no topo da pirâmide social como ganhos coletivos. Tempo de lazer e o convívio com a família são considerados sem valor monetário. O excesso de consumo de alimentos e seu tratamento com dietas ou cirurgias plásticas são outros exemplos da contabilidade no mínimo bizarra, sem falar dos bilhões gastos com tranqüilizantes e tratamentos psicológicos.

Demonstra-se, portanto que a relevância obtida pela Contabilidade Ambiental agrega valor à atividade de reciclagem e em especial à reciclabilidade do pneu tratando-se o mesmo de um produto massificado e com importância singular para o desenvolvimento.

A sua transformação em um produto com menor impacto na natureza e com produção e descarte através de regras ecológicas concretas, ampliará paralelamente as alternativas de transformação da eficiência ecológica dos transportes culminando com o desenvolvimento responsável e sustentado.

Nas palavras do prêmio Nobel de economia, Amartya Sen *apud* Rattner (2003 Revista Eletrônica REA, nº 27), “O desenvolvimento com liberdade leva à coletividade, os bens materiais são, portanto o meio para o desenvolvimento e não o fim.”

Exemplifica-se a atividade de reciclagem, aonde a geração de renda e emprego vem ocorrendo por ações conjuntas e combinadas entre os diversos atores do desenvolvimento, ou seja, os fabricantes, as empresas que comercializam e o cliente consumidor, conforme o autor:

Não existe consenso entre os cientistas sociais sobre o significado do termo “desenvolvimento”, freqüentemente confundido com crescimento econômico. Amartya Sen, prêmio Nobel de economia, define o desenvolvimento como o processo de ampliação da capacidade de os indivíduos terem opções, fazerem escolhas. Relativizando os fatores materiais e os indicadores econômicos, Sen insiste na ampliação do horizonte social e cultural da vida das pessoas. A base material do processo de desenvolvimento é fundamental, mas deve ser considerada como um meio e não como um fim em si. O crescimento econômico não pode ser associado automaticamente ao desenvolvimento social e cultural. O desafio de nossa sociedade é formular políticas que permitam, além do crescimento da economia, a distribuição mais eqüitativa da renda e o pleno funcionamento da democracia.

(disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/027/27rattner.htm>)

## **5 Considerações finais**

O objetivo proposto desta pesquisa é a análise e a avaliação da contribuição da atividade de reciclagem e os aspectos da reciclabilidade dos pneus, bem como a conscientização do seu consumo observando a relação entre o meio ambiente e a poluição (particulados e compósitos de borracha) gerada durante a sua vida útil.

A pesquisa encontrou apoio de outros profissionais e pesquisadores da área e de atividades afins, assim como de empresas públicas e privadas, instituições acadêmicas, de fomento à pesquisa científica e de diversas ONGs. No entanto ela não pode eximir-se por si só como instrumento único e expressivo para esse fim sendo eminentes maiores contribuições científicas, frente às emergentes necessidades de uma orientação ao descarte final dos produtos e em especial o produto pneu. Estudos com diferentes direcionamentos e observações referenciados à reciclagem, reutilização e reaproveitamento dos pneus e suas partes carecem de uma continuidade paralela ao desenvolvimento de novos processos e produtos, concomitante ao desenvolvimento natural do mercado. Uma das limitações impostas à pesquisa e talvez a mais relevante situa-se no pouco material literário e de pesquisa existentes quando observado o produto pneu em seu potencial energético e nas alternativas coerentes, ecológica, sociais e econômicas para seu descarte definitivo, reutilizando suas partes e compósitos em colaboração às opções das matrizes energéticas do carvão e do petróleo, por exemplo.

Partindo-se dos objetivos presumidos e desenvolvidos até esta fase da pesquisa, considerações e conclusões foram desenvolvidas e dentre elas o fato de que a sustentabilidade dos sistemas independe da vontade humana, mas é consequência de seu desejo e da sua capacidade de perceber a responsabilidade ética e social de suas atividades frente ao meio ambiente e à manutenção da vida.

A análise criteriosa das atividades, sua inserção, a valoração e a mensuração dos recursos e dos custos dos impactos ambientais devem ser percebidas e corrigidas para que não seja um contra ponto à contextualização do desenvolvimento sustentável. Que as atividades ocorram distante do imediatismo de sistemas de produção e consumo que desestimulem as ações benéficas e de amenização dos impactos, dentre elas as atividades de reciclagem. Caracteristicamente, todo o processo de reciclagem dos pneus, após a Resolução CONAMA 258/99, vem surgindo com a própria valoração do pneu inservível.

Acompanhando a necessária consciência ambiental que se desenvolve conjuntamente entre os diversos atores envolvidos na produção da matéria prima, sintética ou natural, nos fabricantes dos pneus que pressionados pela comunidade (*stockholders e shareholders*) desenvolvem inovações em seus processos e por fim o comerciante. Todos passam a ter, conjuntamente com o consumidor, a responsabilidade ambiental de resguardar a destinação final adequada do pneu após a sua vida útil.

Os bens que há muito tempo foram desenvolvidos e que ainda fazem parte de nosso dia a dia, trazem consigo alguns detalhes de um processo produtivo não compatível com a emergente necessidade de mudança ideológica de concepção e utilização dos produtos. Evidentemente não há de se frear o desenvolvimento, mas torná-lo coerente e harmônico com os recursos naturais ainda existentes. Tinoco (2001) ao focalizar o Postulado da Continuidade especificou que esse traz em seu bojo o pressuposto de que as entidades são consideradas como empreendimentos em andamento, que têm vida indefinida. Segundo a ótica deste postulado, as organizações que se formam para o desenvolvimento da atividade de reciclagem têm por objetivo adicionar valor e gerar, por conseguinte, novos produtos e serviços, que visam satisfazer as necessidades de seus clientes, permitindo em decorrência a continuidade da entidade. Todavia, há de agregarem-se com a sustentabilidade, através de ações coerentes com o ambiente natural e a extração de recursos da natureza, tais como água, minérios, fibras

naturais (madeira) e energia (petróleo, gás, carvão e eletricidade). Sendo assim a sustentabilidade do desenvolvimento balizará as ações das empresas fabricantes de pneus para a concepção de produtos e serviços com resultados satisfatórios ao meio ambiente. A sua integração com os padrões de consumo através da identificação, valoração e custeio de seu ciclo de vida útil favorecerão a geração de empresas, empregos e renda através da atividade de reciclagem. Permitirá a continuidade das entidades com reflexos de bem estar à sociedade e na manutenção do equilíbrio do meio ambiente e seu uso racional.

Esta pesquisa buscou contribuir também para a sustentabilidade do desenvolvimento humano chamando a atenção quanto a relação homem – meio ambiente evidenciando o produto pneu, explicitando seu custo socioambiental, numa fase de seu ciclo de vida: o consumo.

Caracterizou a importância do uso da contabilidade ambiental, que se apresenta como uma necessária ferramenta de mensuração e legítimo instrumento de divulgação para a sociedade.

Seus reflexos já são percebidos através dos projetos de responsabilidade social de muitas empresas e no desenvolvimento de empresas de reciclagem que, conjuntamente com o ator governamental (legislação) promove a valoração da borracha e da reciclagem e reutilização do pneu visualizando o potencial empreendedor atribuindo ao “catador” e coletador a função organizacional coletiva e cooperada.

A nova ordenação social promovida pela atividade de reciclagem e reutilização dos pneus aponta para o crescimento sustentável através da discussão e atitudes em prol de ações para a coletividade. O crescimento sustentável faz-se através das opções dos diversos atores da sociedade em poder interagir e integrar-se com o meio ambiente natural e social mantendo a biocapacidade de seu entorno e assim criando novas opções para que se mantenha o resguardo das futuras gerações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados, *Documento de Trabalho*, São Paulo, 2006.

ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. *NBR 10.004/97*. São Paulo: ABNT, 1997.

ABRALATA \_ Associação dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade, *Documento de Trabalho*, São Paulo, 2006.

ACTA SCIENTIARUM. HUMAN AND SOCIAL SCIENCES MARINGÁ, v. 26, no. 1, p. 135-144, 2004

ADEDE Y CASTRO, J. M.. *Resíduos perigosos no direito ambiental internacional – sua internalização nos países do MERCOSUL*, p. 16 e 94.

ALCOA, *DOCUMENTO DE TRABALHO*, Rio de Janeiro, 2007.

ALMEIDA, F.. *Consumo sustentável – O Papel das Empresas. Relatório do Workshop Consumo Sustentável no Brasil*. Brasília: Universidade de Brasília, 2002.

ALMEIDA, F.. *O bom negócio da sustentabilidade*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2002.

AMS - Associação Mineira de Silvicultura, Relatório Interno, Belo Horizonte, 2008.

ANDRADE, Rui Otavio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; DE CARVALHO, Ana Barreiros. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2000.

ANDRIETTA, A.. J. *Pneus e Meio Ambiente: Um Grande Problema Requer uma Grande Solução, 2002* em: <http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com>. Acesso em: 26/07/2007

ANDRIETTA, Antonio. J. *Pneus e Meio Ambiente: Um Grande Problema Requer uma Grande Solução*, 2003. Disponível em: <http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com>. Acesso em: 26/09/2007

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, *Relatório Técnico*, São Paulo, 2007.

ANTONIUS, P. A. J. *A Exploração dos Recursos Naturais Face à Sustentabilidade e Gestão Ambiental: Uma Reflexão Teórico-conceitual*. Belém: NAEA, 1999.

BARBIERI, J. C. *Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21*. Petrópolis: Vozes, 1997.

BARBIERI, J. C. *Gestão Ambiental Empresarial*. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.

BERTOLLO, S. A. et all. Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. Revista de Limpeza Pública. ed. 54. pp. 23-30, 2000.

BLUMENTHAL, M.H. *The Mc Graw-Hill Recycling Handbook*. Hebert F. Lund Pub. New York: McGraw-Hill, 1993.

BRAGA, B. et all. *Introdução à Engenharia Ambiental*, São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2006.

BRASIL – Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução N° 258, de 26 de Agosto de 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado entre agosto de 2006 e setembro de 2008.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA n° 237, de 22 de dezembro de 1997 - In: Resoluções, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado entre agosto de 2006 e setembro de 2008.

BRASIL, Constituição, 1998. Constituição da República Federativa do Brasil: Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1998, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais n° 1/92 a 31/2000 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão n° 1 a 64/94 - Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 407 p. CDDIR 341.2481. ISBN - 85-7018-204-X. 2001.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA n° 258/99, de 26 de agosto de 1999 - In: Resoluções, 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado entre agosto de 2006 e setembro de 2008.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA. Instrução Normativa n° 8, de 15 de maio de 2002, DOU n° 95, seção 1, de 20 de maio de 2002, Brasília/DF. In: Base de Dados de Informações Documentárias, 2002. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br>> Acessado entre agosto de 2006 e setembro de 2008.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA n° 301, de 21 de março de 2002 - In: Resoluções 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acessado entre agosto de 2006 e setembro de 2008.

CALDERONI, S.. *Os Bilhões Perdidos no Lixo*, São Paulo, Humanitas, EDUSP, 2002.

CAMPOS, Vicente Falconi. **CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL (No Estilo Japonês)**. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992, Rio de Janeiro: Bloch Editores.

CAMPUS, J. O. *Manejo de Resíduos*. Rio Claro, Editora da UNESP, 2002.

CARVALHO, J. Eduardo. **O Balanço Social da Empresa- uma abordagem sistêmica** -. Lisboa: Editorial Minerva, 1990

CARVALHO, Luiz Nelson Guedes de. *Contabilidade & Ecologia: Uma exigência que se impõem*, Revista Brasileira de Contabilidade, Rio de Janeiro, 20 (75), abr/jun 1991.

CHIZOTTI, A. *Pesquisa em ciências humanas e sociais*. São Paulo: Cortez, 1995, p.104.

CHRISTOPHE, Bernard . *L'expert-comptabilité face à la comptabilité environnementale*, Revue Française de Comptabilité, Paris, No 235, juin 1992

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Disponível em: <[http:// www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso em outubro 2007.

CIMINO, Marly Alvarez; ZANTA, Viviana Maria. *Gerenciamento de Pneumático Inservível (Gpi): Análise Crítica de Ações Institucionais E Tecnologias Para Minimização*. Engenharia Sanitária e Ambiental **Vol.10** - Nº 4 . Rio de Janeiro- out/dez 2005, 299-306.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso Futuro Comum*. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1988.

Constituição da República Federativa do Brasil. Editora Saraiva, São Paulo, 2005.

CORSON, W.H. *Manual global de ecologia*. Augustos. São Paulo, 1993. CORSON, W.H. (ED.) Manual global de ecologia: Augustos. São Paulo, 1993. 413 p.

COSTA E SILVA, F. E. *Sistema de Gestão Ambiental e Empresarial na destinação de resíduos sólidos não convencionais: O caso do Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí - SP*. Dissertação de Mestrado – Unisantos \_ Universidade Católica de Santos – Programa de Mestrado em Gestão de Negócios, Santos, 2006.

COSTA, H. M. et al. - *Aspectos históricos da vulcanização*, Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº 2, p. 125-129, 2003, - *Recebido: 06/09/02, Aprovado: 12/02/03*

CUNHA, I. *O jogo da sustentabilidade*. In: Encontro Nacional de Gestão Ambiental e Meio Ambiente – EMGEMA, 7, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2003. p. 1-20. Meio digital.

CUNHA, Icaro da. Empresa, recursos comuns e estratégias de sustentabilidade: Operações da Petrobrás na Mata Atlântica em São Paulo. In: Organização e Gestão de Negócios, De Sordi, José Osvaldo; CUNHA, Icaro da (organizadores). Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2006.

CRUZ, C.; RIBEIRO, U. *Metodologia Científica: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Brasil editora, 2003.

DALL' STELLA, et all. *Lógica do código de pneus*. Fundação De Estudos Sociais Do Paraná – Fesp, Instituto De Ciências Sociais Do Paraná – Icspp. Curitiba, 2006

D'ALMEIDA, M.L.O & SENA, L.B.R. *Reciclagem de Outras Matérias. Manual de Gerenciamento Integrado*, IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas / CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2ª ed. São Paulo/SP, Publicação IPT 2.622-ISBN 85-09-00113-8. 2000.

DEMAJORAVIC, J. *Da Política Tradicional de Tratamento do Lixo à Política de Gestão de Resíduos Sólidos – As novas Prioridades*. In revista de Administração de Empresas. São Paulo: v.35, n3, p. 88-93, maio/jun. 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTE – DENATRAN. Planilhas Estatísticas de Frota por Município. Ministério dos Transportes. Brasília: Disponível em: <<http://www.mt.org/estatística.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2006. Acesso em 10 de jul. 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTE – DENATRAN. *Planilhas Estatísticas de Frota por Unidade da Federação. Ministério dos Transportes. Brasília*. Disponível em: <<http://www.mt.org/estatística.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2006

DIAS, J. A.; FILHO, A. M. DE M. *Os Resíduos Sólidos E A Responsabilidade Ambiental Pós-Consumo* - agosto/2006 - Grupo de Trabalho sobre Poluição por Resíduos Sólidos e Esgotos da 4.<sup>a</sup> Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal. E-BOOK - [www.prsp.mpf.gov.br/marilia](http://www.prsp.mpf.gov.br/marilia)

DIERKES, W – *Borracha Reciclada: Uma matéria prima de valor*. Vredestein Rubber Resources, Maastricht, Holanda, in Borracha Natural 2006.

DINIZ. M. H.. *Dicionário Jurídico*, Saraiva, São Paulo, 1998.

DONAIRE, D. *Gestão Ambiental na Empresa*. São Paulo: Editora Atlas, 1999. Editora Intrínseca, 2006.2

DOTTI, R. A.. *Ecologia – Proteção penal do meio ambiente*. Enciclopédia Saraiva de Direito. São Paulo. Saraiva, 1977.

DUPAS, GILBERTO *et all*. In *Uma sociologia do século XXI* – Organizado por Josué Pereira da Silva. São Paulo. Annablume, 2007

EPELBAUM, M. *A influência da Gestão Ambiental na Competitividade e no Sucesso Empresarial*. Dissertação apresentada a Escola Politécnica da USP para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção. São Paulo, 2004.

EUGÉNIO, T. C. P. *Estudo de Caso: Implementação de Contabilidade Ambiental*. Revista del Instituto International de Costos, ISSN 1646-6896, n° 1, p.p. 32-59, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria – Instituto Politécnico de Leiria – Portugal, jan./jun. 2007.

Lago, R. M. *Nova tecnologia mineira é simples e barata*. FAPEMIG – Fundação de Amparo a pesquisa de Minas Gerais. Departamento de Química da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

FELLEMBERG, G.. *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

FERNANDES, P. V. *Impacto Ambiental – Doutrinas e Jurisprudência*. Editora revista dos Tribunais. São Paulo, 2005.

FIGUEIRAS. C. A. L. *Estabelecimento da Química Moderna*, São Paulo, Odysseus Editora, 2ª edição, 2006.

FREIRE, F. G. M.; GUEDES, A.P.S. *A Gestão do Sistema Logístico Inverso para Pneus Resíduos e sua Relação com a Eficácia e Eficiência*. XXXVI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2006.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A.C. *Métodos e Técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. *Projetos de Pesquisa. Como elaborar*. 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. p. 39.

GORNI, A. A. *Aproveitamento de Plástico Pós-Consumo na Forma De Combustível para Altos-Fornos e Coqueiras*. Artigo publicado na Revista Plástico Industrial, pág. 84-100, vol. 13, nº 2, p. 125-129, ABPol – Associação Brasileira de Polímeros, São Carlos, 2003 Aranda Editora, São Paulo, Janeiro 2006.

GOMES, J. A.; Ogura, S. K. *Tratamento e Reaproveitamento de Pneus usados*. Cetesb: disponível em [www.cetesb.org.br](http://www.cetesb.org.br) - acessado em 15/08/2007

GOMES, D.E.B & MEDINA, H.V. *Estudo sobre a Reciclagem na Indústria Automotiva e sua Inserção em um Ambiente Virtual de Ensino*. 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: 25/11/2007.

GREENPEACE. *Relatório sobre Desenvolvimento Sustentável*, Rio de Janeiro, 2002.

GUILHARDES, de J.Jr. *Contribuição do movimento ambientalista para o desenvolvimento da legislação brasileira do meio ambiente*. Anais Ecolatina, 2001. Disponível em [http://old.ecolatina.com.br/br/artigos/legisl\\_ambiental/legisl\\_amb\\_02.asp](http://old.ecolatina.com.br/br/artigos/legisl_ambiental/legisl_amb_02.asp). Acesso em: 25 mar. 2007.

HAMU, Denise. WWF – Brasil – *Relatório Planeta Vivo 2006*. Rio de Janeiro, 2006

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA (Brasília, DF). *O Brasil na virada do milênio: trajetória do crescimento e desafios do desenvolvimento*. Brasília: IPEA, 1997. 2v.

IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: 2000.

JORNAL CORREIO BRAZILIENSE. *Recall pneus Firestone pela Bridgestone*. Edição de 31 de julho de 2001, Brasília, DF, 2001.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO, *Importação de Pneu Usado é Ameaça.*, edição de 19/06/2005, P. B7, São Paulo. 2005.

KOHLRAUSCH, A. K. *A Rotulagem Ambiental no Auxílio à Formação de Consumidores Conscientes*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de produção, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LA FUENTE, J. M. *Caracterização de arranjos de negócios na logística reversa de latas de alumínio e embalagens PET na Baixada Santista*, Dissertação de Mestrado – Unisantos \_ Universidade Católica de Santos – Programa de Mestrado em Gestão de Negócios, Santos, 2005.

LAGO, R.M.. *Reciclagem de Borracha Vulcanizada*, Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem – Sistema FIESP, Ano I, n. 3, jul/ago – 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 2003.

LAS CASAS, A.L. *Marketing*. São Paulo, Editora Atlas, 2004.

LAVOISIER, 1789 – disponível em [www.lavoisier.cnrs.fr](http://www.lavoisier.cnrs.fr), acesso em 16/03/2008

LEITE, R. P.. *Logística Reversa*. São Paulo, Editora Campus, 2003.

LEITE, C. A. G.; SERRA, N.. Gestión ambiental de neumáticos usados en Brasil: identificación del sistema de flujos y contribución a las políticas públicas de destino. In: INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION, CONGRESO Y EXPOSICIÓN MUNDIAL, 2005, Buenos Aires. Memórias.... Buenos Aires: ISWA, 2005. V. 1 CD.

LIMA, M. S.; GARCIA, A. S. *Mensuração e Divulgação dos Impactos Ambientais na Indústria: O Caso R & B Plásticos da Amazônia*. Revista Universo Contábil, ISSN 1809-3337, Blumenau, v. 1, n. 2, p. 72-85, maio/ago. 2005

LOVELOCK, J. *A vingança de Gaia*. Tradução de Ivo Korytowski, Rio de Janeiro, Intrínseca, 2006.

LUND, Herbert F. *The Mc Graw Hill Recycling Handbook.1993*; Mc Graw Hill; Chapter 18. New York, E.U.A., 1993.

MACEDO, Jorge Antônio de. Introdução à química ambiental – química e meio ambiente e sociedade. Juiz de Fora: J. Macedo, 2002.

MACIEIRA, A. *Gestão de Riscos Operacionais “Positivos”, artigo – Grupo de Estudos e Discussão sobre Risco Positivo (Oportunidade)*, ABNT/CEET, EloGroup, Rio de Janeiro, 2007.

MACHADO, P. A.. *Direito ambiental brasileiro*. 4ª Ed. São Paulo, Malheiros, 1992.

MARTINS, E; LUCA, M.M.M.(1994). Contabilidade via ecologia. In: Revista Brasileira de Contabilidade (86), Ano XXIII, março. Brasília, Ed. Conselho Federal de Contabilidade.

MARTINS, E.; RIBEIRO, M.S (1995). A informação como instrumento de contribuição para contabilização do desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente. In: Boletim do Ibracon (208), ano XVII, setembro.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V.. *Economia do Meio Ambiente*. São Paulo, Elsevier Editora, 2003.

MOURA, L. A. A.. *Economia Ambiental – Gestão de Custos e Investimentos*. São Paulo, Editora Juarez de Oliveira, 2000.

MULHA, A.S.; TINOCO, J.E.P.; CARDOSO, C.. *A Relação Entre os Resíduos Gerados Na Utilização do Pneu e o Meio Ambiente: Uma Reflexão Quanto à Sustentabilidade e o Custo Socioambiental*. XIII Congresso Brasileiro de Custos. Belo Horizonte, 2006.

MULHA, A.S.; TINOCO, J.E.P.; *A Sustentabilidade no Consumo dos Produtos Massificados Uma Reflexão Ao Consumo dos Pneus*. IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Curitiba, 2007.

NAÇÕES UNIDAS. *Contabilidade da Gestão Ambiental: Procedimentos e Princípios. Tradução de Constança Penedo*, Nova Iorque, EUA, 2001.

NICÁCIO, J. A. *Elementos necessários para o planejamento da sustentabilidade dos municípios de médio e pequeno porte*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: UFSC, 2002.

ODA, S.. *Reutilização de pneus como alternativa para aumento da vida útil de aterros* (2002). Disponível em: [www.maringa.pr.gov.br](http://www.maringa.pr.gov.br). Acesso em: 26/08/2005.

PIRELLI DO BRASIL S. A. *Universidade do Pneu*. Disponível em: <http://www.pirellibrasil.com.br> . Acesso em: 08 jul. 2006.

PORTER, M. E. *Competição, On competition: Estratégias competitivas essenciais*, 4 edição. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra, Editora Campus, São Paulo, 2004.

RATTNER, HENRIQUE. *Revista Espaço Acadêmico – Ano III – Nº27 - Agosto de 2003 – Mensal – ISSN 1519.6186 – UEM – Universidade Estadual de Maringá - PR*

RIFKIN, J. *A Economia do Hidrogênio*. São Paulo, Editora Makron Books, 2003.

ROBLES, Léo Tadeu; LA FUENTE, José Mauricio. *As cadeias reversas das latas de alumínio e garrafas pet na Baixada Santista*. In: Organização e Gestão de Negócios, De Sordi, José Osvaldo; CUNHA Icaro da (organizadores). Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2006.

RODRIGUES, F.L.; CAVINATTO, V.M. *Lixo, de onde vem? Para onde vai?* São Paulo: Moderna, 1997.

RODRIGUES, É. *O.Custo Mínimo E O Ponto De Substituição De Equipamentos Logísticos:Uma Proposta De Aplicação À Frota De Veículos De Transporte De Cargas Do Exército Brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da PUC - Rio. 2004.

ROGERS, Dale. TIBBEN-LEMBKE, Ronald. *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. University of Nevada: Reno Center for Logistics Management, 1998.

SANTOS, J.G.dos. *O impacto do lixo urbano no desenvolvimento de produtos sustentáveis – Caso do concreto DI: Pneus inservíveis*. . Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Gestão de negócios da UNISANTOS – Universidade Católica de Santos - Santos. 2005.

- SACHS, I. *Ecodesenvolvimento. Crescer sem destruir*. Ed. Vértice. São Paulo, 1986.
- SACHS, I. *Desenvolvimento Incluyente, Sustentável, Sustentado*. Garamond Universitária, 2005.
- SEROA DA MOTTA, R.. *Desafios ambientais da economia brasileira*. São Paulo: IPEA 1997. (Texto para discussão, 509)
- SERRA, Neusa; LEITE, C.A.G. *Gestão ambiental de pneus inservíveis no Brasil: identificação de fluxos e contribuição para políticas públicas de destinação*. Disponível em:< <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/iswa2005/brasil2.pdf>.> Acesso em 20 de julho de 2008.
- SILVA, Gislene. *O sonho da casa no campo*. Globo Rural. São Paulo: Editora Globo. Rio de Janeiro. Ano 16. nº 185. março de 2001. p. 63 à 65.
- SILVA FILHO, J. C. LÁZARO DA ; DINATO, M.R. *Uma escala para a medição do novo paradigma ecológico*. EMGEMA, 7, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.], 2003. p. 1-20. Meio digital.
- SILVA, P. R. S.da; Amaral, F. G. *Análise de Custos Ambientais em Processos Industriais*. Produto&Produção, vol. 9, n. 2, p. 91-105, jun. 2008, UFRS – Universidade Dederal do Rio Grande do Sul, 2008.
- STIEL, W. C. *Ônibus: Uma História do Transporte Coletivo e do Desenvolvimento urbano no Brasil São Paulo*. São Paulo: Estúdio Editora, 2001.
- TACHIZAWA, T.. *Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: Estratégias de Negócios Focadas na Realidade Brasileira*. 2 edição. Editora Atlas, São Paulo, 2004.
- TACHIZAWA, T.. *Responsabilidade Social Corporativa. III Seminário do Centro de Ciências Sociais Aplicadas*. UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 18 a 20 de outubro de 2004.
- THESIS, São Paulo, ano I, v.3, p. 21-57, 2º Semestre, 2005.GS-40 – *Resíduos sólidos: passivo ambiental* [...] 2006 (E) Jouliana Jordan Nohara [et. al.]
- THEODORO, Suzi Huff e CORDEIRO, Pamora M Figueiredo & BEKE, Zeke. *Gestão Ambiental: Uma Prática para Mediar Conflitos Socioambientais*. II Encontro da ANPPAS, Campinas/SP 2004. (Acesso 26 de outubro de 2005, [http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT05/suzi\\_theodoro.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT05/suzi_theodoro.pdf)).
- TINOCO, João Eduardo Prudêncio. *Ecologia, meio ambiente e contabilidade*. Revista Brasileira de Contabilidade. Brasília - DF: ano 23, nº 89, p.24-31, nov.1994.
- TINOCO, J.E.P.. *Balanco Social: uma abordagem da transparência e da responsabilidade pública das organizações*. São Paulo: Atlas, 2001.
- TINOCO, J.E.P.; KRAEMER, M.E.P. *Contabilidade e Gestão Ambiental*. São Paulo, Editora Atlas, 2004.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio; ROBLES, Léo Tadeu. *Contribuição ao desenvolvimento da contabilidade da gestão ambiental e da sua divulgação: estudo de casos de três empresas brasileiras com atuação global*. Rev. Cent. Ciênc. Admin., Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 115-129, ago. 2006. 119

WAGNER, J.P. & CARABALLO, S.A. *Toxic Species Emissions from Controlled Combustion of Select Rubber and Plastic Consumer Products*. Polymer Plastic Technology and Engineering, 1997.

WAMER, A.H. **Evolução histórica da legislação ambiental**. In **Legislação ambiental brasileira: subsídios para a história do direito ambiental**. Ed. Forense. Rio de Janeiro, 1999.

YOSHITAKE, Mariano. *Alguns aspectos da gestão ambiental de interesse para a Contabilidade*. In: Revista da Universidade Cruzeiro do Sul. 1996. Ano 1, número 1, São Paulo, maio de 1996.

### **Anais de Congressos:**

Congresso Brasileiro de Custos – 2005

Congresso Brasileiro de Custos – 2006

Congresso Brasileiro de Custos – 2007

ENEGEPE - **Encontro Nacional de Engenharia de Produção** – 2005

ENEGEPE - **Encontro Nacional de Engenharia de Produção** - 2006

ENEGEPE - **Encontro Nacional de Engenharia de Produção** – 2007

ENGEMA - Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – 2005

ENGEMA - Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – 2007

SINAP - Simpósio Internacional de Gestão de Negócios em Ambiente Portuário – 2005

SINAP - Simpósio Internacional de Gestão de Negócios em Ambiente Portuário – 2006

SINAP - Simpósio Internacional de Gestão de Negócios em Ambiente Portuário - 2007

### **Sítios da internet**

#### **Acesso entre julho de 2006 a outubro de 2008**

<http://www.borrachaatual.com.br/>

<http://www.rubber-resources.com/>

<http://www.borrachanatural.agr.br/revistas/index.php>

[http://www.portalbrasil.net/historiageral\\_revolucaoindustrial.htm](http://www.portalbrasil.net/historiageral_revolucaoindustrial.htm)

<http://www.pneuseguro.com.br>

<http://www.cempre.org>

<http://www.pontoverde.pt>

<http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/cid10.htm>

<http://www.ibam.org.br/publique/media/Botelim4.pdf>

<http://www.elogroup.com.br/publicacoes.html>

<http://www.ford.com/en/heritage/fordFamily/default.htm>

Acesso inicial em 17/02/2007 – ultimo acesso em 29/08/2007

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000100005&script=sci_arttext)

Acesso em 17/07/2007

[www.dec.ufcg.edu.br/biografias/CharGoo1.html](http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/CharGoo1.html)

Acesso em 10/06/2007

<http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/PauloBernardi.pdf>

Acessado em 12/06/2007

<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/datas/automovel/home.html>

Acessado em 12/06/2007

[http://www.inova.unicamp.br/site/06/download/Accenda\\_Apresentacao\\_Unicamp\\_2006-06-29\\_.pdf](http://www.inova.unicamp.br/site/06/download/Accenda_Apresentacao_Unicamp_2006-06-29_.pdf)

Acessado em 12/06/2007

<http://www.eps.ufsc.br/disserta99/costa/cap2.htm>

Acessado em 13/06/2007

<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/11465.pdf>

Acessado em 18/06/2007

<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/2965.pdf>

Acessado em 21/06/2007

<http://www.eps.ufsc.br/~eduardoc/aulas/1aFase/Introducao/TaylorismoeFordismo.doc>

Acessado em 25/06/2007

<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/pneus.pdf>

Acessado em 06/07/2007

[http://www.sustainable-finance.org/web/publications/mobility/mobility\\_portuguese.pdf](http://www.sustainable-finance.org/web/publications/mobility/mobility_portuguese.pdf)  
Acessado em 06/7/2007

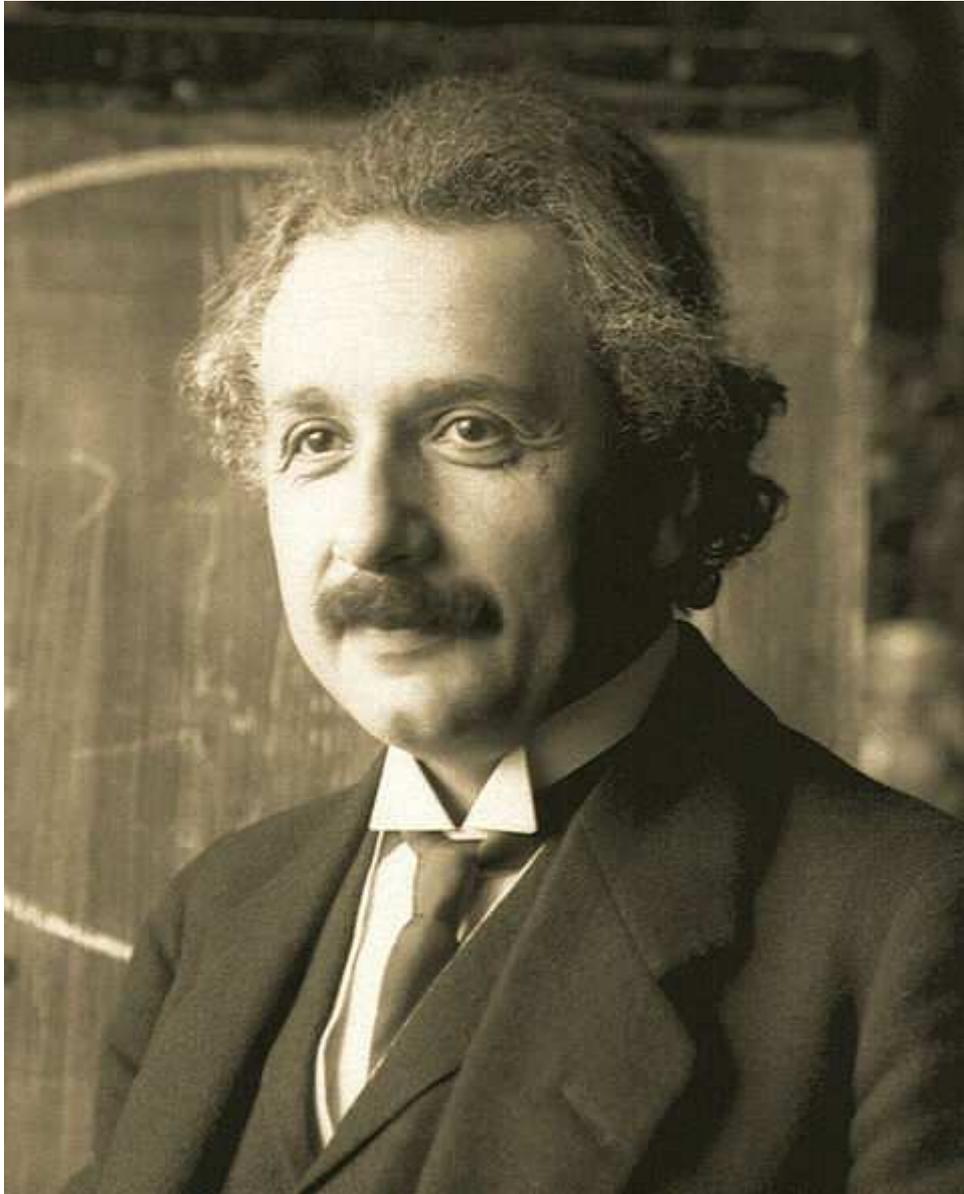
<http://www.michelin.com/>  
Acessado em 11/06/2008

[http://www.aprender.un3b.br/file.php/107/Aula\\_Estudos\\_Ambientais\\_150906.ppt](http://www.aprender.un3b.br/file.php/107/Aula_Estudos_Ambientais_150906.ppt)  
Acessado em 11/06/2008

<http://www.mw.pro.br>  
Acessado em 16/12/2007

*Anexo I*

*Reflexão*



*“Imagination is more important than knowledge. For knowledge is limited, where as imagination embraces the entire world, stimulating progress, giving birth to evolution.”*

*A. Einstein*

“A imaginação é mais importante do que o conhecimento. Para o conhecimento há limites, já a imaginação abraça o mundo inteiro, estimulando o progresso, promovendo o nascimento da evolução.”

**Albert Einstein, (1929)**

