



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**RENATA MARINHO DE ANDRADE OLIVEIRA**

**LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS NA CIDADE DE FORTALEZA**

**FORTALEZA**

**2013**

RENATA MARINHO DE ANDRADE OLIVEIRA

LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS NA CIDADE DE FORTALEZA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Professora Marisete Dantas de Aquino

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O511 Oliveira, Renata Marinho de Andrade.  
Logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Fortaleza / Renata Marinho de Andrade Oliveira. –  
2013.  
51 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.  
Orientação: Prof. Dr. Marisete Dantas de Aquino.
1. logística reversa. 2. pneus inservíveis. 3. meio ambiente. I. Título.

CDD 620

---

RENATA MARINHO DE ANDRADE OLIVEIRA

LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS NA CIDADE DE FORTALEZA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Marisete Dantas de Aquino – D.Sc. (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Bruno Vieira Bertoncini – D.Sc. (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Francisco Humberto de Carvalho Júnior (Examinador)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Aos meus pais, Carlos e Luciana Oliveira.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Carlos Alberto e Luciana, pela dedicação que tiveram ao me criar, pelos conselhos e pelo carinho.

Ao meu irmão, Carlos Filho, pela amizade verdadeira.

Aos meus avós, Nivaldo, Ismeralda, Guiomar e Cláudio, pela inspiração que eles são.

À minha madrinha, Cristiane, e aos meus familiares que sempre torceram por mim. Principalmente ao meu tio, José Carlos, pela oportunidade de trabalho.

Às minhas amigas da Engenharia Civil, Sara, Juliana, Tamyres, Marcela, Júlia, Sâmara, Manuella e Rayanne, pela companhia nesses cinco anos de faculdade, e por fazerem os trabalhos e os estudos mais divertidos.

Ao meu namorado, André, pelo carinho, pela amizade e pela companhia.

Aos meus colegas de trabalho da Marquise, pelos ensinamentos.

A professora Marisete, pela ajuda na elaboração desse trabalho.

## RESUMO

Uma das maiores preocupações mundial relacionada ao meio ambiente é o destino final de materiais. Um exemplo de materiais são os pneus, sua reciclagem possui um limite, após esse limite, o pneu é taxado como inservível, fazendo com que o consumidor tenha que o descartar. O simples descarte de pneus inservíveis num terreno além de causar uma ocupação exagerada do espaço físico para sua deposição, poderá causar danos ao meio ambiente e a saúde pública. A partir de 2 de agosto de 2010, com a Lei 12.305, os fabricantes e importadores ficam obrigados a aplicar a logística reversa. O objetivo deste trabalho é estudar e analisar o sistema de logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Fortaleza. A metodologia usada será uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e uma investigação exploratória e descritiva. Os resultados deste trabalho foram obtidos das seguintes fontes, Cadastro Técnico Federal do IBAMA, Reciclanip, ponto de coleta de Fortaleza, pequenas borracharias, em órgãos da prefeitura e na Ecofor, concessionária responsável pela gestão de resíduos sólidos urbanos em Fortaleza. E a partir destes resultados, tem-se que o sistema de logística reversa de pneus inservíveis em Fortaleza existe, porém possui falhas.

Palavras-chaves: logística reversa, pneus inservíveis, meio ambiente.

## **ABSTRACT**

One of the major concerns related to the global environment is the final destination of materials. An example of materials are the tires, their recycling has a limit, after this limit, the tire is known as scrap tires, making the consumer discard it. The simple disposal of scrap tires in a land beyond causing an occupation exaggerated physical space for deposition, can cause damage to the environment and public health. From August 2, 2010, Law 12.305, manufacturers and importers are obliged to implement reverse logistics. The purpose of this research is study and analyze the reverse logistics system of waste tires in the city of Fortaleza. The methodology used is a literature search exploratory, and a descriptive and exploratory research. The results were obtained from the following sources, Federal Technical Registry of IBAMA, Reciclanip, collection point of Fortaleza, small tire repair stores, branches of city hall and Ecofor, concessionaire responsible for managing solid waste in Fortaleza. And from these results is that the reverse logistics system of waste tires in Fortaleza exists, but it has failures. And from these results, it is concluded that reverse logistics system of scrap tires in Fortaleza exists, but has failures.

Keywords: Reverse logistics, scrap tires, environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferentes tamanhos de pneus .....	16
Figura 2 - Diferentes tipos de pneus usados da Fórmula 1.....	16
Figura 3 - Disposição de pneus inservíveis .....	18
Figura 4 - Queima de pneus.....	19
Figura 5 - Logística Reversa – Área de Atuação e Etapas Reversas.....	21
Figura 6 - Representação da quantidade de pneus empregados na pavimentação de rodovias	27
Figura 7 - Produtos fabricados a partir de lâminas de pneus.....	28
Figura 8 - Muro de contenção com pneus inservíveis.....	29
Figura 9 - Construção de Edificações com pneus.....	30
Figura 10 - Blocos de Concreto Utilizando Resíduos de Borracha.....	31
Figura 11 - Utilização de pneus na recuperação de erosões .....	32
Figura 12 - Pontos de coleta cadastrados pelo IBAMA em Fortaleza, 2013.....	35
Figura 13 - Pontos de Coleta no Brasil.....	37
Figura 14 - Pontos de coleta no Ceará.....	37
Figura 15 - Armazenagem no Ponto de Coleta de Fortaleza.....	39
Figura 16- Pneus inservíveis esperando serem coletados.....	41
Figura 17 - Pneus recolhidos em 2011 por SER, Fortaleza.....	43
Figura 18 - Pneus recolhidos em 2012 por SER, Fortaleza.....	43
Figura 19 - Caminhão com pneus inservíveis .....	44
Figura 20 - Ecoponto Av: Leste Oeste .....	45

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 –Destinação e quantidade total de pneus inservíveis destinados em 2010, no Brasil	34
Tabela 2 - Destinação e quantidade total de pneus inservíveis destinados em 2011, no Brasil	35
Tabela 3 - Quantidade de pneus inservíveis enviados de Fortaleza em 2012 .....	39
Tabela 4 - Respostas sobre a coleta em pequenas borracharias, Fortaleza 2013.....	40

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABCP - Associação Brasileira e Cimento Portland

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

ACFOR - Autarquia de Regulação, Fiscalização, e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a reciclagem

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTF - Cadastro Técnico Federal

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

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

NUCEN - Núcleo de Controle de Endemias

SER - Secretarias Executiva Regional

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1	<b>Problema</b> .....	14
1.2	<b>Justificativa</b> .....	14
1.3	<b>Objetivos</b> .....	15
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i> .....	15
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	15
2	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
2.1	<b>Pneus inservíveis</b> .....	16
2.2	<b>Impactos ambientais</b> .....	18
2.3	<b>Logística Reversa</b> .....	20
2.4	<b>Logística Reversa de Pneus Inservíveis no Brasil</b> .....	22
2.5	<b>Destinos finais de Pneus Inservíveis</b> .....	24
2.5.1	<i>Reciclagem:</i> .....	25
2.5.2	<i>Co-processamento de Pneus:</i> .....	25
2.5.3	<i>Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso:</i> .....	26
2.5.4	<i>Misturas Asfálticas:</i> .....	26
2.5.5	<i>Laminação:</i> .....	27
2.5.6	<i>Regeneração da borracha ou Desvulcanização química:</i> .....	28
2.5.7	<i>Edificações e contenção de encostas</i> .....	29
2.5.8	<i>Blocos de Concreto Utilizando Resíduos de Borracha</i> .....	30
2.5.9	<i>Recifes Artificiais</i> .....	31
2.5.10	<i>Recuperação de áreas degradadas</i> .....	32
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	33
4	<b>RESULTADO</b> .....	34
4.1	<b>Cadastro Técnico Federal do IBAMA</b> .....	34

4.2	<b>Reciclanip</b> .....	36
4.3	<b>Ponto de coleta de Fortaleza</b> .....	38
4.4	<b>Pequenas borracharias</b> .....	40
4.5	<b>Órgãos da Prefeitura</b> .....	41
4.6	<b>Ecofor</b> .....	44
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações mundial relacionada ao meio ambiente é o destino final de materiais. O acúmulo dos resíduos dispostos inadequadamente resultante do consumo da sociedade é um problema ambiental que, embora já haja diversos encaminhamentos na tentativa de minimizar, o impacto gerado ainda não foi ainda resolvido.

Tal acúmulo ocorreu porque esta questão foi tratada por vários anos como uma consequência indesejada, mas inevitável, do desenvolvimento econômico, e sempre foi carente de regulação e fiscalização intensivas.

O aumento diário do volume descartado de resíduos sólidos urbanos o faz pensar o que deve ser feito com essa enorme quantidade de materiais, pois, para dispor em aterros sanitários ou lixões necessitará de uma grande área, podendo causar danos ambientais e causará ameaças a saúde pública.

Um exemplo destes materiais são os pneus, eles podem ser reformados (recapados, recauchutados e remoldados) para um aumento do tempo de uso, porém este tempo é limitado, taxando, assim, o pneu como inservível para o mercado e fazendo com que o consumidor tenha que o descartar.

Embora o pneu seja um material inerte e não ser solúvel em água, ele contém metais pesados em sua composição, logo, sua deposição requer gerenciamento específico. Em aterros sanitários outro problema surge, pois os pneus absorvem os gases que são liberados pela decomposição dos outros resíduos, inchando e podendo até estourar, o que prejudicais a cobertura dos aterros. Além disso, o material tem baixa compressibilidade, o que contribui com a redução da vida útil dos aterros.

Já quando os pneus são dispostos em terrenos a céu aberto, dois problemas surgem: de saúde pública, já que o acúmulo de água da chuva pode servir de criadouros para micro e macro vetores, e o ambiental, pois para cada pneu queimado são liberados 10 litros de óleo, que podem percolar e contaminar o solo e o lençol freático, além de gases como

carbono, dioxinas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e outras substâncias também tóxicas e cancerígenas.

As primeiras regulações envolvendo pneus surgem nos anos 90 como normas voltadas para prevenir a geração de resíduos de pneus. Em Brasil (1991), ficou proibida a importação de bens de consumo usados, dentre os quais os pneus, por meio da Portaria 8 da SECEX. Em 1996 o IBAMA e o CONAMA proibiram a importação de pneus usados.

Para minimizar a quantidade de pneus inservíveis que são descartados, tem-se Brasil (2008), o Art. 70 do Decreto Federal nº 6.514 de 2008, que impõe pena de multa de R\$400,00 por unidade de pneu usado ou reformado importado, pois este está no fim do seu ciclo de vida e será descartado brevemente.

Porém, somente com a implantação da logística reversa de pneus inservíveis será possível minimizar o descarte dos pneus. Atualmente, estão sendo desenvolvidos estudos e ações voltados para a reutilização do pneu como matéria-prima ou fonte de energia.

A regulação ambiental brasileira voltada para resíduos sólidos urbanos é deficiente, embora recentemente, desde 2 de agosto de 2010, foi criada a Lei 12.305. Esta lei, Brasil (2010), instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, obrigando as empresas fabricantes de pneus a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus.

No Brasil, a logística vem sendo desenvolvida e incentivada pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) com a criação de resoluções, desde 1999. A resolução em vigor é a nº 416/2009 que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Temos no Art. 1º desta resolução que os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg, ficam obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional.

Para cumprir o dever de recolher e dar um destino final de acordo com a Resolução do CONAMA nº 416/2009 e de uma maneira mais econômica, as empresas participantes da ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos) criaram a Reciclanip para ser a entidade responsável pela logística reversa de pneus inservíveis do Brasil.

Segundo o CEMPRE (2013), a aplicação de 64% dos pneus inservíveis recolhidos é como combustível para a indústria de cimento, através do co-processamento, e os demais 36% são reutilizados após a trituração, como tapetes de automóveis, mangueiras, solas de sapato, asfalto emborrachado, quadras poli-esportivas, pisos industriais etc. A Associação Brasileira de Cimento Portland, ABCP (2011) no Brasil, foram coprocessados 220 mil toneladas de pneus inservíveis em fornos de cimento.

## **1.1 Problema**

A criação da Reciclanip, para desenvolver e administrar a logística reversa de pneus inservíveis no Brasil, nos leva a definir o problema deste trabalho, focando na cidade de Fortaleza/CE. Podemos afirmar que a logística reversa de pneus inservíveis funciona em Fortaleza?

## **1.2 Justificativa**

O tema deste trabalho é de grande importância, pois ele pode contribuir para uma melhor análise da estruturação do sistema de logística reversa de pneus inservíveis em Fortaleza e servir de base para uma mesma análise em outras cidades. Podendo contribuir para a melhor gestão dos pneus inservíveis.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo Geral***

Estudar o sistema de logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Fortaleza.

### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Estudar os destinos finais dos pneus inservíveis na cidade de Fortaleza
- Identificar os pontos de coleta
- Estimar a quantidade de pneus descartados em Fortaleza
- Analisar se o sistema de logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Fortaleza
- E propor soluções para o problema de descarte incorreto.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo foi desenvolvido, na sua essência, a partir de pesquisa bibliográfica, caracterizada por buscar em fontes acadêmicas (teses de doutorado, dissertações de mestrado, publicações científicas em periódicos nacionais e internacionais e em relatórios de órgãos), em informações prestadas através de órgãos governamentais e empresas privadas.

### 2.1 Pneus inservíveis

Pneu, também conhecido como pneumático, é um material utilizado em carros, ônibus, caminhões, motocicletas, aviões, etc. Suas características variam de acordo com o desempenho que será exigido. (Figura 1)

Figura 1 - Diferentes tamanhos de pneus



Fonte: OXL, 2013

Na Figura 2 - Diferentes tipos de pneus usados da Fórmula 1, nota-se a variedade de pneus para um carro de corrida em diferentes situações, esta variedade existe com finalidade de atingir a melhor performance possível do veículo.

Figura 2 - Diferentes tipos de pneus usados da Fórmula 1



Fonte: CLARO BLOG, 2013

Para uma melhor compreensão do material temos a definição utilizada na Resolução nº 416/09 do CONAMA, que diz:

Pneu ou pneumático: componente de um sistema de rodagem, constituído de elastômeros, produtos têxteis, aço e outros materiais que quando montado em uma roda de veículo e contendo fluido(s) sobre pressão, transmite tração dada a sua aderência ao solo, sustenta elasticamente a carga do veículo e resiste à pressão provocada pela reação do solo.

Temos também a definição utilizada pela GOODYEAR, uma grande empresa fabricante de pneus, diz que o pneu é como um recipiente de pressão e o único ponto de apoio do veículo à superfície da estrada. Ela descreve como funções principais dos pneus: a capacidade de suportar e transportar cargas, a capacidade amortecedora, a capacidade de transmissão de torque, a capacidade de resposta direcional e a capacidade de aderência ao solo. (GOODYEAR, 2013)

Segundo Mattioli *et all* (2009) existem dois tipos de pneus, o radial e o diagonal. A diferença entre eles é que o radial possui uma estrutura interna de aço, o que dificulta um pouco mais o processo de reciclagem, assim como exige máquinas mais sofisticadas para fazer a separação do aço, causando um custo mais alto para a trituração, já o pneu diagonal, tem uma estrutura interna à base de tecidos, sendo assim bem mais fácil de reciclar.

Com o uso do pneu, este começa a se desgastar e perder suas características que garantem a segurança do veículo. Afim de prolongar o tempo de vida útil do pneu, existem processos de reformas, por exemplo, recapagem, recauchutagem e remodelagem. De acordo com Motta (2008), o processo de reforma podem ser repetido uma única vez para pneus de automóveis de passeio, e até três vezes para caminhões de cargas.

A Resolução nº 416 do CONAMA diz: pneu que não mais presta a processo de reforma que permitiria uma condição de rodagem adicional é chamado de pneu inservível. Logo, este pneu deverá ser descartado. O Art. 14 dessa mesma resolução declara que é vedada a destinação final de pneus que ainda se prestam para processos de reforma, segundo normas técnicas em vigor. (CONAMA, 2009)

## 2.2 Impactos ambientais

Segundo a Reciclanip (2013), o pneu possui um tempo de degradação em torno dos 150 anos. O simples descarte de pneus inservíveis num terreno, segundo Monteiro e Manier (2008), além de causar uma ocupação exagerada do espaço físico para sua deposição, poderá causar danos ao meio ambiente e a saúde pública.

O pneu é um material de grande volume e de difícil compactação. Logo, a disposição dele em aterros, de acordo com Veloso (2013), reduziria a expectativa de vida dos aterros, o que vai de contra o atual interesse de prolongar o tempo de vida destes. Na Figura 3, nota-se o volume dos pneus dispostos em um aterro.

Figura 3 - Disposição de pneus inservíveis



Fonte: ROCHA, 2008

Além da ocupação exagerada, nesses aterros sanitários tem-se, segundo Motta (2008), o risco de pequenas explosões pois, os pneus absorvem os gases liberados pela decomposição dos outros resíduos, inchando e podendo até estourar, o que prejudicaria a cobertura do aterro.

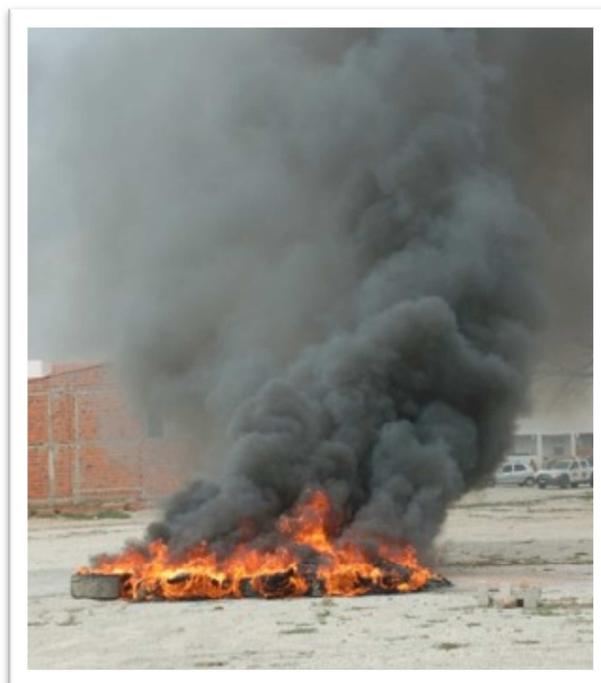
Outro risco que é gerado em consequência da armazenagem de pneus, é a facilidade de se causar um incêndio a partir da queima acidental deste material. Segundo

Veloso (2013), a queima do pneu libera Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH), Metais Pesados (Pb, Cd...), Dioxinas e Furanos (PCDD/F). Já Lagarinhos e Tenório (2008), frisam que os dois subprodutos que constituem o maior risco de contaminação ao meio ambiente são: o óleo pirolítico e as cinzas.

Reis e Ferrão (2000) *apud* LAGARINHOS e TENÓRIO (2008) explicam que devido às condições de diminuição da quantidade de oxigênio no ar e o calor intenso que se gera durante uma queima incontrolada de pneus, ocorrem reações de pirólise, produzindo como consequência um alcatrão oleoso. A água utilizada para combater os incêndios aumenta a produção do óleo e proporciona um meio eficaz para o seu transporte e contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas.

Os resultados das análises das cinzas citados por Lagarinhos e Tenório (2008) revelam a presença comum de metais pesados, que podem existir em altas concentrações, como no caso do chumbo, do cádmio e do zinco. Na Figura 4 - Queima de pneus, pode-se ver que queima gera uma grande fumaça preta.

Figura 4 - Queima de pneus



Fonte: QUEIMADA, 2013

Outro problema causado pela armazenagem de pneus inservíveis, é a ameaça a saúde pública. Os pneus armazenados facilitam a proliferação de mosquitos transmissores de doenças, como por exemplo dengue. O acúmulo de água da chuva nos pneus servem como criadouro do mosquito *Aedes aegypti*.

Lagarinhos e Tenório (2008) afirmam que todos os impactos ambientais negativos gerados pela queima dos pneus ao ar livre, torna necessária à tomada de uma série de medidas relativas ao armazenamento de pneus em aterros, em unidades de pré-tratamento, co-processamento, bem como o acondicionamento de pneus após a sua fabricação.

### 2.3 Logística Reversa

Para compreender o significado de logística reversa, devemos primeiramente entender o significado de logística. Segundo Bowersox *et all* (2010), temos que:

O termo logística não é específico dos setores privado ou público. Os conceitos básicos de administração logística são aplicáveis em todas as atividades de empresas privadas e públicas. No decorrer dos anos, vários títulos têm sido comumente utilizados [...]: logística empresarial, distribuição física, administração da logística de materiais, administração de materiais, suprimento físico, logística de distribuição, logística de marketing, logística interna e distribuição total.

Com a globalização, a tendência do mercado é a existência de uma competição crescente entre as empresas. Para garantir um espaço no mercado, cada vez mais competitivo, essas empresas investem em mecanismos para atingir custos cada vez menores e para suprir as necessidades cada vez mais exigentes dos clientes.

Com isso, temos que a logística foi criada com o objetivo de gerenciar os fluxos, fornecer um maior controle de todos os processos, evitando, assim, desperdícios e conseqüentemente atingindo o menor custo possível. A logística, segundo Ballou (2006) , é um campo relativamente novo de estudo, pois trata da gestão de maneira integrada, das áreas tradicionais das finanças, *marketing* e produção.

Bowersox *et all* (2010) definem que a competência logística é alcançada pela coordenação de um projeto de rede; informação; transporte; e armazenagem, manuseio de materiais e embalagem. O desafio principal destacado por Bowersox *et all* (2010) é como gerenciar todas essas áreas citadas de uma maneira eficiente.

Mais especificamente, algumas atividades logísticas, segundo Lambert et al (1998), apud VIANA (2009) são:

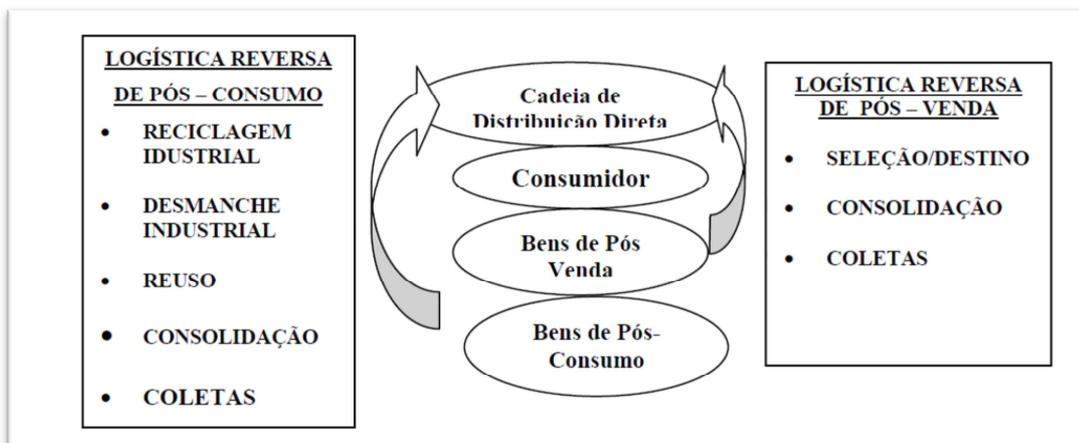
[...] serviço ao cliente, processamento de pedidos, controle de inventário, previsão de demanda, tráfego, transporte, armazenagem, estocagem, localização de fábrica e de armazéns/depósitos, movimentação de materiais, suporte de reposição, embalagem, administração de devoluções, reaproveitamento e remoção de refugo.

O fluxo inverso dos materiais, ou seja, a devolução do produto ao produtor é gerenciada pela logística reversa, Ballou (2006) diz que a vida de um produto, do ponto de vista da logística, não se encerra com a entrega ao consumidor. Produtos tornam-se obsoletos, danificados ou inoperantes e são devolvidos aos seus pontos de origem para conserto ou descarte. E diz ainda, que o canal logístico reverso pode usar o canal logístico normal no todo ou em parte, ou, então, exigir um projeto separado.

O retorno desses produtos à origem, atualmente, é realizada pelos seguintes motivos: retirada de produto de circulação (*product recall*), imposta pelo código de defesa do consumidor, imposta por leis ambientais, preocupações ambientais e/ou economicamente atraente a reutilização da matéria-prima total ou parcial. Bowersox *et al* (2010) destaca que a logística reversa, como competência, decorrente da atenção mundial a questões ambientais, requer a capacidade de reciclar ingredientes e materiais de embalagem.

Leite (2002) divide a logística reversa em duas áreas de atuação, esquematizadas na ( Figura 5), a logística reversa de pós-venda e a logística reversa de pós-consumo, diferenciadas pelo estágio ou fase do ciclo de vida útil do produto retornado.

Figura 5 - Logística Reversa – Área de Atuação e Etapas Reversas



Fonte: LEITE, 2002

## **2.4 Logística Reversa de Pneus Inservíveis no Brasil**

A logística reversa de pneus inservíveis, no Brasil, vem sendo incentivada desde os anos 90. Desde 1991, vem-se tentando proibir a importação de pneus usados para minimizar a quantidade de pneus inservíveis que são descartados. Porém, de acordo com Motta (2008), as empresas reformadoras de pneus continuavam importando por meio de liminares judiciais, utilizando o argumento de que não há uma lei que classifique o pneu como um resíduo perigoso ou indesejável, e portanto que impeça a importação.

Em 1999, segundo Lagarinhos e Tenório (2008), foi aprovada a Resolução do nº 258/99 do CONAMA, que instituiu a responsabilidade do produtor e do importador pelo ciclo total do produto, ou seja, a coleta, o transporte e a disposição final para os pneus usados. Nesta resolução os produtores e importadores deveriam ir gradativamente recolhendo pneus inservíveis de acordo com a quantidade produzida ou importada de pneus novos. Em 2002, foi publicada a Resolução do nº 301/2002, que alterava a resolução anterior com o objetivo de aprimorar e dificultar o não cumprimento da norma.

Em 2008, em resposta ao empresas que continuavam importando, decretou-se o Art. 70 do Decreto Federal nº 6.514, uma multa de R\$400,00 por unidade de pneu usado ou reformado que for importado, afirmando este está no fim do seu ciclo de vida e será descartado brevemente.

Porém, apenas impedindo a importação não era suficiente para finalizar os riscos e problemas causados pelo armazenamento dos pneus inservíveis, a existência da logística reversa é essencial.

Em 2 de agosto de 2010, a Lei 12.305, instituiu a política nacional de resíduos sólidos, obrigando as empresas fabricantes de pneus a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus. Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão de resíduos sólidos os consumidores são

obrigados a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos gerados, disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Porém, antes de ter sido decretada a Lei 12.305, foi publicada, em 2009, a resolução nº 416/09 do CONAMA, que antecipava as novas normas. A resolução de nº 416/09 dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Temos no Art. 1º desta resolução que os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), ficam obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional.

Já o IBAMA, na Instrução Normativa nº 1/2010, institui os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução nº 416/09 do CONAMA, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.

Nesta instrução normativa temos que:

"Art. 2º A obrigatoriedade de coleta e destinação de pneus inservíveis atribuída aos importadores e fabricantes de pneus refere-se àquelas empresas que importam ou produzem pneus novos com peso unitário superior a 2kg, que se enquadram na posição 4011 da Nomenclatura Comum do Mercosul - NCM..."

Logo, reformadores de pneus não são obrigados a recolher os pneus inservíveis. Temos também na Instrução Normativa nº 1/2010 do IBAMA, que importadores e fabricantes de pneus deverão ser inscritos no Cadastro Técnico Federal (CTF) e deverão declarar em um relatório algumas informações, dentre elas tem-se total de pneus fabricados (P), total de pneus importados (I), total de pneus enviados a montadoras de veículos novos (EO), total de pneus exportados (E), todos esses dados separados pela Nomenclatura Comum Mercosul (NCM), para que possa ser feito o cálculo de reposição de pneus (MR) que consta na Resolução CONAMA nº 416/09.

$$MR = 0,7[(P + I) - (E + EO)] \quad (1)$$

Este valor foi multiplicado por 0,7, pois considera um valor de desgaste de 30% do peso de um pneu novo. Depois do cálculo de reposição de pneus (MR) por NCM, calcula-se o peso total que o fabricante ou importador deverá recolher.

Outro relatório importante que os fabricantes e importadores deverão enviar ao CTF é o "Relatório de Comprovação de Destinação de Pneus Inservíveis", que o próprio título o define.

Para cumprir as responsabilidades ambientais de uma maneira mais econômica, as grandes empresas, Bridgestone, Good Year, Michelin e Pirelli, participantes da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), implantaram, em 1999, o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis. E em 2007, criou-se uma entidade sem fins lucrativos, chamada de RECICLANIP, com foco em coletar e dar um destino final correto no Brasil. Em 2010, a Continental uniu-se ao grupo.

## **2.5 Destinos finais de Pneus Inservíveis**

Uma das maiores preocupações mundial relacionada ao meio ambiente é o destino final de materiais. O aumento diário do volume descartado de pneus inservíveis, nos faz pensar o que faremos com essa enorme quantidade de materiais, pois, para depositá-las em aterros sanitários ou lixões necessitará de uma grande área, poderá causar danos ambientais e causará ameaças a saúde pública.

Segundo o CEMPRE, a aplicação de 64% dos pneus inservíveis é como combustível para a indústria de cimento, através do co-processamento, e os demais 36% são reutilizados após a trituração, como tapetes de automóveis, mangueiras, solas de sapato, asfalto emborrachado, quadras poli-esportivas, pisos industriais etc. A Associação Brasileira de Cimento Portland, ABCP, afirma que, em 2011 no Brasil, foram coprocessados 220 mil toneladas de pneus inservíveis em fornos de cimento.

A seguir, será detalhado algumas opções de destino dos pneus inservíveis, todas com o objetivo de reaproveitar um material que não possui mais utilidade. As opções que serão descritas são: reciclagem, co-processamento de pneus, co-processamento de pneus com a rocha de xisto pirobetuminoso, misturas asfálticas, laminação, regeneração da borracha ou

desvulcanização química, edificações e contenção de encostas, blocos de concreto utilizando resíduos de borracha, recifes artificiais e recuperação de áreas degradadas.

### **2.5.1 Reciclagem:**

Nos relatórios do CTF/IBAMA a reciclagem é definida como processo industrial de fabricação de borracha moída, em diferentes granulométricas, com separação e aproveitamento do aço;

### **2.5.2 Co-processamento de Pneus:**

Segundo Degré (2003) *apud* Lagarinhos e Tenório (2008) o co-processamento é definido como a utilização de materiais inservíveis pelo seu gerador em um outro processo em que possa agregar valor como matéria-prima ou como energia.

Temos também a definição por Motta (2008), que diz que o co-processamento do pneu é processo de geração de energia pela incineração do pneu, inteiro ou triturado, em fornos controlados que têm a licença ambiental para operação. E em consequência deste processo tem-se a diminuição do consumo de combustíveis não renováveis, como o carvão e o óleo, tornando-o uma ação ambientalmente atraente. A desvantagem citada por Mattioli et al (2009) é que o processo exige um alto controle de emissões atmosféricas.

Segundo o INMETRO (2000), os pneus possuem alto poder calorífico, e são largamente utilizados como combustível alternativo em fornos de cimenteiras, em substituição ao coque de petróleo.

Já em outras indústrias, como a de papel, de celulose e termoelétricas, de acordo com Motta (2008), não utilizam o pneu propriamente dito como combustível, mas sim um derivado do pneu, o TDF (Tyre derived fuel). Logo, elas precisam implantar o processo de obtenção desse derivado, o que faz com que o custo aumente, e muitas vezes, inviabiliza o processo.

Motta (2008) afirma que até pouco tempo atrás as cimenteiras cobravam para receber e processar os pneus inservíveis. Porém, estas empresas são beneficiadas com o uso

do pneu como combustível, pois, além do comburente do pneu (32,9 MJ/kg) ser mais elevado que do carvão mineral (18,6 a 27,9 MJ/kg) (Oda; Fernandes Jr, 2001 *apud* Motta, 2008), há economia com o minério de ferro, pois a presença das cintas de aço do pneu dispensa parte do minério utilizado como matéria-prima (Caponero et al., 2000 *apud* Motta, 2008).

### **2.5.3 Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso:**

No Brasil, em 1998, segundo Lagarinhos e Tenório (2008), a Petrobras começou a fazer alguns testes para fazer o co-processamento dos pneus junto com a rocha de xisto pirobetuminoso. O processo Petrosix, foi desenvolvido para a retortagem, co-processamento, do xisto, por meio de pirólise a 480 °C.

Novick (2000) *apud* Lagarinhos e Tenório (2008) cita os produtos obtidos a partir deste processo:

" gás combustível que é utilizado na indústria da cerâmica; enxofre utilizado na indústria de papel e celulose, indústria de explosivos, indústria açucareira, indústria de borracha e agricultura; o GLX (Gás Liquefeito de Xisto) é utilizado na indústria cerâmica; e óleo combustível para a indústria e nafta. "

Cita, também os subprodutos obtidos:

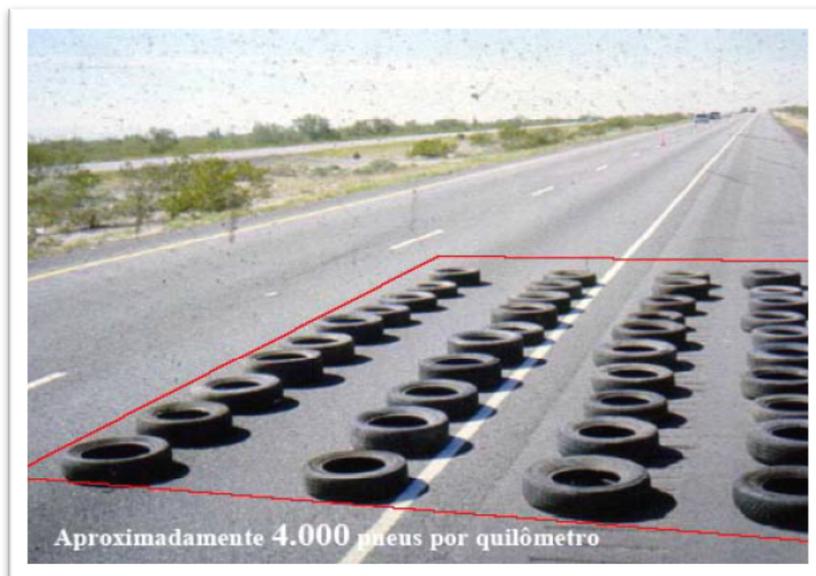
"cinzas de xisto, utilizadas como insumo na indústria de cimento; torta oleosa, utilizada como combustível sólido alternativo à lenha e ao carvão mineral; finos de xisto, como combustível e em cerâmica; e a água de retortagem, para a produção de adubo e defensivos agrícolas.[...]O negro de fumo pode ser utilizado como combustível para termoelétrica..."

### **2.5.4 Misturas Asfálticas:**

Existem dois processos para obtenção de misturas asfálticas com pneus inservíveis, o processo úmido e o processo seco. Estakhri (1992) *apud* Lagarinhos e Tenório (2008) descreve o processo úmido como a adição de borrachas com granulométrica 0,6 mm, no cimento asfáltico de petróleo – CAP, produzindo um novo tipo de ligante denominado “asfalto-borracha”. E o processo seco, partículas de borracha substituem parte dos agregados pétreos. Após a adição do ligante forma-se um produto denominado “concreto asfáltico modificado pela adição da borracha”.

Conforme Endel (2002) apud ROCHA (2008), para uma estrada comum, se utiliza o equivalente a cerca de 4.000 pneus por quilômetro.

Figura 6 - Representação da quantidade de pneus empregados na pavimentação de rodovias



Fonte: Endel (2002) apud ROCHA (2008)

O INMETRO (2000) afirma que o asfalto-borracha tem uma vida útil maior que o asfalto comum, além de gerar um nível de ruído menor e oferecer maior segurança aos usuários das rodovias. A desvantagem citada por Mattioli et al (2009) é o elevado custo de implantação, cerca de 18% maior.

### **2.5.5 Laminação:**

De acordo com Motta (2008) a laminação é um processo utilizado apenas com pneus diagonais, ou convencionais, que são os pneus que não possuem cinturas de aço em sua estrutura. O INMETRO (2000) descreve que nesse processo, os pneus não radiais são cortados em lâminas que servem para a fabricação de percintas (indústrias moveleiras), solas de calçados, dutos de águas pluviais, etc.

Lagarinhos e Tenório (2008) dizem que processo de laminação de pneus é uma atividade de baixo custo e que não causa impactos ao meio ambiente, desde que os resíduos

gerados pelo processo, sejam corretamente descartados e devidamente acondicionados durante o processo. A seguir, temos a Figura 7 - Produtos fabricados a partir de lâminas de pneus de pneus.

Figura 7 - Produtos fabricados a partir de lâminas de pneus



Fonte: PROJETO ECOPHALT

### ***2.5.6 Regeneração da borracha ou Desvulcanização química:***

A regeneração é um processo de desvulcanização, de acordo com Lagarinhos e Tenório (2008), onde os pneus depois de triturados, são submetidos à temperatura, pressão, recebem oxigênio e vapor de produtos químicos, como álcalis e óleos minerais, dentro de uma autoclave rotativa.

A borracha obtida pode ser utilizada na formulação de novos artefatos de borracha com demanda e aplicações limitadas, pois, segundo Lagarinhos e Tenório (2008), possuem propriedades mecânicas inferiores quando comparadas com a borracha original. Exemplo de aplicações são: cobrir áreas de lazer e quadras esportivas, tapetes para automóveis, passadeiras, saltos e solados de sapatos, colas e adesivos, câmaras de ar utilizado em pneus

convencionais ou diagonais, rodos metálicos, tiras para indústrias de estofados, entre outras aplicações.

### ***2.5.7 Edificações e contenção de encostas***

Os pneus inservíveis, segundo Rocha (2008) podem ser usados de diversas formas na construção civil. Por exemplo: muros, paredes de galpões, isolante térmico e acústico. A seguir, a Figura 8 - Muro de contenção com pneus inservíveis, demonstra como o pneu inservível pode ser utilizado. E em sequência, outro exemplo na

Figura 9 - Construção de Edificações com pneus.

Figura 8 - Muro de contenção com pneus inservíveis



Fonte: MATTIOLI et all (2009)

Figura 9 - Construção de Edificações com pneus



Fonte: ODA (2003) *apud* ROCHA (2008)

Mattioli et all (2009) diz que o uso de pneus inservíveis na contenção de encostas, no Brasil, já é bastante difundido e eficiente. Eles citam as seguintes vantagens: grande número de pneus para cobrir pequenas áreas e combate eficiente às erosões e carreamento do solo. Specht(2004) *apud* ROCHA (2008) cita como vantagem uma maior a flexibilidade para absorver possíveis recalques nas fundações em relação às paredes tradicionais.

Existem também, a desvantagem citada por Mattioli et all (2009) que quando a encosta não recebe manutenção adequada, pode transformar-se em habitat para vetores transmissores de doenças.

### ***2.5.8 Blocos de Concreto Utilizando Resíduos de Borracha***

Segundo Mattioli et all (2009), algumas experiências bem sucedidas vêm ocorrendo com a adição de resíduos de borracha em blocos de concreto. O mesmo diz que esses blocos são, a princípio, de uso não estrutural e que o pneu pode ainda ser introduzido em concreto para a fabricação de pisos.

As vantagens ditas pelo autor são que o uso reduz o consumo das fontes naturais de agregados normalmente empregados em artefatos de cimento e reduz a sobrecarga em edificações, pelo fato de a borracha possuir uma densidade baixa. A seguir, a Figura 10 - Blocos de Concreto Utilizando Resíduos de Borraca.

Figura 10 - Blocos de Concreto Utilizando Resíduos de Borracha



Fonte: MATTIOLI et all (2009)

### ***2.5.9 Recifes Artificiais***

Rocha (2008) define recifes artificiais como estruturas colocadas no fundo do mar, oferecendo assim, substrato e habitat para diversos organismos, estabelecendo uma cadeia alimentar no local e oferecendo uma proteção contra a ação destrutiva das redes de arrasto. Ele afirma que, no Brasil, os pneus inservíveis são aproveitados como estrutura para os recifes artificiais.

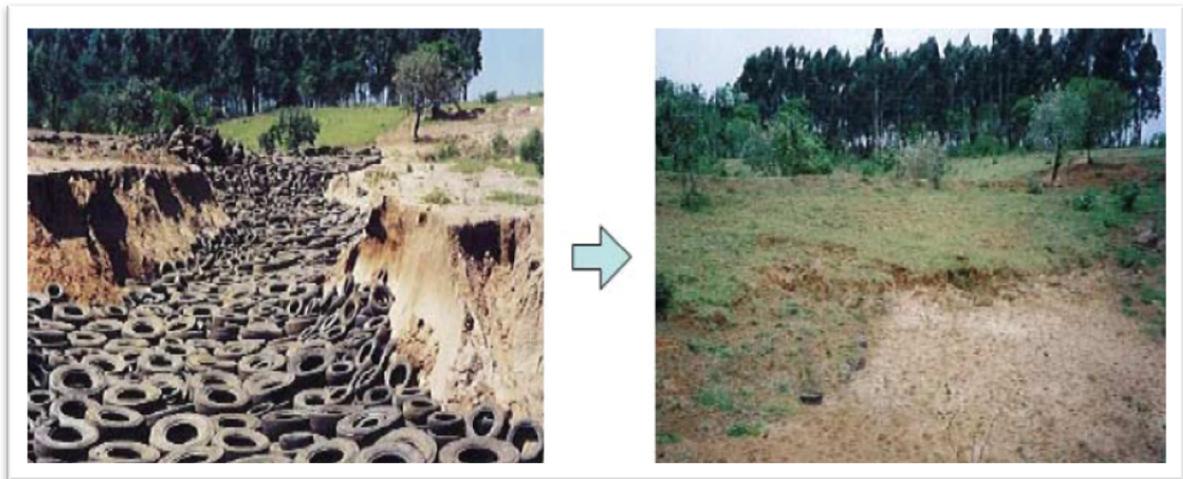
Porém, o IBAMA não permite mais o uso, pois, com o tempo, a deteriorização da borracha polui o mar.

### 2.5.10 Recuperação de áreas degradadas

Outra opção de uso do pneu inservível é a sua utilização em áreas que sofreram erosão. A técnica consiste em depositar os pneus no fundo da cratera, conforme a Figura 11 - Utilização de pneus na recuperação de erosões.

Capri (2004) apud ROCHA (2008) afirma que este sistema permite a recuperação de grandes áreas degradadas, onde são depositados material estéril, entulho, terra e pneus, formando pequenas barreiras posteriormente vegetadas. O autor diz ainda que o método também possui a capacidade de contribuir para a drenagem da área, funcionando como um "colchão drenante".

Figura 11 - Utilização de pneus na recuperação de erosões



Fonte: Capri (2004) apud ROCHA (2008)

### **3 METODOLOGIA**

Esse trabalho está dividido em duas etapas. Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório sobre o tema, englobando os tópicos logística reversa, pneus inservíveis, impactos ambientais causados pelo descarte incorreto de pneus, logística reversa de pneus inservíveis no Brasil, principais destinos de pneus inservíveis.

Na segunda etapa, por se tratar de um assunto de gerenciamento foi realizada uma investigação exploratória e descritiva, com o objetivo de caracterizar a realidade existente em Fortaleza com relação a logística reversa de pneus inservíveis, para posteriormente validar e confrontar os dados e informações obtidas.

Este trabalho está fundamentado em dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos através de questionários aplicados no ponto de coleta de pneus inservíveis de Fortaleza, na Reciclanip, em pequenas borracharias, em órgãos da prefeitura, ARFOR e NUCEN, e na Ecofor, concessionária responsável pela gestão de resíduos sólidos urbanos em Fortaleza. Os dados secundários foram obtidos a partir de consultas bibliográficas em livros, artigos acadêmicos, dissertações, teses, leis, resoluções, relatórios técnicos e publicações em jornais.

## 4 RESULTADO

Os resultados deste trabalho serão apresentados em subitens a partir das diferentes fontes de informações, para uma melhor compreensão do leitor. Inicia-se pelos relatórios do Cadastro Técnico Federal do IBAMA, em seguida, tem-se as informações obtidas através da Reciclanip e os resultados obtidos no ponto de coleta de Fortaleza, continuando tem-se as informações obtidas em pequenas borracharias, em órgãos da Prefeitura e na Ecofor, concessionária responsável pela coleta dos resíduos sólidos urbanos em Fortaleza.

### 4.1 Cadastro Técnico Federal do IBAMA

Como fonte de dados, obteve-se os Relatórios de Pneumáticos relativos aos anos de 2010 e 2011, desenvolvidos pelo Cadastro Técnico Federal (CTF) do IBAMA.

A Tabela 1 –Destinação e quantidade total de pneus inservíveis destinados em 2010, e a Tabela 2 - Destinação e quantidade total de pneus inservíveis destinados em 2011, demonstram, segundo o CTF/IBAMA, quais os principais destinos no Brasil declarados pelos importadores e fabricantes cadastrados. O CTF/IBAMA frisa em seus relatórios que grande parte do co-processamento é realizado nas cimenteiras, e que elas destinam também os pneus já triturados pelas recicladoras e laminadoras.

Tabela 1 –Destinação e quantidade total de pneus inservíveis destinados em 2010, no Brasil

<b>Tipo de Destinação</b>	<b>Qtde Destinada (em t.)</b>	<b>Percentual</b>
CO-PROCESSAMENTO	294.956,94	53,14%
INDUSTRIALIZAÇÃO DO XISTO	7.549,51	1,36%
LAMINAÇÃO	91.714,70	16,52%
RECICLAGEM	160.768,18	28,96%
REGENERAÇÃO	118,28	0,02%
<b>Total Geral</b>	<b>555.107,62</b>	

Fonte: CTF/IBAMA (2011).

Tabela 2 - Destinação e quantidade total de pneus inservíveis destinados em 2011, no Brasil

Tipo de Destinação	Qtde Destinada (em t.)	Percentual
CO-PROCESSAMENTO	256.481,24	55,46%
RECICLAGEM	138.313,28	29,91%
LAMINAÇÃO	59.197,88	12,80%
INDUSTRIALIZAÇÃO DO XISTO	8.334,18	1,80%
REGENERAÇÃO	130,62	0,03%
<b>Total Geral</b>	<b>462.457,19</b>	

Fonte: CTF/IBAMA (2012).

No relatório, referente ao ano de 2011, obteve-se que a Votorantin Cimentos N/NE S.A representa o único destino final de pneus inservíveis no Ceará, e representa 0,21% do total destinado do Brasil, ou seja, representa 971,16 toneladas, admitindo um aumento de 3% ao ano, temos um valor, 1.000 toneladas para 2012.

Tem-se através do site do IBAMA os pontos de coleta cadastrados pelo IBAMA, porém ao entrar em contato com os representantes dos locais indicados em Fortaleza, estes afirmaram que não são pontos de coleta, e que um caminhão passa recolhendo os pneus que eles deixam na calçada (Figura 12).

Figura 12 - Pontos de coleta cadastrados pelo IBAMA em Fortaleza, 2013

Ceará		
MUNICÍPIO	ENDEREÇO	CAPACIDADE (UN)
CAUCAIA	RODOVIA 4º ANEL VIARIO KM 20	8
CAUCAIA	RODOVIA BR22, Nº 80 KM 8 BAIRRO SOLIDADE	NÃO INFORMADA
CRATO	RUA CAMPO SALES, 1020 - SÃO MIGUEL	2000
FORTALEZA	AVENIDA VISCONDE DO RIO BRANCO, 600	NÃO INFORMADA
FORTALEZA	AVENIDA WASHINGTON SOARES, 4393	100
FORTALEZA	AVENIDA WASHINGTON SOARES, 5240	12
ITAPIPOCA	AVENIDA ANASTACIO BRAGA, 1054 - BAIRRO CENTRO	NÃO INFORMADA
ITAPIPOCA	BR 116 KM 11 TRÁDE PREMIUN	NÃO INFORMADA
JUAZEIRO DO NORTE	AVENIDA PADRE CICERO, 1693	12
JUAZEIRO DO NORTE	AVENIDA VIRGÍLIO TÁVORA, S/N - BAIRRO: AEROPORTO	NÃO INFORMADA
MARACANAÚ	JAIME PAULINO, VIDA NOVA	100
MARACANAÚ	RUA JAIME PAULINO, S/N - VIDA NOVA	2000
SOBRAL	AVENIDA IDELFONSO, 1064 BAIRRO CAMPO DOS VELHOS	NÃO INFORMADA

Fonte: IBAMA SITE (2013)

## 4.2 Reciclanip

Ao entrar em contato com um representante da Reciclanip, obteve-se a informação que, esta é uma entidade sem fins lucrativos, que segue o modelo de gestão de empresas europeias. Porém, na Europa os vários agentes da cadeia produtiva arcam com as despesas operacionais e de destinação, já no Brasil, os fabricantes de pneus novos, representados pela ANIP, arcam com todos os custos de coleta e destinação dos pneus inservíveis.

Segundo o representante da Reciclanip de 1999 à 2012 mais de 2,28 milhões de toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 456 milhões de pneus de passeio, foram coletados e destinados adequadamente. O representante informou também, que até 2012, mais de US\$ 194 milhões foram investidos pelos fabricantes para coleta e destinação de pneus inservíveis. E a previsão de investimento para 2013 é de US\$ 43,0 milhões, valor superior ao investido em 2012. Esses recursos serão utilizados em gastos logísticos, que representam mais de 60% dos pagamentos, e em todos os investimentos de destinações. Atualmente, existem mais de 808 pontos de coleta no Brasil e uma média de 60 caminhões transitando.

Ao solicitar informações sobre o destino final dos pneus inservíveis recolhidos em Fortaleza, obteve-se a resposta que todos são entregues na cidade de Sobral, mais precisamente na fábrica de cimentos Portland do grupo Votorantin, que coprocessa os pneus inservíveis, substituindo o carvão. Em relação a quantidade recolhida apenas em Fortaleza, o representante da Reciclanip informou que não possui este dado.

Os pontos de coleta podem ser encontrados no site da Reciclanip, na Figura 13 - Pontos de Coleta no Brasil, e na Figura 14 - Pontos de coleta no Ceará.

Figura 13 - Pontos de Coleta no Brasil



Fonte: RECICLANIP, 2013

Figura 14 - Pontos de coleta no Ceará

CE	
Total de pontos de coleta: 7	
CAUCAIA Empresa: GC Pneus	(85) 3212-3099
CRATO Empresa: Renovadora Padre Cícero	(88) 3521-0951
FORTALEZA	(85) 4006-4900
ITAPIPOCA Empresa: GC Pneus	(85) 3212-3099
JUAZEIRO DO NORTE	(88) 3511-3512
MARACANAÚ Empresa: COOMVIDA	(85) 8631-2757
SOBRAL Empresa: GC Pneus Revenda BF	(85) 3212-3099

Fonte: RECICLANIP, 2013

A partir do telefone indicado para fortaleza, obteve-se que o ponto de coleta registrado pela Reciclanip situa-se numa empresa revendedora de pneus, situada na Avenida Barão de Studart 3100, Aldeota.

### 4.3 Ponto de coleta de Fortaleza

Após a obtenção da informação onde ponto de coleta de pneus inservíveis se situa, foi realizado uma visita técnica ao local, com o objetivo de obter informações sobre os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis, o custo da empresa com o processo, o modo de armazenagem desses pneus, quem são os envolvidos no processo e qual a quantidade de pneus inservíveis recebidos.

Ao entrevistar o representante da empresa, ele explicou que os pneus inservíveis são estocados, durante um período de aproximadamente 3 meses, que é igual ao tempo necessário para preencher a capacidade do armazém. Para que os pneus sejam recolhidos, pela Reciclanip, um funcionário da empresa tem que ligar e solicitar, não existe uma frequência de recolhimento pré-definida. O representante também explicou que quando o caminhão de coleta chega ao ponto, os funcionários da empresa são os responsáveis pelo carregamento dele, e que é emitido uma nota fiscal de transporte para o caminhoneiro. Nota-se então, um custo com mão de obra que é arcado pela empresa e uma dependência de esforços dos funcionários.

Ao perguntar quem são os usuários que deixam os pneus na ponto de coleta, ele afirmou que: empresas que possuem uma grande frota de caminhões, caminhonetes e carros de passeio, empresas de ônibus e grandes borracharias. Ao solicitar informações sobre os usuários de carro de passeio, ele declarou que é muito raro este usuário descartar o pneu no ponto de coleta, os que descartam frequentemente, são os clientes que trocam de pneu na própria revenda, e que na maioria dos casos, apenas deixam o pneu na empresa, sem ter a informação que o local é o ponto de coleta.

O ideal seria a realização de um trabalho de conscientização da população, para que ela coopere descartando os pneus inservíveis no ponto de coleta registrado pela Reciclanip. A grande dificuldade encontrada seria a distância a ser percorrida até o ponto de coleta, o que poderia ser amenizada com criações de pontos de coleta para pequenas quantidades nos bairros de Fortaleza.

Em seguida, foi vistoriado o local de armazenamento, registrado na Figura 15, nota-se que o local é limpo, coberto e organizado, evitando assim, proliferação de doenças como a dengue.

Figura 15 - Armazenagem no Ponto de Coleta de Fortaleza



Fonte: Autora, 2013

No ponto de coleta não existe um controle da quantidade de pneus inservíveis estocados e da quantidade exata enviada para o destino final, porém, com o auxílio do representante do local, criou-se a Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade de pneus inservíveis enviados de Fortaleza em 2012

	Quantidade aproximada de pneus por carrada	Carradas por trimestre	Toneladas / Pneu	Toneladas
<b>Pneu de Caminhão</b>	770	4	0,056	172,48
<b>Pneu de Carro de Passeio</b>	4000	2	0,005	40,00
<b>Pneu de Caminhonete</b>	1800	1	0,020	36,00
<b>Total aproximado de toneladas por trimestre</b>				<b>248,48</b>
<b>Total aproximado de toneladas por ano</b>				<b>993,92</b>

Fonte: Autora, 2013

O fato observado de não existir uma frequência pré-definida de coleta, diminui a capacidade de recebimento de pneus inservíveis. Pois, o funcionário solicita a coleta apenas

quando o armazém está quase completo, e este fato acontece trimestralmente. Caso a coleta acontecesse mensalmente, ter-se-ia uma capacidade três vezes maior de armazenamento, ou seja, aproximadamente 3 vezes 993,92 toneladas, que é igual a 2981,76 toneladas.

#### 4.4 Pequenas borracharias

Com o objetivo de obter informações sobre o destino dos pneus inservíveis foram realizadas visitas à algumas borracharias. As respostas sobre a coleta em pequenas estão na Tabela 4.

Tabela 4 - Respostas sobre a coleta em pequenas borracharias, Fortaleza 2013.

Borracharia 1	De 3 à 4 vezes na semana passa um caminhão à noite e pega os pneus da calçada.
Borracharia 2	Um caminhão passa sempre e leva, dou uns trocados para eles fazerem questão de passar por aqui.
Borracharia 3	Deixo sempre no meio-fio, o caminhão normal de lixo recolhe.
Borracharia 4	Deixo no meio-fio, dia sim, dia não o caminhão da Prefeitura passa e pega.
Borracharia 5	Coloco no Ecoponto.
Borracharia 6	O caminhão da Prefeitura passa à noite e leva os pneus da calçada.

Fonte: Autora, 2013

Os pneus inservíveis são colocados em pequenas quantidades nas calçadas e nos meio-fios enquanto o caminhão não o recolhe (Figura 16), podendo permanecer durante alguns dias no local, gerando uma poluição visual e um risco pequeno de proliferação de doenças, já que teria que chover para armazenar água e durante um curto período de tempo esta água estaria parada.

Figura 16- Pneus inservíveis esperando serem coletados



Fonte: Autora, 2013

#### 4.5 Órgãos da Prefeitura

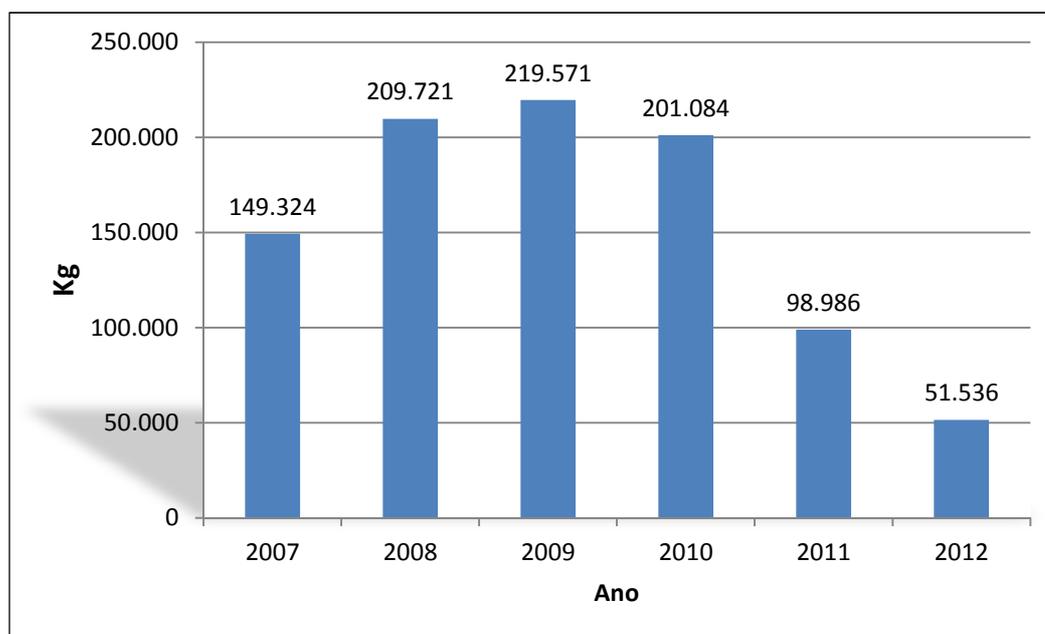
O primeiro órgão a ser visitado com o objetivo de obter informações sobre a coleta e o destino dos pneus inservíveis em Fortaleza, foi a Autarquia de Regulação, Fiscalização, e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental (ACFOR), nele obteve-se apenas o Relatório de Recolhimento de Pneus em Fortaleza, feito pelo Núcleo de Controle de Endemias (NUCEN) em 2010. Este relatório é de grande importância para esse trabalho, porém só possui informações até outubro de 2010.

Logo, visitou-se a NUCEN e obteve-se o relatório atualizado e mais informações sobre o assunto. O representante da NUCEN destacou que a preocupação do órgão com a coleta existe, pois o pneu é um dos vetores responsáveis pela proliferação do mosquito da dengue. Por este motivo, a NUCEN acompanha a coleta dos pneus inservíveis. Ele afirma, que durante o tempo de mudança de prefeitura a coleta foi paralisada, mas atualmente o novo prefeito solicitou que fosse reiniciada, e que um novo projeto fosse criado.

A partir das informações obtidas no NUCEN, tem-se que os pneus inservíveis descartados pelas pequenas borracharias são recolhidos pelos caminhões de lastros, contratados pela Ecofor, por solicitação da Prefeitura Municipal de Fortaleza. A partir do

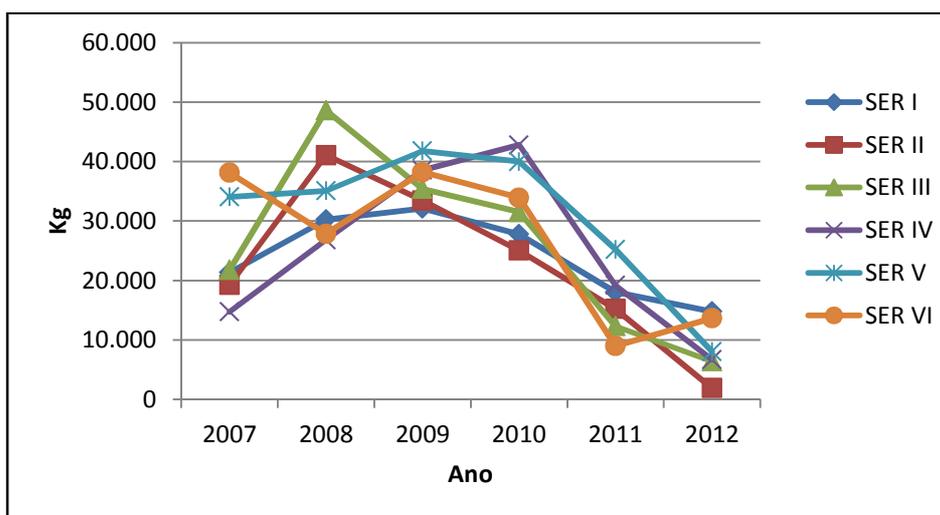
controle de recolhimento de pneus em Fortaleza, cedido pelo NUCEN, criou-se o Gráfico 1 - Total de pneus inservíveis coletados em Fortaleza e o Gráfico 2 - Total de pneus inservíveis coletados por SER.

Gráfico 1 - Total de pneus inservíveis coletados em Fortaleza, 2007 à 2012



Fonte: Autora, 2013

Gráfico 2 - Total de pneus inservíveis coletados por SER, de 2007 à 2012



Fonte: Autora, 2013

Ao analisar os gráficos gerados com os dados obtidos no NUCEN, verifica-se uma queda no número total de pneus recolhidos anualmente em Fortaleza e por SER, o fato ocorreu pelo motivo de paralisação da coleta durante 4 meses em 2011 e uma diminuição significativa na frequência de coleta em 2012 (Figura 17 e Figura 18).

Figura 17 - Pneus recolhidos em 2011 por SER, Fortaleza

SER / MÊS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
JANEIRO	3.186	2.265	2.740	3.114	3.488	3.186	<b>17.979</b>
FEVEREIRO	2.146	2.222	1.389	2.834	3.412	2.247	<b>14.250</b>
MARÇO	1.511	1.429	1.306	2.399	3.459	226	<b>10.330</b>
ABRIL	1.512	1.423	1.002	1.429	1.748	165	<b>7.279</b>
MAIO	3.266	1.968	1.389	2.141	3.599	2.677	<b>15.040</b>
JUNHO	1.141	2.030	1.608	2.639	3.096	369	<b>10.883</b>
JULHO	2.113	1.924	1.389	2.503	3.079	0	<b>11.008</b>
AGOSTO	2.280	1.958	1.491	2.126	3.363	126	<b>11.344</b>
SETEMBRO	873	-	-	-	-	-	<b>873</b>
<b>TOTAL / SER</b>	<b>18.028</b>	<b>15.219</b>	<b>12.314</b>	<b>19.185</b>	<b>25.244</b>	<b>8.996</b>	<b>98.986</b>

Fonte: NUCEN, 2013

Figura 18 - Pneus recolhidos em 2012 por SER, Fortaleza

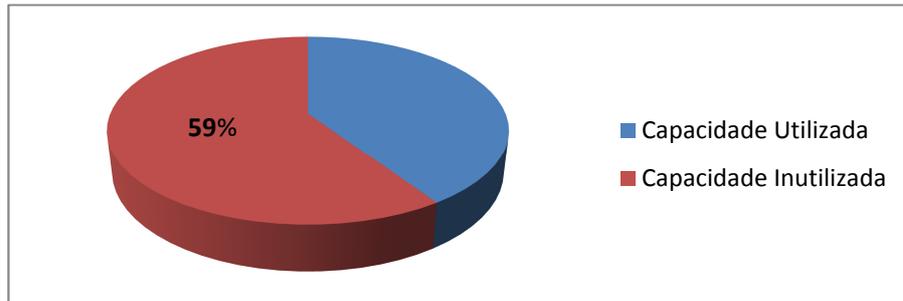
SER / MÊS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
FEVEREIRO	994	-	-	-	-	-	<b>994</b>
MARÇO	1.246	-	-	-	-	306	<b>1.552</b>
ABRIL	1.529	-	943	1.587	1.400	632	<b>6.091</b>
MAIO	985	-	923	955	896	2.146	<b>5.905</b>
JUNHO	2.754	-	-	-	2.760	1.988	<b>7.502</b>
JULHO	1.081	1.912	-	2.524	-	446	<b>5.963</b>
AGOSTO	1.919	-	1.503	503	-	1.957	<b>5.882</b>
SETEMBRO	1.271	-	722	-	2.340	1.418	<b>5.751</b>
OUTUBRO	1.591	-	806	580	-	2.380	<b>5.357</b>
NOVEMBRO	434	-	1.520	564	665	2.380	<b>5.563</b>
DEZEMBRO	976	-	-	-	-	-	<b>976</b>
<b>TOTAL / SER</b>	<b>14.780</b>	<b>1.912</b>	<b>6.417</b>	<b>6.713</b>	<b>8.061</b>	<b>13.653</b>	<b>51.536</b>

Fonte: NUCEN, 2013

Ao comparar o valor aproximado obtido da capacidade do armazém, 2981,76 toneladas, com a soma do valor aproximado coletado em 2012, que é de 993,92 toneladas, e do maior valor recolhido pelos caminhões de lastro nos seis anos anteriores, 220 toneladas, obtemos o

Gráfico 3 - Estimando a capacidade, que comprova que se os pneus recolhidos em pequenas borracharias fossem descartados no ponto de coleta registrado pela Reciclanip, este não atingiria a sua capacidade anual aproximada de armazenamento.

Gráfico 3 - Estimando a capacidade



Fonte: Autora

#### 4.6 Ecofor

A Ecofor é a concessionária da Prefeitura Municipal de Fortaleza responsável pelas coleta e operação dos resíduos sólidos urbanos. Ao entrar em contato com o responsável da parte ambiental, ele informou que os caminhões de coleta de lixo comum não são autorizados a coletar pneus. Existem 2 caminhões de lastro, Figura 19 - Caminhão com pneus inservíveis, que atualmente está recolhendo os pneus inservíveis em Fortaleza, a pedido da prefeitura. Este serviço havia sido paralisado, com a mudança de prefeitura, em dezembro de 2012, e foi reiniciado em maio de 2013.

Figura 19 - Caminhão com pneus inservíveis



Fonte: Representante ECOFOR, 2013

Ao solicitar informações sobre o destino final desses pneus recolhidos o representante da Ecofor afirmou que eles estão sendo descartados provisoriamente no aterro de Caucaia juntamente com os resíduos urbano, e que já foram utilizados para fazer a base deste aterro e demarcar a estrada de serviço.

Um item a ser analisado e de grande importância é, caso os pneus inservíveis coletado pela Ecofor forem descarregados no ponto de coleta da Reciclanip, utilizando o maior valor de seis anos, 220 toneladas, causaria um aumento anual de 22% na quantidade de pneus inservíveis, o que provavelmente superará a capacidade de recebimento da Votorantin.

Sobre os Ecopontos, estes estão situados na Av: Leste Oeste (Figura 20), e no bairro da Varjota, o representante afirmou que estes não recebem pneus. Apenas, os resíduos de construção e podas, em pequenas quantidades. Ao analisar os Ecopontos, tem-se que no EcoPonto LESTE OESTE, o espaço é pequeno caso aceitassem pneus, já o EcoPonto VARJOTA possui espaço para uma pequena quantidade, para isto deverá fazer algumas modificações que garantam a armazenagem correta dos pneus inservíveis.

Figura 20 - Ecoponto Av: Leste Oeste



Fonte: Autora, 2013

A Ecofor possui uma grande frota de caminhões de coleta de resíduos sólidos, logo, também são geradores de pneus inservíveis. O procedimento utilizado com os seus pneus inservíveis é envio ao ponto de coleta da Reciclanip.

## 5 CONCLUSÃO

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões obtidas através da análise dos resultados.

A logística reversa de pneus inservíveis existente em Fortaleza é falha. Em Fortaleza, há um único ponto de coleta da Reciclanip, este funciona corretamente, armazena e destina os pneus inservíveis para o co-processamento em Sobral, na cimenteira Votorantim, porém este ponto de coleta recebe apenas os pneus inservíveis gerados por empresas. Os pequenos usuários e as pequenas borracharias desconhecem a lei e a existência de um ponto de coleta, logo, descartam os pneus inservíveis em calçadas e meios-fios, em consequência, a prefeitura preocupada com proliferação de doenças, recolhe estes pneus.

O fato de existir uma coleta de pneus inservíveis, que não é liderada pelos fabricantes e depende do serviço público, comprova-se que a Lei 12.305, que obriga as empresas fabricantes de pneus a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus, não está sendo cumprida.

Uma mudança necessária para o cumprimento da Lei 12.305, é que a coleta dos pneus inservíveis das ruas deveria ser estruturada e de responsabilidade dos fabricantes, e não dos órgãos públicos. Estes deveriam apenas fiscalizar.

No caso da coleta das ruas, esses pneus inservíveis recolhidos deveriam ser descartados no ponto de coleta da Reciclanip, pois tem capacidade de armazenagem. Porém, causaria um aumento anual de 22% na quantidade de pneus inservíveis, o que provavelmente superara a capacidade de recebimento da cimenteira Votorantim.

Com isso tem-se que outras formas de reutilização deveriam receber investimentos e incentivos para que possam contribuir com a logística reversa de pneus inservíveis em Fortaleza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP (Associação Brasileira e Cimento Portland). Coprocessamento de resíduos em fornos de cimento é contribuição da indústria para a sustentabilidade. Disponível em: <[www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)>. Acesso em: 10 de junho de 2013.

AGUIAR, A. M. dos S.; FURTADO, C. F. do C., Aplicação da logística reversa nas revendas de pneus em Fortaleza. In: Seminários em Administração, 13, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS - ANIP. São Paulo. Ecopontos. Disponível em: <<http://www.anip.com.br>>. Acesso em: 02 dezembro 2013.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J., COOPER, M. B., Logística Empresarial. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

BRASIL. Art. 70 Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm)>. Acesso em: 02 dez. 2012.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 28 fev. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 14 mai. 2013.

CEMPRE (Compromisso Empresarial para a reciclagem). Pneus. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ft\\_pneus.php](http://www.cempre.org.br/ft_pneus.php)>. Acessado dia: 23 abr. 2013.

CLARO BLOG. Disponível em: <[http://claroblog.com.br/conteudo.asp?POST\\_ID=1171](http://claroblog.com.br/conteudo.asp?POST_ID=1171)>. Acesso em: 14 fev. 2013.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 02 dez. 2012.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 301, de 21 de março de 2002. Disponível em: <[http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/legislacoes/residuos/resolucao\\_CONAM\\_301\\_2002.pdf](http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/legislacoes/residuos/resolucao_CONAM_301_2002.pdf)>. Acesso em: 01 mai. 2013.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>>. Acesso em: 01 mai. 2013.

CTF/IBAMA. Relatório de Pneumáticos, 2011. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/controle-de-residuos>>. Acessado dia: 29 abr. 2013.

CTF/IBAMA. Relatório de Pneumáticos, 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/controle-de-residuos>>. Acessado dia: 29 abr. 2013.

DESTINA CONSULTORIA AUTOMOTIVA. Disponível em: <<http://www.destinaconsultoria.com.br/destinacao.html>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

IBAMA. Instrução Normativa nº 1, de 18 de março de 2010. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0001-180310.PDF>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

IBAMA SITE. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/controle-de-residuos>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

INMETRO. Procedimento de fiscalização - Pneus novos. Portaria Inmetro 05/2000 – Código 3051. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/fiscalizacao/treinamento/pneus\\_automotivos.pdf](http://www.inmetro.gov.br/fiscalizacao/treinamento/pneus_automotivos.pdf)> Acesso em: 17 fev. 2013.

GOODYEAR. Boletim de Orientação Técnica Goodyear. Disponível em: <<http://www.goodyear.com.br/pneus/pneus-caminhoes-onibus/pdf/boletim-orientacao-tecnica.pdf>> Acesso em: 17 fev. 2013

LAGARINHOS, Carlos Alberto F.; TENÓRIO, Jorge Alberto S. Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. **Polímeros: Ciência e tecnologia**, v. 18, n. 2, p. 106-118, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v18n2/a07v18n2.pdf>>. Acessado dia 01 mai. 2013.

LAGARINHOS, C. A. F., TENÓRIO, J. A. S.. Logística Reversa dos Pneus Usados no Brasil. **Polímeros: Ciência e tecnologia**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/po/2012nahead/aop\\_0849.pdf](http://www.scielo.br/pdf/po/2012nahead/aop_0849.pdf)>. Acessado dia 24 mai. 2013.

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa, nova área da logística empresarial. **Revista Tecnológica**. São Paulo, Editora Publicidade, 2002.

MADEINFOREST. Disponível em: <<http://www.madeinfores.com/?reciclagem/pagina/topico/92/pagina/81>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

MATTIOLI, Leonardo Miranda Laborne *et al.* Plano de gerenciamento integrado de resíduos pneumáticos – PGIRPN. Belo Horizonte : [s.n], 2009

MICHELIN. Disponível em: <<http://www.michelin.pt/pneus-turismo/conselhos/tudo-sobre-o-pneu/o-que-compoe-um-pneu>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

MONTEIRO, L. P. C., MAINIER, F. B.A.. Educação Ambiental e a Queima de Resíduos em Cimenteiras. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6, 2008, Niterói. Anais... Niterói: **ENGEVISTA**, 2008, v. 10, n. 1, p. 52-58.

MOTTA, Flávia Gutierrez; A cadeia de destinação dos pneus inservíveis - O papel da regulação e do desenvolvimento ecológico. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. XI, n.1, p. 167-184, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v11n1/11.pdf>>. Acessado dia 29 abr. 2013.

OLX. Disponível em: <<http://belem.olx.com.br/pictures/pneus-de-todos-os-tamanhos-e-perfis-iid-281028759>>. Acesso em: 17 de fev. 2013.

OLIVEIRA, O. J.; CASTRO, R. Estudo da destinação e da reciclagem de pneus inservíveis no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007\\_tr650481\\_0291.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650481_0291.pdf) >. Acesso em: 22 abr. 2013

PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA A PREVENÇÃO E CONTROLE DE EPIDEMIAS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA EM 2013. Fortaleza: Secretaria Municipal de Saúde, 2013. Disponível em: <[http://www.sms.fortaleza.ce.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=82&Itemid=150](http://www.sms.fortaleza.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=150)>. Acessado em: 10 de junho de 2013.

PNEUS FÁCIL. Disponível em: <[http://www.pneusfacil.com.br/historia\\_fatos\\_pneus.php](http://www.pneusfacil.com.br/historia_fatos_pneus.php)>. Acesso em: 14 fev. 2013.

PROJETO ECOPHALT. Disponível em: <<http://www.projetoecophalt.org/objetivo-do-projeto/>> Acesso em: 01 mai. 2013.

RECICLANIP. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br>>. Acesso em: 07 abr. 2013.

ROCHA, Bruno de Oliveira. Utilização de modelos de localização para dinamização do fluxo reverso de pneus inservíveis. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

QUEIMADA de pneus: fumaça negra assusta moradores da cidade de Quixadá. *Revista Central*, 04 abril 2013. Disponível em: < [http://revistacentral.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7178:queimada-de-pneus-fumaca-negra-assusta-moradores-da-cidade-de-quixada&catid=129:quixada-2&Itemid=472](http://revistacentral.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=7178:queimada-de-pneus-fumaca-negra-assusta-moradores-da-cidade-de-quixada&catid=129:quixada-2&Itemid=472)> Acesso em: 28 abr. 2013.

VELOSO, Zilda Maria Faria. Ciclo de vida dos pneus. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/Zilda-Maria-Faria-Veloso-Ciclo-Vida-Pneus.pdf>>. Acessado em: 23 abr. 2013.

VIANA, Lauro Oliveira. A Logística Reversa e o tratamento de pneus inservíveis no estado do Piauí. UNIFOR, Fortaleza, 2009.

SPREAFICO, Pedro Ivan et al. Diagnóstico da Logística Reversa de Pneus Inservíveis na Região Norte do Ceará. In: **III Congresso Nacional de Administração e Ciências Contábeis–AdCont 2012**. 2012.

SOUTO FILHO. Não sabe o que fazer com os pneus velhos? O Estado, Fortaleza, 13 abril 2013. Disponível em: <<http://www.oestadoce.com.br/noticia/nao-sabe-o-que-fazer-com-os-pneus-velhos>>. Acessado em: 25 mai. 2013.

SOUZA, Renata Tatiana. Análise da logística reversa de pneus usados e inservíveis e seus impactos ambientais quando descartados inadequadamente. Disponível em: <<http://www.fateczl.edu.br/tcc/2009-1/tcc-233.pdf>>. Acessado em: 14 mai. 2013.