

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Camila da Silva Martins Campos

Leandro de Souza Florêncio

Estudo de Caso: Logística reversa dos pneus inservíveis em Campos- RJ.

Campos dos Goytacazes - RJ

Março de 2013

Camila da Silva Martins Campos

Leandro de Souza Florêncio

**Estudo de Caso: Logística reversa dos pneus inservíveis em Campos- RJ.**

Proposta de Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Orientadora: *Gudelia Morales de Arica***

Campos dos Goytacazes - RJ

Março de 2013

## **Agradecimentos**

Agradecemos primeiramente a Deus, pois sem ele não estaríamos aqui. Aos nossos pais e familiares que tanto lutaram para que completássemos mais essa etapa de nossas vidas, aos nossos amigos que sempre estiveram ao nosso lado e a nossa orientadora que muito nos ajudou, com serenidade, paciência e se mostrando sempre disponível para nos atender.

## RESUMO

O descarte dos pneus usados é um dos grandes problemas enfrentados atualmente, por seus impactos ambientais e crescimento. Ao final da vida útil de um pneu, ele torna-se inservível e a destinação correta desse material tem sido um grande desafio devido às dificuldades comportamentais dos cidadãos. Os pneus, de acordo com seu estado, podem ser reciclados ou reutilizados, aumentando assim sua vida.

Para uma melhor compreensão do problema existente na cidade de Campos dos Goytacazes foi necessário um estudo mais aprofundado sobre o assunto, além de uma pesquisa sobre o que está sendo feito no Brasil e no Mundo com relação à situação dos pneus inservíveis, o que possibilitou visão mais abrangente do tema.

Em Campos dos Goytacazes foi detectada a abertura da Recicla 10, em 2006 através de uma iniciativa privada com o apoio público, porém, por falta de investimento frequente e o baixo retorno financeiro suas atividades foram temporariamente paralisadas. Atualmente, a Reciclanip (Organização sem fins lucrativos criada pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Continental, Goodyear, Michelin e Pirelli para a coleta e destinação de pneus inservíveis no Brasil) está em funcionamento na região, mas ainda não atende toda demanda do setor.

No Brasil há uma grande preocupação com o descarte inadequado desse material e muito está sendo feito. Porém, os avanços alcançados ainda não são satisfatórios, é necessária uma maior conscientização da população para que através de medidas, muitas vezes simples, como deixar o pneu usado no local da troca, o problema pode ser amenizado.

Palavras Chaves: Pneu inservível, Logística Reversa, Eco-Ponto, Reciclagem de pneus.

## ABSTRACT

Disposal of used tires is one of the major problems faced today, by their environmental impacts and growth. At the end of the useful life of a tire, it becomes unusable and the correct disposal of this material has been a major challenge due to behavioral difficulties citizens. The tires, according to their status, can be recycled or reused, thus increasing their life.

For a better understanding of the problem existing in the city of Campos dos Goytacazes was necessary to further study on the subject, plus a survey of what is being done in Brazil and in the World in relation to the situation of waste tires, which allowed a vision comprehensive of the theme.

In Campos, it was detected opening the Recycle 10, 2006 through a private initiative with public support, but often a lack of investment and low financial return out its activities were temporarily paralyzed. Currently, Reciclanip (Nonprofit organization created by the manufactures of news tires Bridgestone, Continental, Goodyear, Michelin e Pirelli for the collection and disposal of used tires in Brazil) is operating in the region, but still does not meet all demand in the sector.

In Brazil there is great concern about the inappropriate disposal of this material and much is being done. However, the advances achieved are still not satisfactory, you need greater public awareness that through practices often as simple as, to leave the used tire in the exchange shop, the problem can be mitigated.

Keywords: Scrap tire, Reverse Logistics, Collect station, Tire Recycling.

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Componentes dos pneus de automóveis e de carga.....	15
Tabela 2 – Exemplos de Utilizações do granulado de borracha.....	19
Tabela 3 - Obrigação dos Fabricantes e dos Importadores de pneus.....	22
Tabela 4 - Produção anual de pneumáticos em unidades por grupo.....	25
Tabela 5- Produção de pneu por categoria.....	27
Tabela 6- Vendas de pneu por categoria.....	27
Tabela 7- Frota de veículos de Campos dos Goytacazes.....	28
Tabela 8- Atividades comuns da logística reversa.....	29
Tabela 9 – Comparação da destinação final de pneus no Brasil, Estados Unidos, Comunidade Europeia e Japão.....	37
Tabela 10 – Etapas do processamento da reciclagem de pneus.....	45
Tabela 11 - Evolução da quantidade de eco pontos da Reciclanip.....	48
Tabela 12- Produção Nacional de pneus e pneus inservíveis gerados.....	52
Tabela 13 - Tipos de destinação final e quantidade total de pneus inservíveis destinados (2011).....	53
Tabela 14 – Quantidade Estimada de pneus inservíveis destinados incorretamente no Brasil (2011).....	55
Tabela 15 - Registro do recolhimento dos pneus inservíveis em Campos dos Goytacazes.....	59

## Lista de Figuras

Figura 1 – Corte transversal de um pneu de automóvel.....	15
Figura 2 – Logística Reversa do pneu.....	34
Figura 3- Pneu granulado.....	35
Figura 4- Fluxograma do processo da logística direta e reversa de pneus.....	36
Figura 5- Destalonador.....	38
Figura 6 – Macinatore.....	39
Figura 7- Calha Vibratória.....	39
Figura 8 – Separador magnético do aço: <i>Overbelt</i> .....	40
Figura 9 – Sistema de aspiração.....	40
Figura 10 – Granulador.....	40
Figura 11- Canal Vibratório.....	41
Figura 12- Pontos de coleta de pneus inservíveis declarados, por Unidade da Federação.....	49
Figura 13- Produção mundial de pneu em 2008.....	50
Figura 14- Instalações existentes da empresa Recicla 10 em Campos dos Goytacazes.....	57
Figura 15 e 16 - Eco-ponto em Campos dos Goytacazes .....	58
Figura 17 – Fluxograma da destinação do pneu na cidade de Campos dos Goytacazes.....	63

## Sumário

<b>1- Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 - Objetivo e Descrição do Projeto .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 - Metodologia .....</b>	<b>11</b>
<b>2 - História do pneu.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1- Origem.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 - Composição.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 - Danos Causados .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 - Alternativas de reaproveitamento de pneus.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 - Legislação da reciclagem do pneu .....</b>	<b>22</b>
<b>3- Logística .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 - Dados sobre a produção do pneu .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 - Logística Reversa .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 - Logística Reversa do pneu.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 - O processo de reaproveitamento do pneu .....</b>	<b>38</b>
<b>3.5 - Situação do pneu inservível no Mundo.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6 - Situações do pneu inservível no Brasil.....</b>	<b>52</b>
<b>3.7 - Situação do pneu inservível em Campos dos Goytacazes .....</b>	<b>55</b>
<b>4 – Resultados e Conclusões.....</b>	<b>60</b>
<b>5 - Considerações Finais .....</b>	<b>65</b>
<b>6 - Referências Bibliográficas .....</b>	<b>66</b>
<b>7 - Anexos .....</b>	<b>72</b>

## Introdução

Atualmente, um problema muito comum ao crescimento das cidades é o aumento no volume de materiais descartados, desde embalagens até produtos após o consumo, ou após a vida útil. Contudo, uma das principais dificuldades encontrada é a destinação inadequada dessa grande quantidade de material, gerada pelo estilo de vida atual nos centros urbanos, o que faz aumentar as preocupações de ordem sanitária e ambiental dos cidadãos e administradores das cidades. “A vida útil de um bem é entendida como o tempo decorrido desde a sua produção original até o momento em que o primeiro possuidor se desembaraça dele” (LEITE, 2009). Assim sendo, um produto ou material torna-se bem de pós-consumo quando sua vida útil é encerrada e, mesmo assim, o produto ainda pode ser aproveitado para algum outro fim específico.

Sendo assim, neste trabalho é abordado o caso particular dos pneus que chegaram ao final do seu ciclo de vida útil sem condição adicional de rodagem, os chamados pneus inservíveis. Existe uma grande necessidade de se determinar novos meios de utilizar esses pneus sem utilidade, pois não cabe mais agredir o meio ambiente descartando-os de forma inadequada como, por exemplo, depositá-los nos lixões ou queimá-los a céu aberto. As pressões ambientalistas, em decorrência da deterioração do meio ambiente, fazem com que legislações sejam criadas para tratar de problemas como os dos pneus inservíveis. Além disso, a constante procura das empresas por redução de custos e diferenciação de serviços, aliada à escassez de matéria prima, está fazendo com que essas deem mais atenção às atividades e tecnologias associadas à reciclagem.

Em Campos dos Goytacazes foi dado um passo importante para tentar solucionar este problema, a criação da empresa de reciclagem de pneus em 2006, a Recicla 10, financiada pelo Fundo de Desenvolvimento de Campos (FUNDECAM) com parceria com um grupo de empresários de São Paulo com a finalidade de gerar granulado de borracha e sucata de aço através de pneus inservíveis. E, recentemente, a Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes firmou um convenio com a Reciclanip (entidade criada em 2007, pelas empresas fabricantes de pneus novos *Goodyear*, *Bridgestone* *Firestone*, *Michellin* e *Pirelli*, voltada para a coleta e destinação de pneus inservíveis) criando de um eco ponto na região.

## **1.1 - Objetivo e Descrição do Projeto**

O presente trabalho visou inicialmente fazer um estudo sobre como deve ser o gerenciamento dos pneus inservíveis e a identificação dos elos da Logística Reversa e suas possíveis falhas.

Através da identificação da cadeia de reciclagem deste material e dos subprodutos gerados da sua separação propõe-se um correto procedimento para destinação dos pneus inservíveis.

Entre as questões abordadas na pesquisa podem ser citadas: os principais problemas causados pelo descarte inadequado desse material e os pontos fracos encontrados na cadeia de reciclagem.

Com base na pesquisa realizada analisou-se a situação do pneu inservível em Campos dos Goytacazes e propôs-se o que pode ser feito para a melhoria do processo de logística reversa deste produto na região, com o intuito de aumentar a área de abrangência da logística reversa, além de alertar sobre o problema e mostrar algumas soluções que pode ser efetivas.

## **1.2 – Metodologia**

Este trabalho pretendeu identificar os benefícios da logística reversa do pneu e alertar sobre os malefícios gerados quando são destinados inadequadamente.

Para isto foram realizadas pesquisas bibliográficas em revistas, artigos e principalmente na internet, além de pesquisa de campo na cidade de Campos dos Goytacazes (Estado do Rio de Janeiro) e sobre a atuação da organização Reciclanip, a fim de detectar o problema e diferentes soluções passíveis de serem implementadas.

Visitou-se a Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP) para verificar o cenário do pneu inservível no município de Campos dos Goytacazes. Por meio dela a Prefeitura da cidade assinou o Convênio de Cooperação Mútua de parceria com a Reciclanip, iniciando suas atividades em junho de 2012, e através dos dados referentes à quantidade de veículos licenciados no DETRAN e daqueles provenientes da coleta do produto estimou-se a quantidade de pneus inservíveis descartados na cidade.

## **2 - História do pneu**

As mudanças tecnológicas da invenção do pneumático “cheio de ar” artefato revestido de borracha tornaram-no, muito importante para os sistemas de transporte rodoviários e aéreos pela capacidade de amortecer trepidações nos veículos. Todavia ao perderem suas características e utilidade primária deverão ter um destino que, por consenso, precisou de legislação especial para preservar a saúde e o ambiente. A seguir apresenta-se esta evolução.

### **2.1- Origem**

O pneu tem sua origem datada no século XVIII e passou por diversas transformações para se chegar ao que é hoje em dia. Atualmente é produzida a partir de frações de borracha sintética, derivado do petróleo, e borracha natural; porém no início a borracha usada nos primeiros protótipos de pneus era a natural, extraída da seringueira, principalmente da espécie *hevea brasiliensis*, originária do Brasil.

Este fato mudou quando em 1830, acidentalmente Charles Goodyear descobriu o processo de vulcanização (cozimento da borracha em altas temperaturas com frações de enxofre a fim de dar consistência à borracha e posteriormente conformá-la) de maneira que a borracha mantinha sua elasticidade no frio e no calor. Isso fez com que se pudesse moldar o pneu e conseqüentemente dar maior segurança e estabilidade.

Em 1845, o inglês Robert Thompson patenteou a roda pneumática, formada por um revestimento de borracha nas rodas convencionais da época e em 1847 inseriu uma câmara de ar de borracha maciça dentro deles. No início de 1890 os irmãos franceses Michelin inventaram o pneu removível, fixado em aros e que podia ser reparado após furos, em cerca de três minutos. A invenção foi testada em uma prova ciclística em 1891 (RUFFO,2009).

Foi, principalmente, a partir dessas invenções (material natural, da vulcanização, da roda pneumática, do pneu e do pneu removível) que a poderosa indústria pneumática mundial pode se desenvolver e se firmar no cenário mundial.

Particularmente para o caso do Brasil, segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), a produção nacional começou, de fato, no ano de 1934, através da implantação do Plano Geral de Viação Nacional, concretizado em 1936 com a instalação, no Rio de Janeiro, da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha, popularmente conhecida como Pneus Brasil, que em seu primeiro ano, fabricou mais de 29 mil pneus. (ANIP, 2011)

O setor começou a prosperar mais ainda entre os anos de 1938 e 1941 quando grandes fabricantes internacionais como Bridgestone, Goodyear e Michelin começaram a produzir seus pneus no país, alavancando a produção nacional para 441 mil pneus. Como resultado da expansão, no final da década de 1980, o Brasil já tinha produzido mais de 29 milhões de pneus, ao todo. E de acordo com último levantamento de dados realizados pela ANIP, somente em 2011 foram produzidos 66,927 milhões de unidades em todo território nacional (ANIP, 2011).

## **2.2 – Composição**

Diferentemente do que ocorria no início de sua produção no século XVIII, onde o pneu era constituído de poucos materiais, hoje em dia entram no seu processo de fabricação diversos componentes.

Um pneu é composto por diferentes materiais tais como: estrutura em aço, náilon, fibra de aramida, rayon, fibra de vidro/poliéster; borracha natural e sintética, além de diversos tipos de polímeros; reforçados químicos como; anti-degradantes (ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão (sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e produtos auxiliares (PIRELLI, 2012).

A quantidade de produtos incorporados na confecção de um pneu acontece em função de sua estrutura, uma vez que este artefato é composto por várias partes destacadas abaixo:

- Banda de rodagem- é composta por blocos, raias, sulcos e lâminas. Os blocos são os elementos que efetivamente tocam o solo garantindo a tração e a frenagem do pneu, as raias são um conjunto de blocos longitudinais da banda de rodagem e são responsáveis pelo sentido longitudinal do pneu, os sulcos são canais

entre as raias da banda de rodagem e são essenciais para a tração, o controle direcional e as propriedades de resfriamento.

- Costato- é utilizado para proteger a carcaça contra danos na lateral do pneu. Está situado entre os talões e o ombro, apresenta alta resistência à flexão, rachadura, impacto, fricção e fadiga.

- Ombros- são as partes superiores do costato e estão situados embaixo da borda da banda de rodagem. Está diretamente relacionado com a transferência de calor no pneu e com as características de angulação nos tecidos.

- Talões- são construídos com cordoalhas de aço de alta resistência formadas em aros inextensíveis e revestidos com borracha sintética. Tem a função de garantir a flexibilidade, a resistência a esforços radiais e axiais e a vedação entre o pneu e o aro.

- Tecidos- formam a carcaça do pneu. As lonas são camadas de tecidos que se estendem de talão a talão, formando a carcaça.

- Cintas - são camadas de cabo de aço de alta resistência impregnadas com a borracha e montadas abaixo da banda de rodagem do pneu. Sua função é melhorar a forma e a estabilidade, a resistência ao rolamento e aumentar a vida útil do pneu.

- Amortecedores- acrescentam volume e amortecimento na área da banda de rodagem, o material utilizado é o nylon e sua principal função é resistir a impactos, penetrações e melhorar o desempenho dos pneus em altas velocidades.

- Liner- é uma fina camada de borracha butílica, utilizada em pneus sem câmara e aplicada na parte interna do pneu para fazer a vedação interior e evitar a perda de ar.

- Antifricção- é composto por tiras estreitas de materiais colocados ao redor da parte externa do talão para proteger os cordonéis da lona contra desgaste e cortes feitos pelo aro. Ele ajuda a distribuir a flexibilidade acima do aro e impedir a penetração de umidade e sujeira dentro do pneu.

- Cobre talão- é o tecido de reforço ao redor do arame do talão, utilizado para prendê-lo à carcaça.

Na Figura 1, conforme o corte feito no pneu pode-se notar, com maior precisão, todas as partes que compõem um pneu radial de um veículo de passeio.

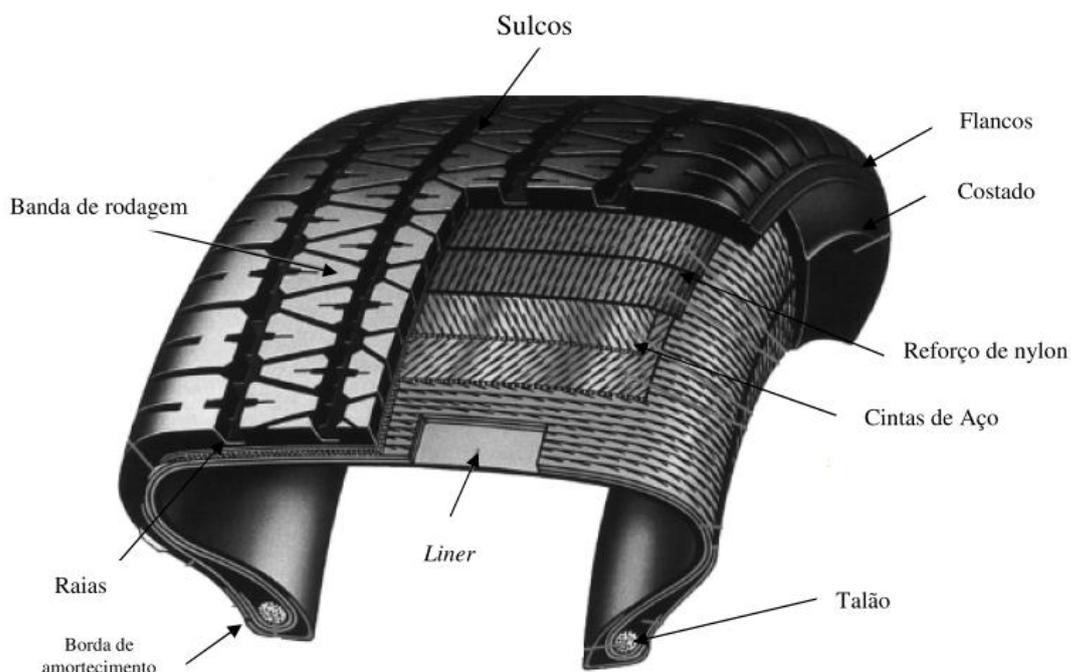


Figura 1 – Corte transversal de um pneu de automóvel. FONTE: Rodgers e Waddel (2005).

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

Tabela 1 – Componentes dos pneus de automóveis e carga.

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

FONTE: GOOYEAR (2009)

### 2.3 - Danos Causados

Os pneus constituem um dos grandes problemas ambientais modernos, pois eles levam aproximadamente 600 anos para se decompor, isso porque eles são construídos com a finalidade de apresentar um bom desempenho ao atuarem em condições extremas. Esse fator associado ao grande volume produzido e a dificuldade de armazenamento devido ao seu peso e volume gera barreiras na logística reversa desse material. Uma dessas barreiras é o armazenamento, que deve ser feito em um local amplo e coberto devido ao fato do pneu acumular água, intensificando a proliferação de mosquitos transmissores de doenças, como a dengue, e de roedores que são transmissores de várias doenças inclusive a leptospirose, além do fato de ser um material inflamável, gerando riscos de incêndio. (LAGARINHOS, 2011).

Segundo Souza (2009) outro problema tem início ao se lançar este material em córregos, lagos ou rios o que acarreta na diminuição da calha d'água destes corpos que conseqüentemente ficam mais passíveis a enchentes causando inundações nas vias e em moradias próximas, além de doenças decorrentes dessa situação.

A queima do pneu realizada sem nenhum tratamento ou filtro de fumaça também cria uma ameaça perigosa, pois libera óleo pirolítico, que contém produtos químicos tóxicos e metais pesados que poluem o solo e contamina o lençol freático. Estudos demonstram que a poluição de águas causada pelo escoamento derivado da queima de pneus pode durar até 100 anos. Os materiais provenientes da sua combustão também são capazes de produzir efeitos adversos à saúde, como perda de memória, deficiência no aprendizado, supressão do sistema imunológico, danos nos rins e fígado. (SOUZA, 2009)

Além disso, a queima do pneu emite ainda fumaça tóxica e pode representar riscos de mortalidade prematura, deterioração das funções pulmonares, problemas do coração, depressão do sistema nervoso e central. A céu aberto, a fumaça gerada pela queima desse material é 13.000 vezes mais mutagênica que a queima de carvão em instalações bem desenhadas e operadas apropriadamente.

Quando os pneus inservíveis são enterrados sem um procedimento adequado dificultam a operação de recobrimento e compactação, por muitas ocasiões retornando a superfície gerando, segundo Gomes e Ogura (1993), a movimentação do solo do aterro e eventual combustão, pois acabam absorvendo os gases que são liberados pela decomposição de outros resíduos.

Considerando também a dificuldade de gestão para a disposição das carcaças em aterros sanitários, já que apresentam baixa compressibilidade e falta de fiscalização para controle da destinação adequada desses resíduos, tem havido uma tendência da população em abandonar os pneus em cursos de água, terrenos baldios e beiras de estradas, que agravam ainda mais o problema.

Pelo exposto, o descarte desse material está tomando grandes dimensões. Apesar de toda preocupação sobre o assunto, falta muito a fazer para reverter esse quadro. Porém, a legislação está mais exigente e estão surgindo alternativas viáveis de reutilização que amenizarão os danos ao meio ambiente, mas é preciso uma participação conjunta das autoridades, das empresas e de toda população.

#### **2.4 – Alternativas de reaproveitamento de pneus**

A fim de acabar, ou minimizar com os problemas oriundos do pneu inservível, uma solução adequada à sua destinação final deve ser adotada, pois todo pneu, em algum momento, se transformará em um resíduo potencialmente danoso a saúde pública e ao meio ambiente. Contudo, começam a surgir interessantes alternativas de reutilização.

A Resolução CONAMA nº. 416/2009 conceitua a destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis como “procedimentos técnicos em que os pneus são descaracterizados de sua forma inicial, e que seus elementos constituintes são reaproveitados, reciclados ou processados por outra(s) técnica(s) admitida(s) pelos órgãos ambientais competentes, observados a legislação vigente e normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos”. (IBAMA, 2012)

Sem sofrer nenhum processamento, ou seja, na sua forma inteira, os pneus podem ser utilizados em obras de contenções nas margens de rios para evitar desmoronamentos; como recifes artificiais, na construção de quebra-mares; na construção de equipamentos para parques infantis e no controle de erosão (ENGEVISTA, 2009).

Este material também pode ser utilizado na construção civil, segundo o CEMPRE (2010), o uso de carcaças na engenharia civil envolve várias soluções criativas, tais como: barreira em acostamento de estradas; elementos de construção em parques e obstáculos para trânsito.

Outra funcionalidade que o pneu inservível possui é na construção de muros de contenção, pois é altamente favorável do ponto de vista do comportamento mecânico da contenção e estudos demonstraram que as deformações são mantidas em um nível compatível àquelas exigidas pelas normas de segurança de obras civis.

Caso não seja utilizado de forma inteira é possível recuperar e reutilizar parte dos materiais componentes dos pneus de maneira que são cortados e triturados, em várias operações de separação dos diferentes materiais, o que permitem a recuperação dos seus constituintes, obtendo-se, por exemplo, borracha pulverizada ou granulada. Essa borracha granulada irá ter diversas aplicações, como: em misturas asfálticas, em revestimentos de quadras e pistas de esportes, na fabricação de tapetes automotivos, adesivos etc.

Para exemplificar a utilização da borracha pulverizada pode-se citar o caso da empresa Biosafe que se dedica à produção e comercialização de granulado de borracha recuperada de pneus, apenas em 2009 a empresa reciclou um total de 3,2 milhões de pneus inservíveis e transformou cerca de 25.000 toneladas em pó de borracha, que foram posteriormente comercializados (BIOSAFE, 2013). A Tabela 2 abaixo exhibe as utilizações do granulado de borracha em diversos tipos de indústria.

Tabela 2 – Exemplos de Utilizações do granulado de borracha.

<b>Indústrias</b>	<b>Exemplo de utilização</b>
<b>Borracha</b>	Tapetes de acesso a edifícios; tapetes anti-fadiga; incorporação em pneus novos; pneus sólidos; mangueiras; acessórios
<b>Plástico</b>	Aditivo volumétrico e elástico; cestos de lixo.
<b>Química</b>	Tintas industriais; telas de revestimento; fitas adesivas e vedantes.
<b>Construção</b>	Anéis de vedação de tubulação de esgoto; pavimentos anti-derrapantes; degraus; recintos de lazer para crianças; ginásios; campos de futebol e de golfe; pistas de corrida; amortecedores de som; impermeabilizações; pavimentos betuminosos; barreiras de impacto.
<b>Equipamentos</b>	Calços anti-vibratórios; vedantes, sistemas de filtragem.
<b>Automóveis</b>	Para-choques; paralamas, vedações, superfícies amortecedoras.
<b>Agricultura</b>	Pavimentos para animais; camadas para fixação de água, controle de erosão
<b>Calçados</b>	Solas de sapatos e botas
<b>Segurança</b>	Luvras e botas

FONTE: BIOSAFE (2013)

Apesar das diversas possibilidades de reaproveitamento do pneu inservível, somente duas apresentam potencial para utilização de um número significativo de pneus: o energético e o de misturas asfálticas. (HEITZMAN, 1992)

O Co-processamento energético é uma técnica de destruição térmica em alta temperatura, usado para destruir resíduos industriais de maneira responsável dando uma destinação final ambientalmente adequada e definitiva aos resíduos em fornos visando o aproveitamento da energia contida nestes materiais como combustível alternativo. E ao mesmo tempo, é uma forma de substituir matérias-primas e combustíveis fósseis, recuperando energia e materiais que seriam desperdiçados, preservando recursos para gerações futuras.

Os principais consumidores de pneus destinados aos fornos industriais como fonte de energia são as indústrias de papel e celulose e as fabricas de cal e cimento, trata-se de uma alternativa rentável de reaproveitamento, pois cada pneu contém cerca de 9,4 litros de petróleo. (LAGARINHOS, 2011).

Logo a utilização de pneus em fornos industriais ou caldeiras proporciona uma diminuição no passivo<sup>1</sup> de pneus no meio ambiente além de poupar recursos naturais renováveis e não renováveis como o carvão e o petróleo, devido ao seu alto poder calorífico. (ARAUJO,2005; SILVA, 2005).

Posteriormente estudos demonstraram que o co-processamento de pneus em fornos de cimento pode levar à emissão de dioxinas, furanos e outros poluentes orgânicos persistentes. Dioxinas têm sido descritas como os compostos químicos mais tóxicos já produzidos pelo homem, estando entre as substâncias mais perigosas conhecidas pela ciência. A Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes, ratificada pelo Brasil em 2004, determina que devam ser totalmente eliminadas, sendo assim, faz-se necessária à busca por outras formas de reutilização deste produto.

Bertollo et al. (2002) mencionam que a borracha obtida da trituração de pneus deve ser considerada como um bem valioso, cuja utilização vem se expandindo em mercados diversificados. Ainda acrescentam que os resultados apresentados indicam que a inclusão de borracha de pneus nas misturas asfálticas não compromete seu desempenho, ao contrário, pode melhorar algumas propriedades mecânicas, o que torna promissor o seu uso como agregado.

Estudos indicaram que o asfalto-borracha se trata de uma mistura mais resistente e durável, além de incorporar ao seu escopo um apelo ecológico de grande relevância. Segundo dados obtidos através de uma empresa brasileira responsável pela produção deste tipo de asfalto, para recapear um quilômetro de pista com espessura de 5 cm de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) são usados cerca de 1000 pneus inservíveis. No Brasil, testes com este tipo de asfalto vêm sendo feitos desde 2001. Em 2009 já existiam mais de 3.500 km de vias urbanas e rodoviárias brasileiras utilizando este material.

Outro fator importante é que menos de 10% da malha rodoviária nacional é revestida por pavimentos asfálticos. Assim, a pavimentação de apenas 0,5% (cerca de 7.800 km) do total de quilômetros de rodovias não pavimentadas poderia

---

<sup>1</sup> O passivo para uma empresa engloba todas as obrigações, sejam físicas ou financeiras, em relação a terceiros. Passivo ambiental de uma empresa é o resultado de décadas de produção industrial sem considerar as consequências de sua atividade para com o ambiente.

consumir mais de 11 milhões de pneus inservíveis, dependendo da espessura das pistas. Com um descarte anual estimado em 44 milhões de pneus, a incorporação de borracha de pneus ao pavimento asfáltico pode contribuir significativamente para o balanceamento da questão da disposição final adequada desses resíduos no país.

Nesse sentido, Specht (2004) aponta que a pavimentação é uma das áreas mais estudadas e considera que tal alternativa possui maior potencial de utilização, devido a dois fatores: a utilização de um grande volume de pneumáticos usados e a melhoria das características dos ligantes asfálticos e do concreto asfáltico com a adição de farelo de pneu.

Vale a pena atentar que como demonstrado por Greca e Morilha (2003), o custo do asfalto borracha é 12% a 30% maior do que convencional. Porém, tais autores ressaltam que ainda assim, a adoção de tal alternativa é justificada em virtude da redução do gasto em manutenção, pois a borracha em sua constituição prolonga a vida útil do pavimento em torno de 44% e também reduz a espessura da mistura asfáltica empregada, gerando assim uma redução nos custos totais em longo prazo.

Logo esta se mostra como uma solução bastante satisfatória, que por utilizar os pneus inservíveis em sua produção proporcionando-lhes uma destinação adequada sem geração de outros resíduos. Ainda resolve o problema de capeamento de vias, visto que em média para cada quilômetro de asfalto ecológico produzido são necessários de 1000 a 1200 pneus inservíveis. (HEITZMAN,1992)

No entanto, ao analisar outros aspectos relevantes, Specht (2004) acredita que, apesar do grande potencial de utilização do pó de pneu como material de pavimentação, essa alternativa isolada não constitui uma solução efetiva para atenuação desse passivo ambiental no Brasil, dado o baixo nível de investimento na manutenção de rodovias nos últimos anos. Situação que demonstra nitidamente a necessidade e importância de investimentos públicos e privados, visando alavancar este tipo de reciclagem.

## 2.5 - Legislação da reciclagem do pneu

Em 1998 o Conselho Nacional de Meio Ambiente -CONAMA- órgão do Ministério do Meio Ambiente iniciou estudos para implantar um processo de reciclagem de pneus no Brasil. Com uma estimativa de 100 milhões de pneus descartados inadequadamente no meio ambiente.

Com a Resolução CONAMA nº 258, de 1999 (ver o conteúdo no anexo 4), fabricantes e importadores são obrigados a destinar adequadamente os pneus inservíveis, em instalações próprias ou contratando terceiros para realizar o serviço. Esta produção entrou em vigor a partir de 2002.

A seguir apresenta-se a Tabela 3 que estabelece os prazos e os montantes de pneus para que as empresas fabricantes ou importadoras se adequem a legislação em vigor.

Tabela 3: Obrigação dos Fabricantes e dos Importadores de pneus

<b>Ano</b>	<b>Obrigações dos Fabricantes e Importadores.</b>
<b>2002</b>	Para cada 4 pneus novos fabricados ou no país ou importados, as empresas fabricantes ou as que comerciam deverão dar destinação final a 1 pneu.
<b>2003</b>	Para cada 2 pneus novos, os fabricantes e os importadores deverão dar destinação final a 1 pneu.
<b>2004</b>	Para cada pneu novo, os fabricantes deverão dar destinação final a 1 pneu inservível e para cada 4 pneus reformados importados, as empresas comportadoras deverão dar destinação final a 5 pneus.
<b>A partir de 2005</b>	Para cada 4 pneus, os fabricantes deverão dar destinação final a 5 pneus. Para cada 3 pneus importados deverão dar destinação final a 4 pneus inservíveis.

FONTE: Resolução Nº 258/99 ANEXO 4

Como se observa na Tabela 3 a Resolução Conama nº 258/99 regulamenta responsabilidades de descarte para fabricantes e importadores, porém não se fala de fiscalização. Um texto complementar adicional foi publicado em 2003, trata-se da Resolução Conama nº 301, e outro em 1º de outubro de 2009 foi publicada a Resolução nº 416, que obriga fabricantes e importadores a dar um destino adequado aos pneus inservíveis, tendo como principais pontos: 1) o volume de pneu a ser reciclado é de acordo com os pneus comercializados no mercado de reposição, 2)

fabricantes e importadores são obrigados a montar pontos de coleta em municípios com mais de 100.000 habitantes; e 3) o Programa de Gerenciamento de Pneus (PGP) deverá ser apresentado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) pelos fabricantes e importadores (Ruffo, 2009). Ainda, nesta Resolução N° 416, o IBAMA é declarado responsável pelo controle e fiscalização da implantação dela, para o qual foi publicada a Instrução Normativa N° 01/2010 na que se institui o “Relatório de Pneumáticos: Resolução CONAMA N° 416/2009” inserido no Cadastro Técnico Federal (CTF) a ser preenchido por importadores e fabricantes de pneus novos e pela empresas destinatárias de pneus inservíveis.

A Lei N° 12.305, aprovada em 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Nela dois princípios centrais; o primeiro: estabelece que os resíduos somente possam ser dispostos em aterros quando todas as possibilidades de aproveitamento tiverem sido esgotadas, e o segundo: a responsabilidade compartilhada do poder público, o setor empresarial e a coletividade pelo ciclo de vida do produto. Em especial, o artigo 33 item III, desta Lei institui que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus devem implementar sistemas de logística reversa para providenciar o retorno destes produtos após o uso pelo consumidor.

Indo de acordo com a lei de descarte de resíduos sólidos o município de Campos dos Goytacazes aprovou a lei nº 8.117, de 9 de dezembro de 2009, que dispõe sobre o recolhimento e destinação de pneus inservíveis (conteúdo em anexo), obrigando os estabelecimentos que comercializam pneus novos a disponibilizar locais seguros para recolhimento dos pneus usados e a afixar placas alertando os consumidores sobre o perigo do descarte em locais inadequados além de se colocar a disposição dos consumidores, para receber o produto usado. Estabelecendo, também que a fiscalização e o cumprimento da lei estará sobre a responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

### **3 - Logística**

Segundo Gomes e Ribeiro (2004), logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenamento de materiais, peças e produtos acabados, sua distribuição, pela organização e pelos seus canais de marketing de modo a poder maximizar as lucratividades presentes e futuras por meio de atendimento dos pedidos a baixo custo. Porém, atualmente, somente a logística não basta para conquistar e fidelizar o mercado consumidor houve uma mudança na visão de consumo nas sociedades modernas, que tem se preocupado cada vez mais com as questões que tratam do equilíbrio ambiental. Desta forma uma cadeia de fornecimento, utilizada na produção e distribuição de um bem, poderá ser aproveitada na recuperação do bem, quando em desuso ou descartado (relacionado mais a sua embalagem). O intuito deste fluxo do produto descartado, que se inicia no cliente ou consumidor, é aproveitar os materiais que o constituem ou para dar-lhe o destino ambientalmente correto, que preservará a saúde humana. Este processo de gerenciamento da coleta do um bem descartado é chamado de logística reversa.

#### **3.1 - Dados sobre a produção do pneu**

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

A seguir são apresentados os números da produção nacional de pneus de acordo com a ANIP (2011) juntamente com seus respectivos segmentos a fim de termos uma ideia da dimensão da oportunidade de negócio associada à Logística Reversa deste produto, bem como do problema que este representa caso não seja disposto adequadamente, constituindo assim um passivo ambiental, como foi referido no capítulo 2. No entanto vale a pena ressaltar que somente dispô-lo corretamente não significa o fim do problema, e sim apenas uma parte dele.

Em 2011, as nove empresas associadas à Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) produziram 66,9 milhões de unidades.

Tabela 4 - Produção anual de pneumáticos em unidades por grupo

<b>Pneumáticos</b>	<b>Total 2007 (milhares)</b>	<b>Total 2008 (milhares)</b>	<b>Total 2009 (milhares)</b>	<b>Total 2010 (milhares)</b>	<b>Total 2011 (milhares)</b>
1 – Carga	7.319	7.367	6.034	7.735	7.449
2 – Caminhonetes	6.058	5.842	5.601	7.941	8.471
3 – Automóveis	28.791	29.586	27.492	33.813	32.568
4 - Motocicletas e Motonetas	13.725	15.250	13.000	15.205	16.079
5 – Outros	1.354	1.666	1.684	2.611	2.360
<b>6 - Total de Pneumáticos</b>	<b>57.247</b>	<b>59.711</b>	<b>53.811</b>	<b>67.305</b>	<b>66.927</b>

FONTE: ANIP (2012)

Em 2012, o número de associados da ANIP aumentou, passando de nove para dez empresas.

#### **Volume de Produção: (unidades de pneus)**

- 2011: 66,9 milhões
- 2010: 67,3 milhões
- 2009: 53,8 milhões
- 2008: 59,7 milhões
- 2007: 57,3 milhões
- 2006: 54,5 milhões

#### **Volume de Vendas: (produção + importação)**

- 2011: 72,9 milhões
- 2010: 73,1 milhões
- 2009: 60,2 milhões
- 2008: 64,2 milhões
- 2007: 63,1 milhões

- 2006: 57,2 milhões  
(unidades de pneus)

#### **Volume de Exportação:**

- 2011: 17,4 milhões
- 2010: 18,1 milhões (dato ANIP)
- 2009: 14,5 milhões (dato ANIP) - 18 milhões (dato SECEX)
- 2008: 17,8 milhões
- 2007: 19,8 milhões
- 2006: 18,7 milhões

#### **Categorias de Pneumáticos:**

- Aviões
- Automóveis
- Caminhões
- Caminhonetes
- Máquinas de terraplanagem
- Motos
- Ônibus
- Veículos industriais
- Tratores

#### **Pontos de Venda**

- 4,5 mil pontos-de-venda autorizados
- 40 mil empregos diretos

#### **Principais canais de venda: (em 2011)**

- Mercado de Reposição/Revendedores: (44,5%)
- Exportação: (23,9%)
- Indústria Automobilística/Montadoras: (31,6%)

Tabela 5- Produção de pneu por categoria

<b>Produção por categoria (em unidade)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Caminhões/ ônibus	7,3 milhões	7,4 milhões	6,0 milhões	7,7 milhões	7,4 milhões
Caminhonetes	6,0 milhões	5,8 milhões	5,6 milhões	7,9 milhões	8,5 milhões
Automóveis	28,8 milhões	29,6 milhões	27,5 milhões	33,8 milhões	32,6 milhões
Motos	13,8 milhões	15,2 milhões	13,0 milhões	15,2 milhões	16,1 milhões
Agricultura e terraplanagem	830,1 mil	903,2 mil	679 mil	917 mil	902 mil
Veículos Industriais	462,1 mil	716,4 mil	963 mil	1,6 milhão	1,4 milhão
Aviões	61,0 mil	47,6 mil	41,8 mil	60 mil	60 mil

FONTE: ANIP (2012)

Tabela 6- Vendas de pneu por categoria

<b>Vendas por categoria (em unidade)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Caminhões/ ônibus	7,8 milhões	7,6 milhões	6,6 milhões	8,4 milhões	8,4 milhões
Caminhonetes	6,5 milhões	6,2 milhões	5,9 milhões	8,3 milhões	9,1 milhões
Automóveis	33,7 milhões	33,3 milhões	32 milhões	38,1 milhões	36,2 milhões
Motos	13,7 milhões	15,4 milhões	13,6 milhões	15,5 milhões	16,6 milhões
Agricultura e terraplanagem	888 mil	962,2 mil	718,2 mil	977,3 mil	981,5 mil
Veículos Industriais	498 mil	686,7 mil	1,3 milhão	1,6 milhão	1,5 milhões
Aviões	71,6 mil	61,4 mil	53,1 mil	73,7 mil	73,9 mil

FONTE: ANIP (2012)

Tabela 7- Frota de veículos de Campos dos Goytacazes

Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo os Municípios da Federação - MAR/2012	
Campos dos Goytacazes	
TOTAL	158794
AUTOMOVEL	94665
BONDE	0
CAMINHAO	6274
CAMINHAO TRATOR	723
CAMINHONETE	8945
CAMIONETA	3939
CHASSI PLATAF	0
CICLOMOTOR	8
MICRO-ONIBUS	877
MOTOCICLETA	27778
MOTONETA	9527
ONIBUS	1198
QUADRICICLO	0
REBOQUE	3382
SEMI-REBOQUE	923
SIDE-CAR	16
OUTROS	10
TRATOR ESTEI	0
TRATOR RODAS	36
TRICICLO	28
UTILITARIO	465

FONTE: DENATRAN (2012).

Pelos dados apresentados é possível perceber a dimensão do problema que o descarte inadequado do pneu após sua vida útil pode gerar devido ao grande aumento da produção e consumo desse material.

### 3.2 - Logística Reversa

Como aconteceu com a logística associada à produção de bens, o conceito de logística reversa também evoluiu ao longo do tempo. Em um primeiro instante, em seu conceito mais simples, ela foi definida como o conjunto das operações que apoiam o fluxo de materiais do ponto de origem ao ponto de consumo. Assim também, aconteceu com a logística reversa, que teve como definição nos anos 80: o conjunto de operações que apoiam o fluxo de bens do consumidor para o produtor por meio de um canal de distribuição. Ou seja, o escopo da logística reversa era limitado a esse movimento que faz com que os produtos e informações sigam na direção oposta às atividades logísticas normais.

Tabela 8- Atividades comuns da logística reversa.

<b>Materiais</b>	<b>Atividades da Logística Reversa</b>
Produtos	Retornados ao fornecedor Revendidos Salvados Revenda: vendidos via <i>outlet</i> Recondicionados Remanufacturados Recuperação de material Reciclados Aterro sanitário
Embalagens	Reutilização Renovação Reutilização de materiais Reciclagem

FONTE: LAGARINHOS (2011).

De acordo com uma visão atual a logística reversa pode ser definida como:

Uma nova área da logística empresarial que preocupa-se em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos e dos resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintegrarão ao processo produtivo (LEITE, 2000).

Desta maneira pode-se dizer que a logística reversa refere-se às atividades de devolução de produtos, redução de materiais e energia, reciclagem, substituição e reutilização de materiais, tratamento de resíduos, conserto ou remanufatura. Sob o ponto de vista da engenharia, a logística reversa é um modelo de negócio sistêmico

que aplica os melhores métodos de engenharia e administração logística na empresa, de forma a fechar lucrativamente o ciclo da cadeia de suprimentos, agregando-lhes valores de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, competitivo e de imagem corporativa (STOCK, 1998).

É importante mencionar que existe uma diferença entre as atividades de recuperação da logística reversa da pós-venda e da logística reversa de pós-consumo. A de pós-venda caracteriza-se dentro de um contexto no qual o fluxo reverso pode-se unir através de elos da cadeia de distribuição direta, possui uma estrutura caracterizada em seu próprio canal produtivo, formada por empresas especializadas em suas diversas etapas reversas.

Na logística reversa de pós-consumo são apresentados de forma seriada os elos da cadeia, agora só reversa (coleta multiproduto, triagem, avaliação de nível de recuperação ou aproveitamento das componentes, distribuição, descarte correto) com uma estrutura tipicamente de sinergia entre as empresas e os agentes da cadeia reversa em diferentes tipos de integração. Leite (2009) mostra a sequência lógica desse sistema: “inicia-se pela primeira posse do bem de pós-consumo, sua coleta e sua primeira consolidação. Essa primeira consolidação, o “varejo-reverso”, normalmente comercializa produtos provenientes de uma região geográfica, englobando poucos bairros, apenas efetuando a seleção e a separação inicial dos materiais”.

A fim de assegurar a eficiência no planejamento e controle do processo de logística reversa, há a necessidade de identificar os seus fatores críticos de sucesso que mais influenciam no contexto do fluxo reverso, conforme Lacerda (2002) e Barbieri (2007), alguns dos fatores críticos de sucesso na logística reversa no pós-consumo são transcritos a seguir:

- Bons controles de entrada: consiste na identificação do estado dos materiais a serem retornados e a decisão se o material pode ou não ser reutilizado;

- Processos padronizados e mapeados: a mudança do foco na logística reversa, onde deixa de ser um processo esporádico e de contingência, passando a ser considerado um processo regular, que requer documentação adequada através do mapeamento de processos e formalização de procedimentos. Assim, podem-se estabelecer controles e oportunidades de melhorias.

- Tempo de ciclo reduzido: é o tempo considerado entre a identificação da necessidade de reciclagem, disposição ou retorno de produtos e o seu efetivo processamento.

- Sistemas de Informação adequados: o processo de logística reversa necessita do suporte da tecnologia de informação (TI), a fim de viabilizar o atendimento de requerimentos necessários para a operação. Algumas funcionalidades são requeridas: informação centralizada e confiável, rastreabilidade, avaliação de avarias, entre outras.

O estudo da logística reversa torna-se importante porque o gerenciamento dos resíduos urbanos e industriais, nestes dias, deve seguir o princípio, estabelecido na Lei 12305/2010, de reconhecimento nos resíduos sólidos a sua capacidade de serem reutilizáveis ou recicláveis. Sendo assim, é um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Esta Política Nacional de aproveitamento dos resíduos aumentarão a frequência das operações reversas e as oportunidades de negócios. Portanto, as empresas e a sociedade, como um todo, passaram a dar atenção especial ao tema. Essa importância advém dos seguintes fatos:

- ✓ Os clientes de varejo, cada vez mais exigentes, têm transformado a devolução em uma prática comum, fundada nas mais variadas razões;

- ✓ Em vista do rápido avanço tecnológico e as estratégias de produção industrial, os produtos tornam-se obsoletos cada vez mais rápido o que obriga as empresas a eliminarem tais produtos da forma mais econômica possível;

✓ As possibilidades de reuso de materiais por meio da reciclagem, recondiçãoamento ou outro tipo de reaproveitamento aumentaram, tanto para a produção de novos produtos como com menores custos;

✓ Imposições legais, por exemplo: a Lei Federal 12305/2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Decreto Federal 7404/2010 que regulamenta a PNRS.

✓ Demandas ambientalistas que impulsionam as empresas a zelar pelo destino final de produtos e embalagens;

✓ Economia de recursos, gerando ganhos financeiros, como é o caso da utilização das latas de alumínio e das garrafas retornáveis de bebidas.

Existe também a preocupação com os efeitos futuros que a extração de recursos naturais sem controle e o descarte dos produtos em final de vida útil possam causar tanto ao meio ambiente, quanto a toda população. Esta percepção, em uma grande parcela da população demonstra avanço na conscientização ambiental e dos riscos com os produtos sem descarte correto. Por esta razão, 32,3% das Prefeituras do país conta com coleta seletiva dos materiais recicláveis, segundo o Perfil de Municípios Brasileiros, IBGE (2011).

Outro ponto que se pode citar é que a disposição dos resíduos em geral, vem se tornando cada vez mais custosas. Os aterros sanitários se saturam cada vez mais rápido e locais propícios para construir novos aterros estão se esgotando. Os recursos para fabricação de componentes cada vez mais escassos, conseqüentemente mais caros. Com isso empresas exploram maneiras economicamente factíveis para a disposição dos materiais encontrados como resíduos.

A logística reversa tem sua devida importância, pois além de identificar possíveis retornos econômicos, contribui para a sustentabilidade do planeta. Além disso, a necessidade do gerenciamento destes resíduos, através da logística reversa é, ainda, mais importante quando se considera a Lei 12.305/10 PNRS a qual dentre vários aspectos estabelece a responsabilidade compartilhada entre o setor público, setor empresarial e a coletividade dos envolvidos direta ou indiretamente com a geração de resíduos sólidos.

A Engenharia de Produção possui como uma de suas áreas de estudo e pesquisa a melhoria contínua e a otimização de processos produtivos. Sendo assim, a estruturação e implantação de Sistemas de Logística Reversa nas empresas, estabelecida por lei, torna-se um importante espaço profissional para estes engenheiros. Neste espaço a aplicação das ferramentas apreendidas conduzirá a obtenção de vantagem competitiva para as empresas, além de colaborar para preservação do meio ambiente, condição cada vez mais relevante para os consumidores.

### **3.3 - Logística Reversa do pneu**

A prática comum da população em relação aos pneus em desuso é jogá-los em lixões, aterros, lagos, rios e córregos, principalmente em grandes centros urbanos que cresceram de forma desordenada, por falta de infraestrutura ou mesmo falta de instruções à população. Como resultado ocorre a contaminação do solo, através de liberação de substâncias tóxicas, enchentes e em alguns casos proliferação de doenças.

Outra dificuldade a considerar é o crescimento da frota de veículos no Brasil. O relatório da Frota Municipal do Departamento Nacional de Trânsito -DENATRAN- em dezembro de 2012, divulgou sobre a quantidade de veículos nas cidades e informou que o país contava com 76.137.191 veículos (em média, aproximadamente 1 veículo por cada 3 habitantes) e Campos contava com 169.649, sendo 102.010 carros e 29.339 motocicletas entre outros veículos emplacados.

A falta de informações precisas das condições dos pneus inservíveis, onde encontrá-lo, onde armazená-los e a disponibilidade de transporte são algumas das dificuldades que devem ser resolvidas numa Logística Reversa dos pneus usados. Tais dificuldades geram um custo ainda alto, inviabilizando procedimentos de recuperação mais efetivo por isso a busca de novas alternativas é importante.

A figura 2 mostra um modelo de logística reversa do pneu.

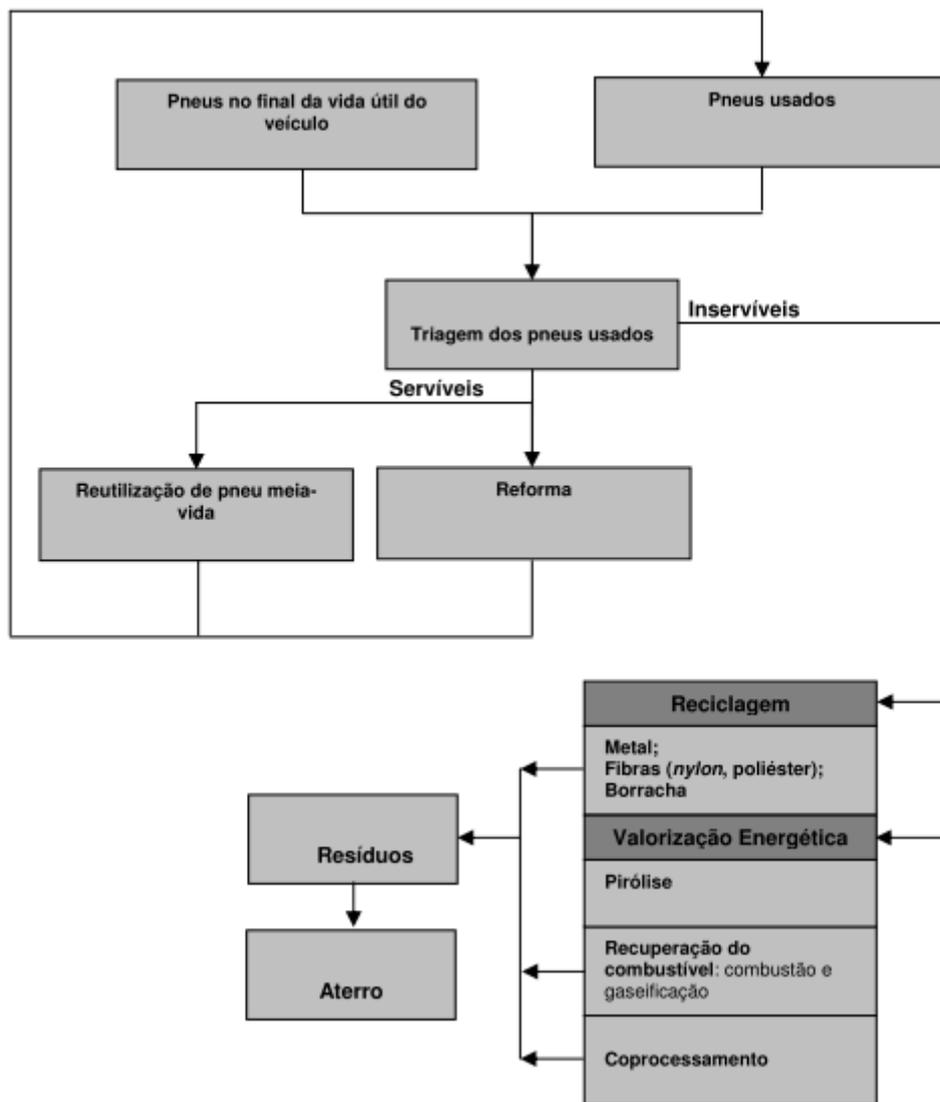


Figura 2 – Logística Reversa do pneu. FONTE: LAGARINHOS (2011)

A primeira etapa da logística reversa dos pneus é a coleta, ela está externa no fluxograma representado na Figura 2, trata-se da etapa mais complexa pela destinação inadequada, por parte dos usuários, desse material e torna-se uma grande barreira, pois há dificuldade de captá-los, além dos custos com transportes devido ao peso e ao grande volume dos mesmos.

Logo após a coleta, esses pneus são levados para um armazém, esse armazém é nomeado como eco-ponto, e/ou para uma oficina onde é feito uma triagem e separados em pneus inservíveis e servíveis e a partir daí são direcionados aos locais adequados. Os declarados servíveis serão reformados e os inservíveis são encaminhados para um processo de reciclagem e após a granulação servem de

matéria prima para muitos fins ou serão levados para a recuperação energética. Após estas duas alternativas os rejeitos gerados serão encaminhados para o descarte final de menor impacto ambiental e na saúde.

A granulação é um processo que ocorre por meio de uma trituração mecânica dos pneus, reduzindo-os a partículas finas de até 0,2 milímetros. No triturador ocorre uma redução dos pneus inteiros em pedaços de 50,8 a 203,2 mm. Após a etapa de trituração os pedaços de pneus são alimentados através de um sistema transportador de correias no granulador, para a redução de pedaços (o processo de reciclagem será melhor explicado ao longo do trabalho).

A figura 3 mostra o pneu granulado:



Figura 3 - Pneu granulado. Fonte: Lagarinhos (2011).

Após a aprovação da Resolução nº 258/99, ocorreu um aumento da cadeia de logística reversa, que é composta pelos elos de coletores, empresas de seleção e triagem de pneus usados, pré-tratamento, reforma, co-processamento, laminadores, entre outros. A Figura 4 mostra o fluxograma do processo da logística direta, demonstrando a produção e importação de pneus novos, e a reversa para os usados, época quando ainda se permitia a importação de pneus descartados. Nesta figura se mostram os elos resultantes da aplicação da legislação ambiental brasileira antes da resolução do Supremo Tribunal Federal em 24/06/2009, pela qual se proíbe a importação de pneus usados, e da PNRS Lei 12305/2010.

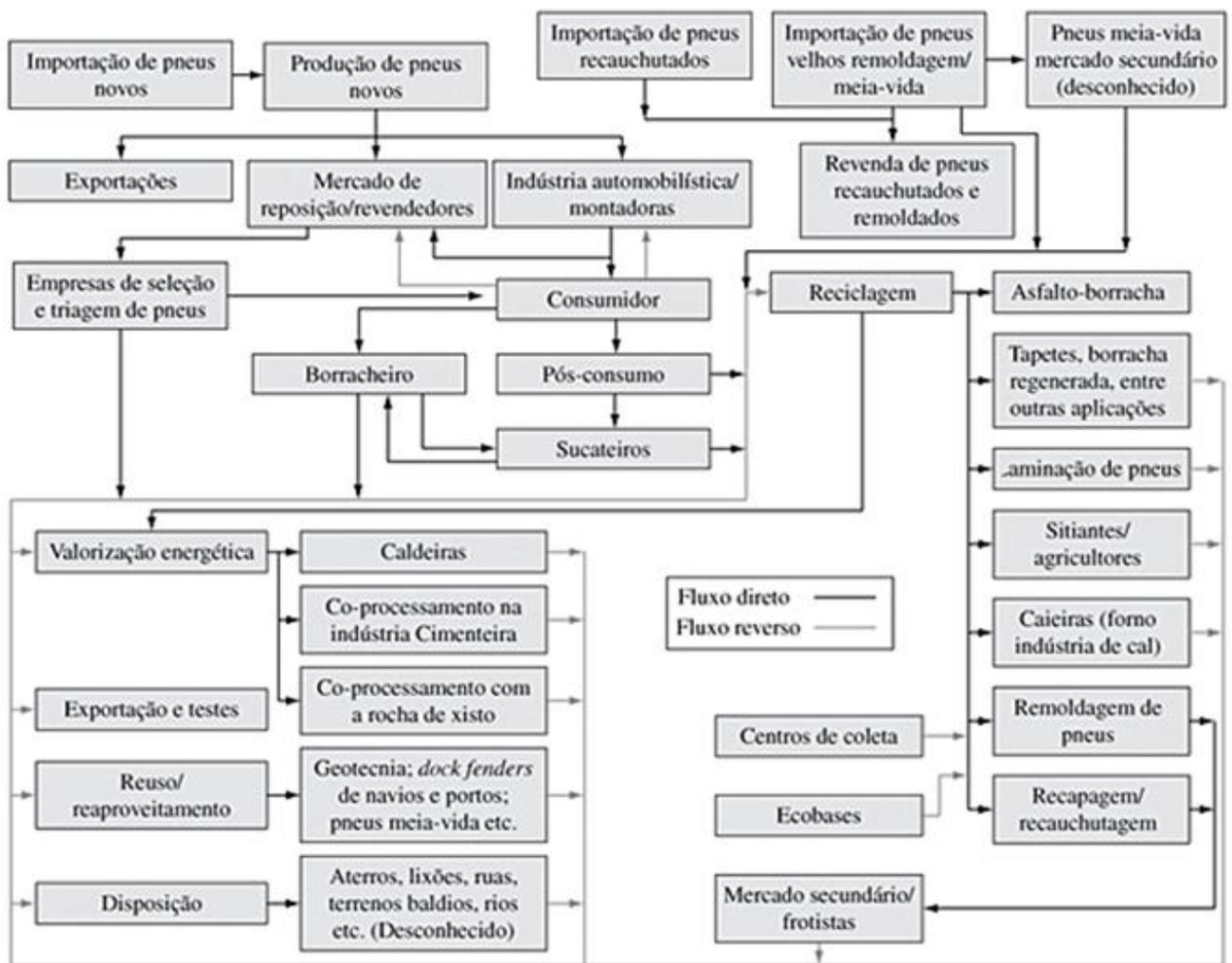


Figura 4 - Fluxograma do processo da logística direta e reversa de pneus, simplificado, no Brasil.

FONTE: LAGARINHOS (2004)

A Tabela 9 mostra as atividades regulamentadas para destinação final dos pneus usados no Brasil, Estados Unidos, Comunidade Europeia e Japão.

Tabela 9 – Comparação da destinação final de pneus no Brasil, Estados Unidos, Comunidade Europeia e Japão.

Destinação Final	Brasil	Estados Unidos	Comunidade Europeia	Japão
Utilização de pneus usados como combustíveis alternativos	Parcialmente regulamentada	Regulamentada	Regulamentada	Regulamentada
Aterros	Não aceito (com exceção)	Aceito em alguns estados	Pneus inteiros até 2003 e triturados até 2006	Não aceito
Reutilização	Não aceito	Aceito	Aceito	Aceito
Exportação (pneus usados)	Não aceito	Aceito	Aceito	Aceito
Construção Civil	Não regulamentada	Regulamentada	Regulamentada	Regulamentada
Reforma (Recauchutagem, Recapagem e Remoldagem)	Não regulamentada	Não regulamentada	Regulamentada	Regulamentada
Taxas e Incentivos	Não existe	Existente em alguns estados	Existente em alguns países	Existente
Base de cálculo para a reciclagem de pneus	(Produção + Importação – Exportação) x %	Disponibilidade efetiva (mercado de reposição)	Disponibilidade efetiva (mercado de reposição)	Disponibilidade efetiva (mercado de reposição)
% cumprimento das metas para a reciclagem de pneus (Fabricantes e Importadores de pneus usados)	28,61% (2005) e 30,3% (2006) (Fabricantes) 1,87% (2005) e 11,45% (2006) (em peso) (Importadores)	86,6% em quantidade de pneus (2005)	87% (2005) (em peso)	100% em quantidade de pneus (2007)

Fonte: ENGEVISTA (2009).

### 3.4 - O processo de reaproveitamento do pneu

A partir do momento que os consumidores deixam os pneus nos distribuidores e/ou revendedores ao término da vida útil ou nos eco-ponto após substituição, é feita uma triagem, onde os pneus são classificados em servíveis ou inservíveis. Os pneus inservíveis são enviados para o processo de pré-tratamento. Este processo consiste em várias operações, como: a separação da borracha, a separação do aço e as fibras têxteis. O produto final dependendo do destino é o pó de borracha ou grão de borracha ou lascas de pneus. Os processos mais utilizados para a trituração de pneus inservíveis são: o de trituração à temperatura ambiente e o processo criogênico<sup>2</sup>. No Brasil o processo mais utilizado é a trituração à temperatura ambiente que é aquele que pode operar a temperatura máxima de 120 °C, reduzindo os pneus inservíveis a partículas de tamanhos finais de até 0,2 mm.

Segundo a Recicla 10 (2006), a reciclagem é feita da seguinte forma:

Os pneus de caminhão são destalonados através do destalonador, figura 5, para evitar que o aço danifique as facas dos trituradores, já os pneus de auto podem ser colocados diretamente na linha de processamento da desmontagem devido a baixa quantidade de aço.



Figura 5- Destalonador. FONTE: PORTAL DA RECICLA 10 (2012) (b).

---

<sup>2</sup> É um processo por meio do congelamento com nitrogênio líquido, permite reduzir a pequenas partículas, de maneira econômica, os materiais elásticos e termo sensíveis, uma vez que controla o acúmulo de calor nos equipamentos assim os componentes do pneu podem ser recuperados.

Após lavagem, os pneus inteiros são colocados na esteira de carga do triturador que os leva no triturador (Figura 6) para serem triturados reduzindo a dimensão em fragmentos ou lascas (*chips*) de 50 x 200 mm em média. Por gravidade os *chips* caem na esteira de descarga que os leva ao macinatore para serem reduzidos.



Figura 6 – Macinatore. FONTE: PORTAL DA RECICLA 10 (2012) (b).

O macinatore (figura 6) efetua a redução das lascas a uma dimensão média que varia de 0 a 20 mm e inicia a desagregação do aço e o tecido presente nos pneus, o aço é desagregado quase totalmente e o tecido ainda permanece em pequenos percentuais nos fragmentos.



Figura 7- Calha Vibratória. FONTE: PORTAL DA RECICLA 10 (2012) (b).

Por gravidade o material cai na esteira de descarga do macinatore e passa no terminal da mesma onde estão previstas células de carga para registrar o peso do

produto que está sendo tratado. Após pesagem o produto é conduzido à calha vibratória com terminal inox que espalha o mesmo para poder efetuar a separação do aço.



Figura 8 – Separador magnético do aço: *Overbelt*. FONTE: PORTAL DA RECICLA 10 (2012)  
(b)

A separação do aço é efetuada através do *overbelt* (eletroímã, figura 8) que extrai o mesmo e o leva para a lateral da linha processamento onde pode ser coletado em caçamba.



Figura 9 – Sistema de aspiração. FONTE: PORTAL DA RECICLA 10 (2012) (b).

O produto sem aço é conduzido ao canal vibratório que efetua a primeira separação grossa do tecido através do sistema de aspiração (Figura 9).



Figura 10 – Granulador. FONTE: Recicla 10 (2012)(b)

Prossegue através da rosca sem fim ao granulador que efetua a última redução do produto dos fragmentos com saída de granulado de 0 a 4 mm, em média, claramente poderá ter granulado um pouco superior a esta medida, que obrigará a retornar ao granulador para ser ulteriormente reduzido através do sistema de roscas previsto.

A extração do granulador é efetuada com sistema de aspiração e ciclone de descarga que alimenta o canal vibratório de separação do tecido que por aspiração separa o tecido desagregado no granulador.



Figura 11- Canal Vibratório. FONTE: PORTAL DA RECICLA 10 (2012) (b).

Após essa separação o material entra numa peneira de classificação. Esse material granulado apresenta uma infinidade de aplicações, algumas delas são listadas a seguir.

Lista de Opções de Reciclagem. Informações Técnicas. Descrição do funcionamento de cada máquina e equipamento. Disponível no site da Recicla 10.

Segundo a Recicla10 a destinação final depende do granulado.

✓ Granulado de 4 a 7 mm:

É utilizado como matéria prima para a fabricação de produtos de borracha como:

- Tapetes;
- Pallets;
- Coxins Automotivos;

- Correias, automotivas e industriais;
- Tijolos para queima, alimentação de caldeiras e fornos em geral.

O granulado é utilizado também como complemento na fabricação de produtos como:

- Tubos;
- Retentores para motores, bombas, encanamentos e etc;
- Mantas de isolamento acústico e térmico;
- Cintas para reboque e levantamento de cargas;
- Sinalização de solo para tráfego.

✓ Granulado de 1.5 a 3 mm:

É utilizado como matéria prima para a fabricação de produtos de borracha como:

- Solados para calçados;
- Pequenos retentores;
- Revestimento de peças metálicas;
- Pisos esportivos;
- Construção civil, onde possui inúmeras aplicações.

✓ Granulado de 3 a 2 mm:

Neste estágio a borracha é pó, e é utilizada como matéria prima para a fabricação dos seguintes produtos:

- Adesivos;
- Vinil;
- Lubrificante para a indústria de plásticos, evita que peças plásticas colem entre si quando armazenadas;
  - Fabricação de peças pequenas de borracha, retentores com diâmetro inferior a 03 cm, (centímetros), entre outros.

A borracha também é utilizada como complemento para a fabricação dos seguintes produtos:

- Tintas;
- Tijolos de alta resistência;

- Látex;
- Goma para adesivos;
- Pneus (dependendo de sua pureza).

Outras aplicações seriam:

✓ Rodovias e Ferrovias

- Asfalto emborrachado;
- Selante reflexivo nas fendas;
- Camadas á prova d'água;
- Selantes de rachaduras (Juntas de Dilatação);
- Reparação de camadas;
- Barreiras acústicas;
- Leito de estradas;
- Sinalizadores portáteis de estradas.

✓ Zona Rural

- Pisos assoalhos, camas em estábulos;
- Caminhos e pistas de turfe e de treinamento;
- Sistemas de drenagem e canais para irrigação;
- Gotejadores de baixa pressão (irrigação);
- Tubos e manilhas para agricultura;
- Vasos para plantas, jardineiras, vasos para flores;
- Divisões de canteiros;
- Bebedouros, cochos;
- Cercas em banhados.

✓ Indústria e Construção Civil

- Blocos (diversos);
- Painéis para casas populares;
- Tijolos de encaixe;
- Galerias de esgoto;
- Telhas, pisos e lajotas para residências;

- Material de fundação;
- Piso industrial, pisos em passarelas;
- Matérias antiestéticas para computação;
- Barreiras acústicas;
- Tinta isolante para telhados á prova d'água e calor;
- Mantas de proteção;
- Pista de rolamento de aeroportos;
- Solas e saltos de calçados;
- Reforço de tapetes;
- Piso protetor para playground de crianças;
- Calçadas públicas nas cidades.

É de grande importância o fato que durante todo o processo não é gerada nenhum tipo de poluição, mas ao contrário o que era lixo altamente poluente é transformado novamente em matéria prima. (Recicla 10, 2006)

Baseado nas atividades que eram realizadas na hoje paralisada empresa Recicla 10, foi montado a Tabela 10 para explicar cada etapa do processamento da reciclagem de pneus juntamente com o maquinário necessário para sua realização. PORTAL DA RECICLA 10(b).

Tabela 10 – Etapas do processamento da reciclagem de pneus

MÁQUINA / EQUIP.	FUNCIONAMENTO	MANUT./CONTROLE	OBSERVAÇÕES
Destalonador Duplo pneus caminhão 1ª. Fase	Extração mecânica dos Anéis de aço (talão) localizados nas laterais do pneu de caminhão.	Inspeções trimestrais efetuadas no primeiro ano de utilização. O processo é todo mecânico. O nível da intensidade sonora respeita a norma EN ISO 3746 / 1996, apresentando um nível de ruído abaixo do limite de perigo. NR 9 – Programa de Prevenção de Risco Ambiental (PPRA).	Não existe resíduo atmosférico ou hídrico. O aço retirado é vendido para Arcelor Mittal, que recicla /reutiliza o mesmo na produção de aço, o que diminui a necessidade de minério de ferro (bem não renovável). E também contamos com laudo técnico de condições ambientais do trabalho (LTCAT). Insalubridade e Periculosidade. NR 15 e NR 16
Triturador SP/E 1000- B 2ª. Fase	Nesta fase tanto pneus de autos como caminhão já destalonado na fase anterior, são triturados, ou seja, despedaçados com até 50 mm. Os dois eixos porta facas, com rotações opostas efetuam a trituração dos produtos proporcionando uma redução volumétrica dos pneus	As facas são afiadas a cada 800 horas.	Não existe resíduo atmosférico ou hídrico. O Processo é mecânico 100% limpo. Os pedaços seguem então para próxima fase de trituração para desmembrar o aço da borracha.
Macinatore – Importado Itália 3ª. Fase	Os pedaços de 50mm são novamente picados / reduzidos em pedaços menores de até 20 mm, esta máquina permite desmembrar / separar partes do aço e o tecido da borracha do pneu, com alta produtividade	As facas fixas são afiadas a cada 60 horas e as plaquetas de corte a cada 240 horas. A máquina é construída de acordo com as normas de segurança operacional vigentes na Comunidade Econômica Europeia CEE.	Não existe resíduo atmosférico ou hídrico. O Processo é mecânico 100% limpo. O aço desmembrado, o tecido e os pedaços de borracha, seguem para o eletroímã.

Overbelt – Eletróimã. 4ª. Fase	Nesta fase, todo aço do pneu é separado da borracha e do tecido/nylon, por um potente imã.	Limpeza diária dos eletroímãs, os resíduos de aço retirados desta limpeza são despejados na caçamba de coleta da empresa Arcelor Mittal.	O aço é despejado diretamente em uma caçamba de coleta e retirado diariamente por um caminhão para ser enviado e vendido para Arcelor Mittal, tal como o aço retirado do talão de pneus de caminhão.
Moinho Granulador 5ª. Fase	Nesta fase, a borracha é novamente triturada e transformada em granulado de 0 a 6 mm, totalmente livre do aço retirado na etapa anterior	As facas fixas são afiadas a cada 60 horas e as rotativas a cada 120 horas de trabalho. Limpeza diária, o resíduo de borracha que fica dentro da máquina e que cai no chão é colocado na fase seguinte do processo.	O granulado de borracha e o tecido desmembrado durante o processo seguem para próxima etapa. Não existe resíduo atmosférico ou hídrico.
Peneiras / Canal Vibratório 6ª. Fase	Nesta fase, o granulado de borracha de 0 a 6 mm é separado do tecido/nylon.	Através de um processo de vibração contínua, a borracha é separada do nylon/tecido que é aspirado.	Não existe resíduo atmosférico ou hídrico. Processo mecânico 100% limpo de resíduos.
Sistema de Aspiração / Filtro Manga 7ª. Fase	Nesta fase, todo tecido é aspirado para fora da linha de produção através de dutos. O tecido cai diretamente em sacos de 200 micras com capacidade de 200 litros, é lacrado e empilhado ao lado da fábrica.	A limpeza do sistema de aspiração é realizada semanalmente, os resíduos (tecidos / nylon) são ensacados também. O sistema também conta com um sistema de filtros mangas auto-limpantes (válvulas com jato de ar constante, ligadas a um compressor de grande capacidade) O resíduo dos filtros também são ensacados.	Não existem resíduos atmosféricos ou hídricos. O tecido é reciclado e utilizado na fabricação de estopas industriais.
Classificadores 8ª. Fase	Nesta fase final o granulado de borracha é classificado por tamanho e acondicionado em Bags com 720 kg cada.		O produto é vendido para diversos clientes: indústria de calçado, asfalto, regeneradores de borracha, etc.

Fonte: PORTAL da RECICLA 10 (2012) (b)

## **Ecoponto**

Uma cadeia para a recuperação de material, como é o caso das campanhas de coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos, tem como estratégia estabelecer pontos de entrega do material reciclável para coleta e são os chamados eco- pontos.

Ponto de coleta ou ecoponto para pneus, então devem ser locais protegidos das chuvas, de uma área regular (100 a 200 m<sup>2</sup>) disponibilizados e administrados por responsáveis, com funcionários em quantidade suficiente para recepcionar e despachar os pneus entregues pela comunidade.

Existe no país uma iniciativa projetada pela ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos) em 1999 dentro do Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis. O resultado deste projeto foi a criação da entidade Reciclanip (Ciclo sustentável do pneu) uma parceria das empresas fabricantes de pneus: Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli desde 2007 e em 2010 se incorporou a empresa Continental. Com a missão de administrar o processo de coleta e destinação de pneus inservíveis em todas as regiões do Brasil, propondo-se garantir a captação dos pneus e a autonomia operacional e financeira.

As Prefeituras municipais interessadas em ter um Ponto de Coleta de Pneus na sua região devem entrar em contato com a Reciclanip para obter a minuta do Convênio de Cooperação Mútua e, na sequência, formalizar o acordo. Assim, os serviços oferecidos pelos municípios (por exemplo: Limpeza Pública, Saúde e Meio Ambiente), borracheiros, revendedoras de pneus, entre outros, podem contribuir levando os pneus inservíveis até o Ponto de Coleta de Pneus. Reciclanip (2012) (a).

O Convênio de Cooperação Mútua para abertura de um Ponto de Coleta de Pneus é formalizado diretamente com o Poder Público. A Prefeitura indica um local coberto para onde são levados os pneus recolhidos pelo serviço de Limpeza Pública, ou mesmo aqueles encaminhados por borracheiros, lojas de pneus, particulares e outros.

Por meio da parceria de convênio, a Reciclanip fica responsável pela gestão da logística de retirada dos pneus inservíveis do Ponto de Coleta e pela destinação ambientalmente adequada do material até as empresas destinatárias licenciada pelos órgãos ambientais competentes e homologados pelo IBAMA.

Os acordos com as Prefeituras Municipais têm permitido a ampliação do número de Pontos de Coleta de Pneus em todo País. Isso se comprova no balanço anual do Programa de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis, que vem apresentando resultados positivos a cada mês. Por exemplo: em 2008, a Reciclanip encerrou o ano com mais de 339 Pontos de Coleta de Pneus. Em maio de 2011, o número de pontos de coleta foi de 726. Em 2012, o número de ecopontos fechou com 743. Vale ressaltar que o eco-ponto de Campos dos Goytacazes ainda não se encontra inserido na contagem divulgada em sua página eletrônica, por ter sido inaugurado em 13/06/2012. Ferreira, T. Eco-ponto com mais de 25 mil pneus recolhidos. PORTAL PMCG (2012) (a).

Na tabela abaixo se mostra a evolução do número de ecopontos da Reciclanip em território nacional. Ao considerar-se o número de municípios, 5.565 fornecido pelo Censo IBGE 2012, e a relação de um eco-ponto por município, o total referido pela Tabela 11 representa um pouco mais dos 13% deles. Mas considerando o tamanho da população, prefeituras com mais de 20.000 habitantes o total da Tabela 11 no ano 2012 representa o 50% dos municípios com um eco-ponto cada. RECICLANIP(b) (2012)

Tabela 11- Evolução da quantidade de ecopontos da Reciclanip

<b>2012</b>	<b>743</b>
<b>2011</b>	<b>726</b>
<b>2010</b>	<b>576</b>
<b>2009</b>	<b>437</b>
<b>2008</b>	<b>339</b>
<b>2007</b>	<b>270</b>
<b>2006</b>	<b>220</b>
<b>2005</b>	<b>135</b>
<b>2004</b>	<b>85</b>

FONTE: RECICLANIP (2012).

Porém, de acordo com (Reciclanip, 2012) existem no estado do Rio de Janeiro um total de 18 ecopontos e nove no estado do Espírito Santo.

De outro lado, segundo o Relatório de Pneumáticos do IBAMA (2012), levantou que em 2011, foram cadastrados 1127 pontos de coleta, sendo que destes 647 estão localizados nos municípios com população acima de cem mil habitantes. O

mapa abaixo apresenta a distribuição de alguns dos ecopontos. Observa-se que os locais contabilizados pelo IBAMA não necessariamente são aqueles Ecopontos dentro da estrutura do Reciclanip, mas cumprem o Regulamento CONAMA N° 416/2009:



Região Norte	Verde
Região Nordeste	Bege
Região Centro - Oeste	Marron
Região Sudeste	Roxo
Região sul	Azul

Figura 12 - Pontos de coleta de pneus inservíveis declarados, por Unidade da Federação

FONTE: IBAMA (2012)

### 3.5 - Situação do pneu inservível no mundo

O problema com a destinação final dos pneus inservíveis é de ordem mundial, devido ao aumento do volume desse material. Há cada vez mais incentivos para compra de veículos o que aumenta a produção e intensifica a geração de mais pneus inservíveis situação sendo abordada por leis ambientais específicas para mitigar suas consequências.

Em 2008 foi estimada uma produção de 1.385 bilhões de pneus no mundo. No Brasil a venda de carros cresceu 9%, 20% na Índia e 50% na China e a expectativa de crescimento da produção mundial de veículos é de 20% até 2015 e o dobro até 2030 (Lagarinhos, 2011).

Entre os maiores produtores mundiais de veículos estão a China com 15%, os Estados Unidos com 13%, a Coreia com 6%, a Alemanha com 5% e a França com 4%. A figura, a seguir, apresenta os 7 maiores produtores mundiais de pneus de automóveis e carga em 2008 (Japan Automotive Tyre Manufactures Association, 2010).

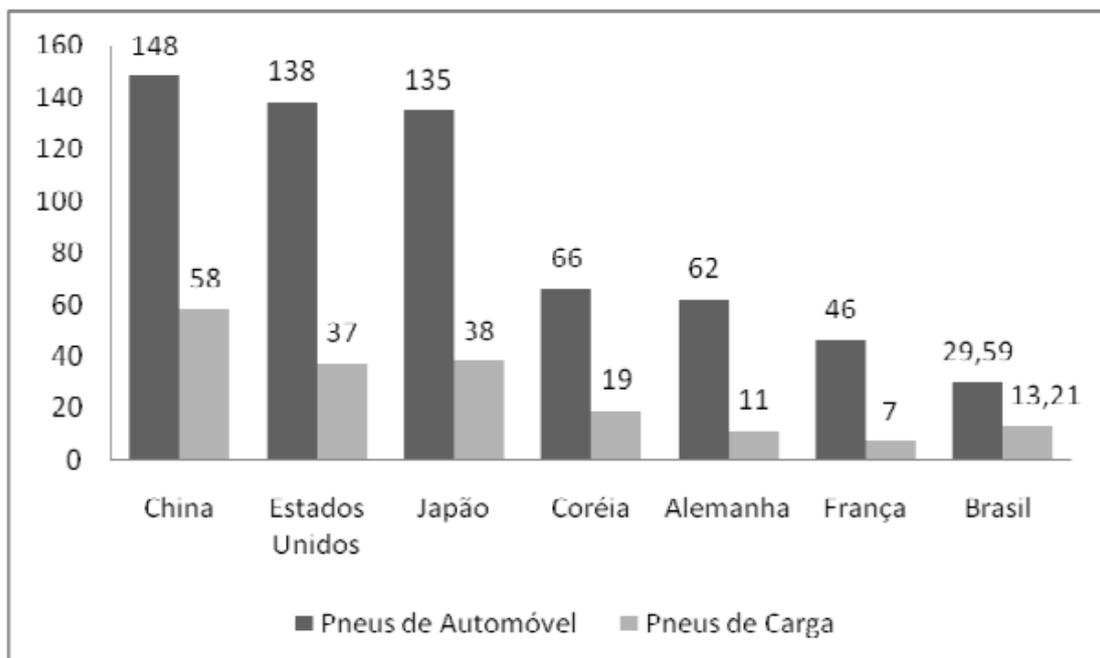


Figura 13 – Produção Mundial de Pneus em 2008, por país (milhões). FONTE: JAPAN AUTOMOTIVE TYRE MANUFACTURE ASSOCIATION (2010)

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

As diretivas são:

- Diretiva da Comunidade Europeia 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, proíbe a disposição de pneus inteiros ou triturados em aterros, Além de obrigar os Estados Membros a coletar e destinar os pneus inservíveis;
- Diretiva 2000/53/CE, de 18 de setembro de 2000, relativa aos veículos no final de sua vida útil, diz respeito a prevenção dos resíduos dos carros após sua vida útil. O objetivo principal é de recuperação e destinação e estabelece que deve ser de 95% até 2015;
- Diretiva 2005/64/CE do Parlamento e Conselho Europeu, de 26 de outubro de 2005, relativa a homologação de veículo a motor, diz respeito a sua reutilização, reciclagem e valorização;
- A Diretiva mais recente é a 2008/98/CE de 19 de novembro de 2008, que tem como objetivo analisar os pneus inservíveis e outros resíduos, para que sejam reconhecidos como matéria prima ou fonte de energia (UNIÃO EUROPÉIA, 2010).

Além das Diretivas destacadas acima, foi criado a ISO 22628 em 15 de fevereiro de 2002. Essa norma trata do método de cálculo da relação de recuperabilidade e reciclabilidade de veículos que depende dos projetos e das propriedades dos materiais dos veículos novos, através dela os pneus usados entram em uma classe de pré-tratamento e são reciclados e reutilizados (ISO, 2002).

A necessidade de reduzir os danos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pneus inservíveis que existe hoje torna inadiável a criação de soluções para minimizar ou reaproveitar estes materiais. Para isso, vários países vêm realizando várias pesquisas para criação de novas tecnologias e alternativas de reciclagem dos pneus ao final de sua vida útil.

### 3.6 - Situações do pneu inservível no Brasil

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

Tabela 12 - Produção Nacional de pneus e pneus inservíveis gerados

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

FONTE: IBAMA (2012)

De acordo com relatório realizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA (2012), observou-se que o setor destinou adequadamente cerca de 85% dos pneus inservíveis referentes à meta de destinação global calculada para o ano de 2011, atendendo à Resolução Conama nº. 416/2009.

Para isto as tecnologias de destinação ambientalmente adequada, praticadas pelas empresas que declararam no Relatório de Pneumáticos em 2011, foram:

- **Coprocessamento:** Utilização dos pneus inservíveis em fornos de clínquer como substituto parcial de combustíveis e como fonte de elementos metálicos;
- **Laminação:** Processo de fabricação de artefatos de borracha;

- **Reciclagem:** Processo industrial de fabricação de borracha moída, em diferentes granulagens, com separação e aproveitamento do aço;
- **Regeneração da borracha:** Processo industrial de desvulcanização da borracha;
- **Industrialização do Xisto:** Processo industrial de coprocessamento do pneumático inservível juntamente com o xisto betuminoso.

A tabela 13 fornece o quantitativo de pneus destinados, em toneladas e por tipo de destinação, para o período janeiro a dezembro de 2011:

Tabela 13 - Tipos de destinação final e quantidade total de pneus inservíveis destinados (2011)

<b>Destinação</b>	<b>Quantidade Destinada (Em t.)</b>	<b>Percentual no País</b>
Coprocessamento	256.481,24	55,46%
Recicladora	138.313,28	29,91%
Laminadora	59.197,88	12,80%
Indústria do xisto	8.334,18	1,80%
Regeneradora	130,62	0,03%
<b>Total</b>	<b>462.457,19</b>	<b>100%</b>

FONTE: IBAMA (2012)

Através da análise desta tabela observamos que o coprocessamento foi a principal atividade de destinação final mais efetuada no país. Ao todo, 23 cimenteiras declararam ser o destino de pneus inservíveis no Cadastro Técnico Federal CTF/IBAMA. As cimenteiras são também, o destino da borracha de pneus já triturados enviados pelas recicladoras e laminadoras.

No entanto, vale enfatizar que os dados deste relatório têm como fonte as informações declaradas pelas empresas fabricantes e importadoras de pneus novos e empresas destinadoras de pneus inservíveis, no Cadastro Técnico Federal do IBAMA, referente ao cumprimento da meta de destinação de pneus inservíveis no ano de 2011.

De acordo com Lagarinhos (2011) mesmo depois da criação das Resoluções CONAMA 258 e 416 o descarte inadequado de pneus ainda se mantém como um grave problema ambiental no Brasil, pois apesar de obrigarem os fabricantes e importadores a dar uma destinação adequada para pneus inservíveis, essas ações não estão sendo cumpridas.

“No Brasil, as atividades de reutilização [de pneus] não são regulamentadas e não existem incentivos para a reciclagem ou utilização de matéria-prima de pneus inservíveis”, (Lagarinhos, 2004).

Percebe-se desta forma que se deve mudar o comportamento que já está enraizado na população através de uma maciça conscientização ambiental para que esta tenha conhecimento do que suas ações podem causar. No entanto cabe ressaltar que medidas deste tipo são difíceis de serem implementadas e seus efeitos serão vistos somente a longo prazo.

Ainda de acordo com a tese defendida por Lagarinhos (2004) os altos custos da coleta e do transporte de pneus descartados se constituem como os principais fatores que dificultam a destinação correta desse material. Outro problema levantado pelo pesquisador, mas não menos importante, é que existe falta de conhecimento dos consumidores sobre o destino que deve ser dado aos pneus usados.

Segundo Lagarinhos (2011), de 2002 a abril de 2011, o descarte inadequado correspondeu a 2,1 milhões de toneladas do produto. Nesse período, os importadores de pneus novos cumpriram 97,03% das metas de descarte estabelecidas, os fabricantes, 47,3% e, os importadores de usados, 12,92%.

A fim de se ter uma ideia do quantitativo de pneus inservíveis gerados anualmente e descartados inadequadamente em 2011 tem-se a tabela 14.

Tabela 14 – Quantidade Estimada de pneus inservíveis destinados incorretamente no Brasil

<b>Estimativa da Quantidade de pneus inservíveis destinados incorretamente no Brasil</b>			
	Destinação Correta em 2011	Descarte inadequado	Porcentagem de pneus destinados inadequadamente
Produção 2011	21,4 milhões	45,5 milhões	68,01 %

FONTE: ANIP (2011)

### 3.7 – Situação do pneu inservível em Campos dos Goytacazes

A fim de tentar solucionar o problema dos pneus inservíveis no município de Campos dos Goytacazes a iniciativa privada com uma parcela de investimento público uniu-se para a criação da empresa Recicla 10, primeira fábrica de reciclagem de pneus do Estado do Rio e segunda do país em tecnologia de ponta. A indústria está instalada na Estrada do Carvão, em uma área de 34 mil metros quadrados, a cerca de 9 km do Centro, e foi atraída para o município através do Fundo de Desenvolvimento de Campos (Fundecam), Instituição de Fomento criado para promover o desenvolvimento de Campos. O investimento foi de aproximadamente R\$ 8 milhões, sendo R\$ 5,5 milhões do Fundo e R\$ 2 milhões de recursos próprios. A empresa tinha o objetivo de fazer a transformação de pneus inservíveis em matéria-prima (pó, granulado de borracha e aço) a fim de ser comercializá-la junto à indústria siderúrgica, construção civil, pneumática entre outras. PORTAL AGÊNCIA RIO DE NOTÍCIA (2013).

A empresa foi constituída em 20/09/2005 e entrou em operação em 20/08/2007. Porém a empresa não seguiu adiante, conforme comprovado em visita de campo em duas oportunidades, mas possui estrutura estabelecida, com o maquinário necessário. PORTAL RECICLA 10 (2012) (a).

Cabe enfatizar que após visita técnica realizada ao local da empresa constatou-se que a sua estrutura física necessária não estava em condições adequadas para armazenar os pneus coletados, visto que alguns galpões estavam sem cobertura e com vazamentos, representando um perigo para a população que se encontra nas proximidades da fabrica.

A fim de determinar a causa da paralisação das atividades buscou-se entrar em contato com o gerente da Recicla 10, Fernando Matias, segundo ele, a empresa está temporariamente paralisada devido à necessidade de constantes e altos investimentos os quais não estão tendo retorno financeiro suficiente para a manutenção das atividades. Ainda segundo informações provenientes da pesquisa de campo descobriu-se que a empresa está buscando alterar a sua estrutura econômica através de novas parcerias econômicas com demais empresários e levantar capitais, para que retorne a sua atividade ainda em 2013.

Caso reinicie sua atividade a empresa Recicla 10 se tornaria uma concorrente da Reciclanip por terem em comum a busca pelo mesmo tipo de matéria-prima, os pneus inservíveis. Sendo assim a Recicla 10 deveria realizar um novo estudo de viabilidade econômica para certificar-se da disponibilidade desse material e os custos envolvidos na sua aquisição e transporte para que não incorra em outra parada de operação por não conseguir se sustentar financeiramente.



Figura 14- Instalações da Recicla 10 em Campos dos Goytacazes. FONTE: RECICLA10 (c)(2007)

A partir da Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos e que estabelece que todo fabricante ou importador é responsável direto pela destinação ambientalmente adequada dos pneus a Prefeitura de Campos dos Goytacazes por meio da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, SMSP inaugurou o seu primeiro

Ecoponto no dia 13/06/2012 em parceria com a Reciclanip, este armazém está localizado na Avenida Carlos Alberto Chebabe, s/nº, Ceasa galpão D, Box 35. O local está aberto de segunda à sexta-feira, das 8h às 13h. PORTAL da PMCG (2012) (b).

Segundo dados da SMSM só em novembro de 2012, foram recebidos 5.147 pneus; em outubro 4.044; em setembro 6.105; em agosto 5.073; em julho 2.371 e em junho, mês de sua fundação, foram 2.505 entregues no Eco ponto e encaminhados à reciclagem, dando um total de 25.245 pneus entregues, de junho a novembro de 2012. PORTAL da PMCG (2012) (a).

De acordo com o secretário Zacarias Albuquerque a cada três mil pneus pequenos ou 300 grandes, a Reciclanip enviaria a condução (caminhões) para seguir com a cadeia de logística reversa do material e encaminhá-lo para processo de aproveitamento. Assim percebe-se que a parceria se dá entre as três esferas que são: a prefeitura do município (poder Público), a Reciclanip e grandes empresas fabricantes de pneus. Observou-se ainda, que um grande número de cidadãos e empreendimentos de pequeno porte não entraram nesta cadeia reversa e nada impedirá que estes descartem seus pneus inservíveis no ecoponto conveniado após forte e continuada campanha de conscientização e abertura de locais mais acessíveis.



Figura 15 e 16 - Eco-ponto em Campos dos Goytacazes- Fotos obtidas pelos autores em janeiro de 2013

Os pneus coletados têm como seguinte ponto a empresa CBL Comércio e Reciclagem de Borracha (parceira da Reciclanip). Logo são encaminhados para a cidade de Nova Iguaçu, onde são cortados e triturados e servem como matéria prima para aquecer fornos de cimenteiras nos Municípios de Cantagalo e Cordeiro ambos no estado do Rio de Janeiro.

A tabela 15 apresenta um registro do recolhimento dos pneus inservíveis no mês de junho de 2012, data de inicio das atividades da Reciclanip, na cidade de Campos dos Goytacazes.

Tabela 15- Registro do recolhimento dos pneus inservíveis em Campos dos Goytacazes

<b>Secretaria Municipal de serviços Públicos</b>			
<b>Planilha de Controle de entrada de pneus – Eco Ponto</b>			
<b>Data</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Tipo de Pneu</b>	<b>Qualificação do descartante</b>
13\06\2012	800	Veiculo de passeio	Mecha Pneus
14\06\2012	450	Veiculo de passeio	PG Machado
18\06\2012	100	Veiculo de passeio	Auto 28
18\06\2012	50	Ônibus	Viação Tamandaré
19\06\2012	28	Ônibus	Viação Tamandaré
22\06\2012	380	Veiculo de passeio	Mecha Pneus
22\06\2012	50	Ônibus	Viação Tamandaré
25\06\2012	22	Caminhão	Barcelos\Cia LTDA
26\06\2012	15	Veiculo de passeio	AV Tarcísio Miranda Turf Club
29\06\2012	200	Diversos	CCZ
02\07\2012	40	Diversos	Recauchutadora Br Campos
04\07\2012	220	Veiculo de passeio	PG Machado Me
04\07\2012	60	Caminhão	Nildo Costa da Silva
06\07\2012	90	Veiculo de passeio	Mecha Pneus

FORNE: RECICLANIP (2012)

No quadro se observam que os pneus provêm em sua maioria de revendedoras de porte médio, empresas de ônibus urbano e entidade de Serviço Público, o Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), não sendo encontrados dados referentes à entrega por parte dos consumidores comuns.

Segundo o secretario da SMSP Zacarias Albuquerque para o descarte adequado do material e conseqüentemente o sucesso do empreendimento faz-se necessária uma parceria entre a prefeitura, a Reciclanip e os empresários que trabalham com o pneu, de modo que ambos saiam beneficiados com o empreendimento.

#### **4 – Resultados e Conclusões**

A quantidade de pneus inservíveis gerados em Campos dos Goytacazes foi estimada utilizando os resultados do Relatório Técnico preparado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT para ANIP, IPT (2006), segundo o qual porcentagem de pneus usados que voltam a rodar, seja pelo reuso ou após processo de reforma, é de 53,3% e os 44,7% restantes são inservíveis. Tendo por base os dados obtidos pelo Denatran do exercício de 2012 estima-se que são gerados cerca de 657.142 pneus anualmente. Contrapondo esse valor com o fornecido pelo PORTAL da PMCG(a) (2012) que informa que no período de junho a novembro de 2012 foram destinados adequadamente 25.245 e considerando que esse valor se mantenha para os próximos seis meses ter-se-ia um total de 50.490 pneus coletados pela Reciclanip por ano fornecendo um quantitativo de 47.424, ou seja, quase 48% são ainda destinados de forma inadequada na cidade. A partir das estimativas foi constatado que o valor obtido se encontra de acordo com a porcentagem estabelecida pelo IPT (2006), este valor é considerado muito baixo sendo necessária uma grande melhora. Como é demonstrado no Anexo 3.

Para efeito de cálculo definiu-se previamente que os carros de passeio e tratores possuiriam: 4 rodas, caminhões e ônibus: 6 rodas e motos e motonetas: 2 rodas. E devido à dificuldade de se determinar com exatidão o tempo de desgaste do pneu em virtude da dependência das estimativas para fatores: como condições da estrada e tempo de uso do proprietário; toma-se por base o tempo de 3 (três) anos, tempo médio de uso, baseado no trabalho LOURENÇO et al. (2010). Utilizou-se para os cálculos o software Excel, ver Anexo 3.

Ao analisar os valores obtidos pelo descarte incorreto de pneus na cidade, aproximadamente 48% e confrontá-los com a Tabela 11 que informa o doador do produto, percebe-se claramente que se tratam apenas de pequenas empresas ou uma organização de tipo similar, não sendo encontrados dados expressivos referentes ao descarte realizado pelo cidadão comum no ecoponto conveniado a Reciclanip. Assim, apenas uma pequena parcela do pneu inservível gerado acaba sendo destinado adequadamente, devido à baixa participação da população neste processo.

Deste modo, deverá haver também uma parceria entre a Prefeitura do Município e as borracharias, distribuidores e revendedoras para coletar os pneus e em seguida recomenda-se enviá-los ao ecoponto, visto que a Reciclanip não faz a coleta e o transporte de pneus inservíveis destes locais. Esta coleta das borracharias e pequenos distribuidores até o ecoponto, deveria estar sob responsabilidade da Prefeitura, sendo feito uma vez ou duas vezes por mês, para dividir custos e utilizando em caminhão gaiola.

Todavia, para que este processo funcione de maneira efetiva é necessário melhorar e ampliar a fiscalização nestes pontos de armazenamento de pneus, principalmente nas borracharias informais e reformadores artesanais por se tratarem de numerosos estabelecimentos que às vezes retêm uma quantidade grande de pneus inservíveis. Assim poderá se ter um maior controle no fluxo de pneus inservíveis no Município. Simultaneamente deve-se aumentar as campanhas, que se recomenda que sejam continuadas para população, informando dos impactos a saúde e ao ambiente, mostrando as consequências provenientes do descarte impróprio dos pneus e as formas de reduzir ou, até eliminar os prejuízos.

Após estas observações montou-se o fluxograma da cadeia reversa dos pneus inservíveis em Campos, com a finalidade de representar os elos necessários para as operações da logística reversa de pneumáticos e identificar melhores regiões passíveis de melhoria oriundas das observações anteriores. O qual se encontra na Figura 17.

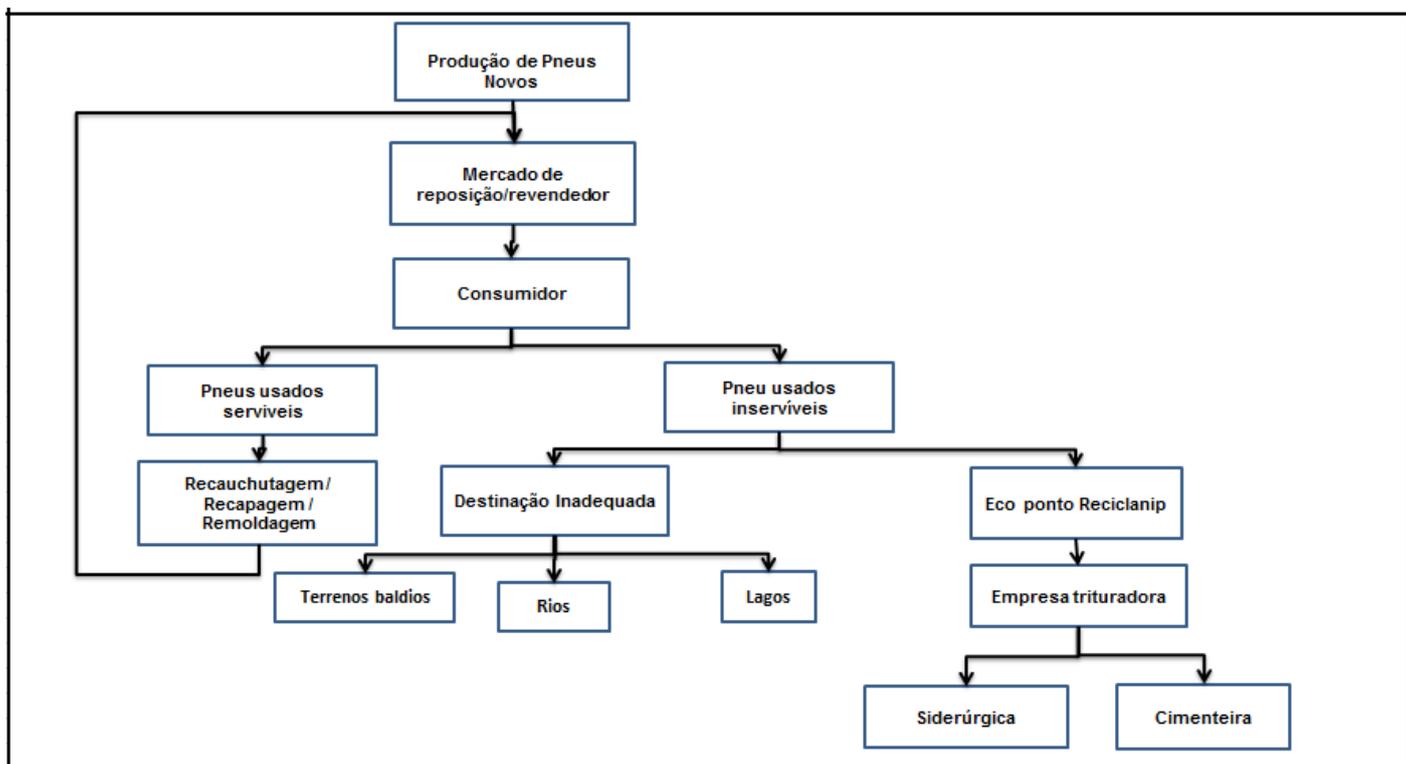


Figura 17 – Fluxograma da destinação do pneu na cidade de Campos dos Goytacazes.

- Elaborado pelos autores

Os processos industriais existentes para reforma de pneus usados são: Recapagem (reforma através da substituição de sua banda de rodagem), Recauchutagem (reforma através da substituição da sua banda de rodagem e dos ombros), e Remoldagem (reforma de pneus classificados como reformáveis, através da substituição da banda de rodagem, dos ombros e de toda superfície dos seus flancos).

Identificou-se que uma das causas do descarte inadequado é ocasionada pela ausência de propagandas eficientes de conscientização que devem ser feitas através de campanhas contínuas ao longo do ano, através de outdoors, folders, radio, televisão e mídias sociais. Em razão de que, os proprietários de automóveis ao trocarem os seus pneus, nos distribuidores ou revendedores, de alguma forma acham que o pneu usado possui valor agregado, se recusando a deixá-los nestes locais. No entanto, com informações e preparação os usuários podem formar uma consciência de contribuição; de participação ativa do processo de coleta, através da doação dos pneus para as lojas revendedoras que possibilitará a vigilância da destinação correta dos pneus até os ecopontos de Reciclanip.

Essas campanhas de educação ambiental contínuas quando realizadas nas empresas, nas comunidades, nas esferas políticas, focando numa melhor maneira de uso e descarte de pneus gerará um saldo positivo garantidor para as futuras gerações, bem como a criação de uma consciência ecológica, principalmente ao aceitar um novo conceito sobre o lixo, pois ele nada mais é que um insumo de um novo produto, criando uma mudança de paradigma que diretamente estimularão as novas gestões logísticas em toda a sua área de atuação.

Todavia para que os consumidores deixem os pneus usados na loja após a troca por novos, devem ser oferecidos alguns benefícios a ele, pois como mencionado anteriormente eles acreditam que o produto tem algum valor. Esses benefícios poderiam ser: descontos na compra de novos pneus, criação de um bônus para a reciclagem com a participação dos importadores e fabricantes, ou seja, medidas que incentivem o descarte adequado.

Desta forma uma cadeia logística, para pneus inservíveis, chegará a ter um fluxo contínuo e ininterrupto, onde os consumidores, distribuidores, revendedores, borracheiros, associação dos fabricantes participem do processo de coleta e armazenamento dos pneus usados, em contraste com a situação real encontrada no município onde apenas algumas empresas descartam seus pneus no ecoponto da Reciclanip, em detrimento aos que fazem de forma inapropriada.

Um problema detectado é a paralisação das atividades da empresa Recicla 10, ver Anexo 2, além dos existentes métodos de reutilização, que dificultam a interação da população para a minimização do problema de descarte pneus inservíveis.

Outro problema detectado foi a localização do ecoponto onde, através de visitas técnicas, foi observado que se situa em uma região distante e mal sinalizada dificultando o acesso do cidadão comum até ele.

Desta maneira recomenda-se a instalação de mais pontos de coleta intermediários ao ecoponto da Reciclanip, em lugares estratégicos e de fácil acesso, melhorando o recolhimento deste material a fim de facilitar a participação da população, que muitas vezes usa como argumento a dificuldade de encontrar lugares corretos para deixar seus pneus inservíveis em pontos apropriados.

Logo, uma solução viável seria a implantação desses ecopontos intermediários pela cidade, em lugares estratégicos e de fácil acesso, melhorando o recolhimento desse material. Por exemplo, em faculdades por se tratarem de pontos de grande aglomeração de carros, conseqüentemente de pessoas usuárias de condução com rodas e que serviriam também de pontos de divulgação das campanhas de coleta.

Todavia esses lugares devem dispor de uma área coberta para acomodação desse material, para que não apresente o mesmo risco de se tornarem criadouros de insetos, como observado no ecoponto presente na cidade, que devido à falta de manutenção em uma de suas calhas de cobertura está permitindo a entrada de água dentro do depósito e conseqüentemente dentro dos pneus, fato extremamente perigoso, visto que alguns insetos, como por exemplo, os mosquitos que são vetores de doenças.

Logo através de nossa pesquisa identificou-se que os fatores críticos de sucesso na logística reversa citados anteriormente não estavam sendo atendidos:

1) Ao enviar um questionário e também, por meio de visitas as instalações constatou-se que não havia nenhum tipo de controle de entrada para identificação do estado do material recebido. É recebido todo tipo de material e declara-se que posteriormente seria feita uma triagem para encaminhar o pneu ao local adequado.

2) Identificou-se que o processo ainda não está mapeado, pois como mostrado na Tabela 11, fornecida pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos numa visita de campo, a entrega do material ainda não ocorre de maneira regular, não possuindo uma data pré-determinada para recebimento e quantidade estabelecida. Fato este que afeta drasticamente a eficiência do planejamento e controle do processo, bem como do encadeamento das atividades deste processo ao longo cadeia logística reversa de pneus usados.

3) Conseqüentemente como o processo ainda não foi mapeado, não podem ser planejadas estratégias de redução de seu tempo de ciclo de entrega, visto que a atividade de entrega dos pneus não possui uma data pré-definida. Com isso, é comprovada a dificuldade de ser obter a matéria-prima necessária, para diferentes opções de reciclagem, devido à dificuldade de controle do fornecimento da mesma.

## **5 - Considerações Finais**

O descarte inadequado dos pneus é um problema crescente, que vem se intensificando pelo considerável aumento na frota de veículos. Uma solução adequada se faz cada vez mais urgente, pela gravidade dos danos causados por esse material.

Através da elaboração deste trabalho percebeu-se que o descarte adequado de pneus no município de Campos dos Goytacazes depende da contribuição da Logística Reversa conforme estabelecido na Lei 12305/2010 PNRS. Em consequência ao se implantar as operações logísticas para a recuperação dos pneus descartados, tornar-se-ia estruturada e permitiria a integração de segmentos como Prefeitura Municipal, empresas e comunidade para viabilizar o fluxo correto deste material ao longo da cadeia logística. Deste modo favorecendo-se o eficaz e eficiente controle, possibilitando que estes cheguem aos ecopontos da Reciclanip ou para a empresa Recicla 10 e diminuindo o número de pneus usados destinados incorretamente.

Propõe-se também a implementação de ecopontos em lugares estratégicos pela cidade, ligados às operações da logística reversa dos pneus inservíveis e a divulgação continuada dos efeitos de poluição e contra a saúde além de suas formas de redução, o que facilitaria o recolhimento desse material, o qual é o principal problema.

## 6 - Referências Bibliográficas

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: set. 1987.

ANIP: Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. São Paulo. **ANIP em números**. Disponível em: [<http://www.anip.com.br/?cont=conteudo&area=32&titulo\\_pagina=Produ%E7%E3o,>](http://www.anip.com.br/?cont=conteudo&area=32&titulo_pagina=Produ%E7%E3o,>) Acesso em 16/10/2012.

ARAÚJO, P. R do N. **Logística Reversa e os Benefícios da Implantação de um Projeto de Coleta de Pneus Inservíveis**. Ouro Preto – MG, 2007.

ARAÚJO, F. C; SILVA, R. J. da. **Pneus inservíveis: análise das leis ambientais vigentes e processos de destinação final adequados**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre-RS, novembro de 2005.

BARBIERI, José Carlos, **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos modelos e instrumentos**. 2da. Edição, São Paulo: Saraiva 2007.

BERTOLLO, S. Ap.; FERNANDES, J. L. Jr; VILLAVERDE, R. B.; MIGOTO FILHO, D. **Pavimentação Asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Revista Limpeza Pública, 54: 23-30, 2002.

BIOSAFE. **Granulado de borracha reciclada 2010**. Disponível em [<http://www.biosafe.pt/ptincipalp.html>](http://www.biosafe.pt/ptincipalp.html). Acesso em: 03\01\2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis, **Instrução Normativa nº 008, de 18 de setembro de 2003**. Brasília: IBAMA 2003. Disponível em [<http://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/041400/.htm>](http://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/041400/.htm). Acesso em 21/02/2013.

BUENO,F. **Logística Reversa e Sustentabilidade: Gargalos e a importância diante do Cenário Competitivo**. Artigo publicado no Blog Sustentabilidade. Disponível em [<http://sustentabilidade.com/?p=164>](http://sustentabilidade.com/?p=164) Acesso em: 16/11/2012

CEMPRE. **Mercado para Reciclagem.** Disponível em: <[http://cempre.tecnologia.ws/fichas\\_tecnicas.php?lnk=ft\\_pneus.php](http://cempre.tecnologia.ws/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_pneus.php)>. Acesso em 03\01\2013

DENATRAN: **Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo os Municípios da Federação - MAR/2012.** Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>> Acesso em 12/12/2012.

ENGEVISA: **RECICLAGEM DE PNEUS: DISCUSSÃO DO IMPACTO DA POLÍTICA BRASILEIRA-** 2009. Disponível em: <<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/view/226/128>> Acesso em: 05/12/2012.

FERREIRA, T. **Logística Reversa: destinação correta aos pneus.** Matéria jornalística publicada no Portal eletrônico da PMCG. Disponível em: <[http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id\\_noticia=15232](http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=15232)> Acesso em: 20/12/2012.

GOODYEAR DO BRASIL. **Conhecimentos fundamentais de pneus,** São Paulo: Goodyear do Brasil, 2009b. CD ROM.

GOMES, C. F. S. & RIBEIRO, P. C. C. (2004) - **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação.** Pioneira Thomson Learning. São Paulo.

GOMES, J.A., OGURA, S.K. **Tratamento e Reaproveitamento de Pneus Usados.** Cetesb: São Paulo, 1993.

GRECA, M. R.; MORILHA, A. **Asfalto Borracha – ECOFLEX.** Artigo técnico da empresa Grupo Greca Asfaltos, São Paulo, ago. 2003.

HEITZMAN, M. **Design and construction of asphalt paving materials with crumb rubber modifier.** Washington, D.C.: TRB, 1992.

IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 22/09/2012.

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo -. - "**Relatório Técnico nº 91 136-205**", IPT, São Paulo (2006).

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de Pneumáticos Ano 2012 relativo ao ano de 2011**.

JAPAN AUTOMOTIVE TYRE MANUFACTURE ASSOCIATION. **Tyre Industry of Japan 2012**. Tokyo: JATMA, 2010.

KAMIMURA, E. **Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

LACERDA, L. (2002) – **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro, COPPEAD/UFRJ.

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

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

LEITE, P.R. **Canais de Distribuição Reversos**– 8a Parte. Revista Tecnológica, Ano VI, No 61, 2000.

LEITE, P.R. **Logística Reversa**. 2ª ed. SP: Editora Pearson, 2009.

LIXO.COM **Pavimentação asfáltica: Uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Disponível em

<[http://www.lixo.com.br/site\\_antigo/www.lixo.com.br/pneus.htm](http://www.lixo.com.br/site_antigo/www.lixo.com.br/pneus.htm)>. Acesso em 24/09/2012.

LOURENÇO, G. KYRISOGLOU, H. MOTA, R. VEIGA, S. **Estudo da viabilidade de reciclagem de pneus e seu uso na fabricação de asfalto ecológico**. Revista Ciências do Ambiente On-Line, São Paulo, Volume 6, Número 3, Dez, 2010.

PIRELLI. **Pneus, informações técnicas**. Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br/pr/pneumatici/infotek/index.htm>>. Acesso em: 12/10/2012.

PIRELLI CLUB TRUCK. **Destinação Correta Para Os Pneus Inservíveis**. Disponível em: <<http://www.pirelliclubtruck.com.br/revistaclubtruck/revista/truck09/alerta.html>>. Acesso em: 12/10/2012.

PNRS: LEI N° 12.305 – **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acessada em 20 de agosto de 2012.

PORTAL AGÊNCIA RIO DE NOTÍCIAS: **Campos inaugura fábrica de reciclagem**. Disponível em: <<http://www.agenciario.com.br/materia.asp?cod=31340&codEdit=17>>. Acesso em 23/02/2013.

PORTAL da PMCG (a) **Ecoponto com mais de 25 mil pneus recolhidos**: Disponível em < [http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id\\_noticia=16138](http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=16138)>. Acesso em: 20/12/2012.

PORTAL da PMCG(b) **Logística Reversa: destinação correta aos pneus**: Disponível em: < [http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id\\_noticia=15232](http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=15232)> Acesso em: 20/12/2012.

PORTAL DA RECICLA 10(a) **Empresa: Descrição**: Disponível em < <http://www.recicla10.com.br/index2.html>>. Acesso em: 20/12/2012.

PORTAL DA RECICLA10(b) **Empresa: Informações Técnicas:** Disponível em <<http://www.recicla10.com.br/index2.html>>. Acesso em: 20/12/2012.

PORTAL DA RECICLA10(c) **Empresa: Unidade:** Disponível em <<http://www.recicla10.com.br/index2.html>>. Acesso em: 20/12/2012.

RAMOS, L. **A logística Reversa de Pneus Inservíveis: O problema da Localização dos Pontos de Coleta.** Dissertação de Mestrado. 2005, 99 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

RECICLANIP(a) **Como abrir um ponto de coleta.** Disponível em <<http://www.reciclanip.com.br/~recic012/v3/public/pontos-de-coleta-como-abrir>>. Acesso em: 29\12\2012.

RECICLANIP(b) **Evolução dos pontos de Coleta.** Disponível em <<http://www.reciclanip.com.br/~recic012/v3/public/pontos-de-coleta-evolucao>>. Acesso em: 29\12\2012.

RECICLANIP(c) **Pontos de Coleta no Brasil.** Disponível em <<http://www.reciclanip.com.br/~recic012/v3/public/pontos-coleta/brasil>>. Acesso em: 29\12\2012

RODGERS, B.; WANDDEL, W. Tire engineering. In: MARK, J. E.; BURAK, E; EIRICH, F. R. **The science and technology of rubber.** 3. Ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. P.619.

RUFFO, G. H. **A História do Pneu.** Revista Quatro Rodas, Abril de 2009. Disponível em: <<http://quatorrodas.abril.com.br/autoservico/reportagens/historia-pneu-76615.shtml>> Acesso em: 29/05/2012.

SARIAN, G. (2003) – **Logística reversa: os custos do retorno à origem.**

SOUZA, F. A. **Co-processamento de resíduos industriais.** Rio Branco do Sul: Votorantim Cimentos, 2008.

SPECHT, L. P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus**. 2004. 279f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SPREAFICO, P. I.; BARROS, C. S.; SOUSA, A. M. R.; RIBEIRO, R. M. **Diagnóstico da Logística Reversa de Pneus Inservíveis na Região Norte do Ceará**. In: III Congresso Nacional de Administração e Ciências Contábeis - ADCONT 2012; Rio de Janeiro, RJ.

STOCK, J. R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs**. Council of Logistics Management, 1998.

SUSTENTABILIDADE.COM **Logística Reversa e Sustentabilidade: Gargalos e a importância diante do Cenário Competitivo**. Disponível em <http://sustentabilidade.com/?p=164>.> Acesso em: 16/11/2012.

## **7 - Anexos**

### **Anexo 1- Questões preparadas para utilizá-las no projeto**

#### **- Questionário -**

- 1)** Quando se iniciou a atividade na cidade de Campos dos Goytacazes?
- 2)** Como foi realizada a parceria com a Reciclanip?
- 3)** Houve algum contato/relação com a extinta Recicla10?
- 4)** Qual o volume de pneus recebidos? Há algum histórico demonstrando esses dados?
- 5)** Quais são os ecopontos existentes na região?
- 6)** Como é feita a captação/recolhimento de pneus pela instituição? Existe alguma parceria com catadores?
- 7)** De que forma é realizada a triagem do material recém-chegado?
- 8)** No ecoponto ocorre algum processamento do material recebido, ou ele é simplesmente um lugar de coleta para posteriormente ser enviado a outro local?
- 9)** Caso seja realizado processamento como ele é feito?
- 10)** Qual maquinário necessário para operação de um eco-ponto?
- 11)** Qual o investimento financeiro necessário para a construção de um eco-ponto? A área mínima para o recebimento dos pneus em condições adequadas?
- 12)** Quantas pessoas trabalham atualmente no eco-ponto?
- 13)** Existe uma campanha publicitária em rádios, panfletos ou mídia eletrônica de estímulo a destinação adequada desses pneus nos ecopontos?

## Anexo 2 - E-mail indicando o contato com o Gerente da Recicla 10, Fernando Matias.

The screenshot shows a Yahoo! Mail interface. At the top, there's a search bar with "Buscar no Yahoo! Mail" and "Buscar na Web" buttons. The user's name "Oi, Leandro" is visible in the top right. The email is titled "RE: Termino das atividades da..." and is from "fernando matias para você" dated "Qua, 12:06".

The email content is as follows:

A empresa está em negociação com outros empresários para dar continuidade no trabalho

---

Date: Wed, 20 Feb 2013 03:17:22 -0800  
From: florencio\_leandro@yahoo.com.br  
Subject: Re: Termino das atividades da Recicla10  
To: fernando\_recicla10@hotmail.com

Entao posso por no meu trabalho que foi esse o motivo da paralisação das suas atividades: A necessidade de constante e alto investimento em contraste com o retorno ainda pequeno?

---

De: fernando matias <fernando\_recicla10@hotmail.com>  
Para: florencio\_leandro@yahoo.com.br  
Enviadas: Quarta-feira, 20 de Fevereiro de 2013 6:33  
Assunto: RE: Termino das atividades da Recicla10

Leandro, a Recicla10 não está fechada, apenas parou de funcionar temporariamente. Esse tipo de empresa necessita de um investimento alto e constante e seu retorno ainda é pequeno, mas devemos retomar as atividades ainda este ano.

> Date: Tue, 19 Feb 2013 12:15:51 -0800  
> From: florencio\_leandro@yahoo.com.br  
> Subject: RE: Termino das atividades da Recicla10  
> To: fernando\_recicla10@hotmail.com  
>  
>  
> Oi Fernando alguns dos dados que te pedi ja encontrei na pagina da Recicla 10 , o que está faltando é apenas o motivo do fechamento da empresa. Precisamos disso com urgencia pois tenho q entregar ate quinta feira. Desde de agradeço a atenção e espero sua resposta assim que puder.  
> Leandro Florencio.  
> -----  
> Em sáb, 16 de fev de 2013 08:37 PST fernando matias escreveu:  
>  
>  
>>boa tarde Leandro!!.....por favor me dê mais detalhes da sua monografia, do que fala e quais as informações que necessita?  
>>  
>>

The bottom of the screenshot shows a Windows taskbar with various application icons and a system tray displaying "10:56 25/02/2013".

**Anexo 3 – Planilha com os dados utilizados para a previsão anual de pneus inseríveis em Campos dos Goytacazes.**

Pneus Inseríveis a serem gerados em Campos dos Goytacazes			
Pneus em circulação em Campos dos Goytacazes segundo Denatran (Dezembro, 2012)			Pneu inserível gerado, adotando a taxa de 0,447
TOTAL	169949	408160	293742
AUTOMOVEL	102040	408160	
BONDE	0	0	Como em média cada pneu dura 3
CAMINHAO	6523	39138	
CAMINHAO TRATOR	715	4290	
CAMINHONETE	9659	57954	Qtd de pneu gerado/ano
CAMIONETA	4317	25902	97914,2
CHASSI PLATAF	0	0	
CICLOMOTOR	23	46	
MICRO-ONIBUS	910	5460	Pneus Descartados inadequadamente
MOTOCICLETA	29339	58678	47424,2
MOTONETA	9901	19802	
ONIBUS	1218	7308	
QUADRICICLO	0	0	Porcentagem de pneus inadequadamente descartados
REBOQUE	3611	21666	0,48434
SEMI-REBOQUE	999	5994	
SIDE-CAR	16	64	
OUTROS	13	52	
TRATOR ESTEI	0	0	
TRATOR RODAS	43	172	Projeção da quantidade anual de pneus recolhidos pela Reciclanip
TRICICLO	29	84	50490
UTILITARIO	593	2372	
Total de pneus		657142	

**Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo os Municípios da Federação - Fonte DENATRAN (2012)**

## **Anexo 4- Resolução do CONAMA sobre pneus**

RESOLUÇÃO CONAMA No 258, DE 26 DE AGOSTO DE 1999

Publicada no DOU de 2 de dezembro de 1999

Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequadas aos pneus inservíveis.<sup>3</sup>

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de seis de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando que os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública;

Considerando que não há possibilidade de reaproveitamento desses pneumáticos inservíveis para uso veicular e em para processos de reforma, tais como recapagem, recauchutagem e remoldagem;

Considerando que uma parte dos pneumáticos novos, depois de usados, pode ser utilizada como matéria prima em processos de reciclagem;

Considerando a necessidade de dar destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura, aos pneumáticos inservíveis, resolve:

Art.1º As empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas.

Parágrafo único. As empresas que realizam processos de reforma ou de destinação final ambientalmente adequada de pneumáticos ficam dispensadas de atender ao disposto neste artigo, exclusivamente no que se refere à utilização dos quantitativos de pneumáticos coletados no território nacional.

Art. 2º Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se:

I - pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos; II - pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum-TEC;

III - pneu ou pneumático reformado: todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum-TEC;

IV - pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional.

Art. 3º Os prazos e quantidades para coleta e destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneumáticos inservíveis de que trata esta Resolução, são os seguintes:

I - a partir de 1º de janeiro de 2002: para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

II - a partir de 1º de janeiro de 2003: para cada dois pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

III - a partir de 1º de janeiro de 2004: a) para cada 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.

Parágrafo único. O disposto neste artigo não se aplica aos pneumáticos exportados ou aos que equipam veículos exportados pelo País.

Art. 4o No quinto ano de vigência desta Resolução, o CONAMA, após avaliação a ser procedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA reavaliará as normas e procedimentos estabelecidos nesta Resolução.

Art. 5o O IBAMA poderá adotar, para efeito de fiscalização e controle, a equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis.

Art. 6o As empresas importadoras deverão, a partir de 1o de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, previamente aos embarques no exterior, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no art. 3o desta Resolução, correspondentes às quantidades a serem importadas, para efeitos de liberação de importação junto ao Departamento de Operações de Comércio Exterior-DECEX, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

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

Art. 8º Os fabricantes e os importadores de pneumáticos poderão efetuar a destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneus inservíveis de sua responsabilidade, em instalações próprias ou mediante contratação de serviços especializados de terceiros.

Parágrafo único. As instalações para o processamento de pneus inservíveis e a destinação final deverão atender ao disposto na legislação ambiental em vigor, inclusive no que se refere ao licenciamento ambiental.

Art.9o A partir da data de publicação desta Resolução fica proibida a destinação final inadequada de pneumáticos inservíveis, tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto.

Art. 10. Os fabricantes e os importadores poderão criar centrais de recepção de pneus inservíveis, a serem localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais e demais normas vigentes, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada.

Art. 11. Os distribuidores, os revendedores e os consumidores finais de pneus, em articulação com os fabricantes, importadores e Poder Público, deverão colaborar na adoção de procedimentos, visando implementar a coleta dos pneus inservíveis existentes no País.

Art. 12. O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará as sanções estabelecidas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, regulamentada pelo Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 13. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ SARNEY FILHO -Presidente do CONAMA

JOSÉ CARLOS CARVALHO -Secretário-Executivo

## **Anexo 5 - Lei sobre Pneus Inservíveis da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes**

Lei nº 8.117, de 09 de dezembro de 2009.

Dispõe sobre o recolhimento e destinação dos pneus inservíveis no Município de Campos dos Goytacazes, e dá outras providências.- A CÂMARA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES DECRETA E EU SANCIONO A SEGUINTE LEI:

Art. 1º - Os estabelecimentos comerciais do Município, compreendidos por distribuidores, revendedores de pneus novos, usados e recauchutados, borracharias, prestadores de serviços e demais segmentos que manuseiam pneus inservíveis ficam obrigados a possuir locais seguros para recolhimento dos referidos produtos, atendendo as normas técnicas e legislação em vigor no país.

§ 1º - Os estabelecimentos ficam obrigados a afixar placas alertando os consumidores sobre o perigo do descarte de tais produtos em locais inadequados e se colocando a disposição para receber o produto usado no seu estabelecimento.

§ 2º As placas deverão ser afixadas em locais visíveis, com os seguintes dizeres: "Os pneus depois de utilizados podem transformar-se em focos de mosquitos transmissores de doenças como a dengue, malária ou febre amarela. Se jogados em rios ou córregos provocam enchentes. Se queimados a céu aberto liberam enxofre. Cuide do meio ambiente e da saúde de todos."

Art. 2º - Os locais de armazenamento deverão ser:

- I - Compatíveis com o volume e a segurança do material a ser armazenado;
- II - Cobertos e fechados de maneira a impedir a acumulação de água;
- III - Ser sinalizados corretamente, alertando para os riscos do material ali armazenado.

§ 1º - Os locais de armazenamento não poderão ter sistema de escoamento de água ligado à rede de esgoto ou de águas pluviais.

§ 2º - Os pneus inservíveis deverão ser armazenados no estabelecimento de maneira ordenada e classificada de acordo com suas dimensões.

Art. 3º - Todos os estabelecimentos elencados no art. 1º, geradores e seus congêneres, compreendidos os revendedores, reformadores, recauchutadores e transformadores, ficam obrigados a comprovarem, a cada 60 (sessenta) dias, a destinação final do passivo gerado e/ou adquirido.

Parágrafo Único - A comprovação da destinação deverá ser feita ao Poder Executivo, por meio de Órgão competente.

Art. 4º - Os estabelecimentos mencionados no caput do artigo 1º que não cumprirem o disciplinado nesta Lei ficam sujeitos a:

I - Notificação por escrito;

II - Multa de R\$ 1.000,00 (mil reais); III - Em caso de reincidência, multa de R\$ 2.000,00 (dois mil reais) e cassação da licença do estabelecimento.

§ 1º - A atualização monetária das multas dar-se-á com base na variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo-IPCA, medido pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, ou outro que venha ser instituído pelo Governo Federal.

§ 2º - Sujeitam-se as mesmas penalidades qualquer pessoa ou estabelecimento que estejam realizando o descarte de pneus em locais não apropriados.

Art. 5º - O Poder Executivo incentivará a implantação de unidades de recolhimento e reciclagem de pneus inservíveis, bem como a utilização alternativa e de maneira ambientalmente correta dos referidos pneus.

Parágrafo único - O Município de Campos dos Goytacazes, para o atendimento ao disposto na presente Lei, poderá credenciar e autorizar, mediante termo de parceria e/ou convênio, organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIPS), fundações ou entidades associativas comunitárias de coletores de recicláveis e congêneres, a executar programas de recolhimento e reciclagem de pneus e seus rejeitos, observada a legislação em vigor.

Art. 6º - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 09 de dezembro de 2009.

Rosinha Garotinho

- Prefeita -