

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**VICTOR MILANEZI SOUZA**

**PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO  
MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC.**

**CRICIÚMA**

**2013**

**VICTOR MILANEZI SOUZA**

**PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO  
MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. M Sc. Mario Ricardo Guadagnin

**CRICIÚMA**

**2013**

**VICTOR MILANEZI SOUZA**

**PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO  
MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Tratamento e Destino Final de Resíduos Sólidos.

Criciúma, 03 de Dezembro de 2013.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Mario Ricardo Guadagnin – Mestre - Orientador - UNESC-

Prof. José Carlos Virtuoso – Mestre - UNESC

Eng. Ambiental Morgana Levati Valvassori – Analista Ambiental - UNESC/IPAT

Dedico este trabalho à minha filha Lara, aos meus pais e irmão, e a todos que torcem pelo meu sucesso.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que em toda minha caminhada me deu saúde e me iluminou para que eu chegasse até aqui.

À minha família que nesse período como acadêmico deu todo apoio e subsídio.

Ao professor Mario Ricardo Guadagnin, meu amigo e professor orientador, por todo o conhecimento passado na construção desse trabalho.

Aos grandes amigos que conquistei durante esses anos de graduação, pois foram muito importantes para que eu chegasse até aqui.

Ao meu amigo, colega de curso e colega de trabalho Rafael Meller Búrigo, que me acompanhou em toda a pesquisa em campo do presente trabalho.

À Banca examinadora deste trabalho, que aceitou o convite feito por mim e pelo meu orientador Mario Ricardo Guadagnin.

“Conquistas sem riscos são sonhos sem méritos.  
Ninguém é digno dos sonhos se não usar suas  
derrotas para cultivá-los”.

**Augusto Cury**

## RESUMO

Os pneus inservíveis podem causar grandes problemas à natureza e também, a saúde humana. O tempo de decomposição dos pneus pode chegar de 100 a 400 anos dependendo do tipo, tamanho e do peso, além disso, pode transformar-se em criadouro de vetores da dengue ou contribuir para a poluição do solo e de recursos hídricos. Hoje temos várias alternativas e muitas tecnologias de recuperação e reciclagem desses pneus, que podem ser utilizados para inúmeros fins. A ampliação da vida útil dos pneus e suas reutilizações e reciclagem são formas de minimização de geração desses resíduos. Para garantir que os pneus tenham destinos adequados foram criadas legislações que preveem a logística reversa e garantia de destinação adequadas. Na cidade de Criciúma - SC o ECOPONTO, ponto de recolhimento de pneus inservíveis, é uma realidade, hoje ele é subsidiado pela Fundação do Meio Ambiente de Criciúma em parceria com a Reciclanip. Há problemas operacionais, como espaço de armazenamento insuficiente e localização na malha urbana. O trabalho de conclusão de curso parte de uma revisão bibliográfica com recorte temático sobre o gerenciamento de pneus inservíveis, o amparo legal que dispõem sobre a obrigatoriedade da gestão e aspectos logística reversa. Para efetuar uma análise e proposição de um plano de gerenciamento integrado de resíduos de pneumáticos foi realizada uma pesquisa de campo. Aplicou-se um instrumento de coleta de dados em 54 empresas geradoras de pneus inservíveis que atuam com serviços de manutenção, conserto e empresas revendedoras de pneus. Com os resultados expressados fica evidente o baixo conhecimento da legislação vigente e a falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes. Para o contínuo melhoramento do gerenciamento dos pneus inservíveis no município, sugere-se seguir as etapas do plano de gerenciamento proposto como resultado do presente trabalho, que seria feito por fases, com ações direcionadas aos principais geradores, empresas de manutenção e conserto e revendedoras de pneumáticos.

**Palavras-chave:** Logística reversa. Pneumáticos. ECOPONTO. Reciclagem.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Composição química média de um pneu.	16
Figura 2 - Ilustração referente a pneu radial e pneu diagonal.	17
Figura 3 - Recuperação de bens de pós-consumo	21
Figura 4 - Ciclo de vida do Pneu	23
Figura 5 - Localização do município de Criciúma e da divisão territorial da área de pesquisa.	32
Figura 6 – Exemplos de empresas prestadoras de serviços em pneumáticos em Criciúma – SC: A) Borracharia vende pneus remoldados; B) Estrutura precária e armazenamento de pneus de forma inadequada; C e D) Borracharias com boa estrutura e venda de rodas automotivas.	33
Figura 7 - Exemplos de empresas revendedoras autorizadas de pneumáticos: A) Autovie Michelin, B) Depaschoal Goodyear C) Pneuac Pirelli D) JK PNEUS	34
Figura 8 – Exemplo de Revendedoras de pneus/Centros automotivos de Criciúma - SC: A) Correa pneus; B) Barbosa pneus; C) Willian Auto Center; D) Avenidas pneus.	34
Figura 9 – Carregamento do caminhão que leva os pneus ao destino adequado.	43
Figura 10 - Pequeno gerador descartando pneu no ECOPONTO	43
Figura 11 - Ecoponto superlotado de pneus	44
Figura 12 – Organização e etapas de processo de valoração de parte de pneumáticos: A) Chapas de Zinco armazenadas no chão de fábrica; B) Guilhotinas para corte das chapas de zinco; C) Prensa onde são cortados os filetes e sai pronta a arruela. D- Borracha cortada em círculos.	45
Figura 13- A- Montagem do prego telheiro. B- Estocagem.	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frota de veículos e equipamentos que utilizam pneus no município de Criciúma em 2012	31
Tabela 2 – Número, por microrregião, de empresas prestadoras de serviços de revenda e manutenção de pneumáticos em Criciúma – SC	35
Tabela 3 - Atividades desenvolvidas na cadeia de geração de pneus inservíveis em Criciúma - SC	36
Tabela 4 – Número de atendimentos efetuados pelas empresas prestadoras de serviços em Criciúma – SC	36
Tabela 5 - Número médio mensal de atendimentos por estabelecimento prestador de serviços em venda e manutenção de pneumáticos em Criciúma-SC	37
Tabela 6 - Estimativa de Quantidade de pneus inservíveis gerados, em borracharias e centros automotivos, por região no período de um mês em Criciúma - SC	37
Tabela 7 - Quantidades de pneus inservíveis gerados por tipologia estimados para um mês em Criciúma - SC	38
Tabela 8 – Tempo de atuação no mercado de prestadores de serviços em venda e manutenção de pneumáticos em Criciúma-SC	39
Tabela 9 – Conhecimento de aspectos normativos e legais da gestão de pneus inservíveis e do Eco ponto em Criciúma – SC	39
Tabela 10 - Periodicidade de entrega dos pneus inservíveis no ECOPONTO.	40

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

CM - Centímetro

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito

ECOPONTO - Ponto de coleta dos pneus inservíveis

FAMCRI - Fundação do Meio Ambiente de Criciúma

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

PET - Polietileno Tereftalato

PGIRP - Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Pneumáticos

RECICLANIP - Órgão criado por fabricantes de pneus para conduzir a questão de logística reversa dos pneus inservíveis.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 HISTÓRICO .....	14
<b>2.1.1 Anip</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.2 Reciclanip</b> .....	<b>15</b>
2.2 COMPOSIÇÃO DO PNEU .....	16
2.3 FABRICAÇÃO DE PNEUS .....	17
2.4 LOGÍSTICA REVERSA .....	18
<b>2.4.1 Logística reversa de pós-consumo.</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4.2 A logística reversa de pneus inservíveis</b> .....	<b>22</b>
2.5 AMPARO LEGAL E NORMATIVO .....	23
2.6 PROBLEMÁTICA DOS PNEUS INSERVÍVEIS .....	25
2.7 DESTINAÇÃO .....	25
<b>2.7.1 Descarte</b> .....	<b>25</b>
<b>2.7.2 Reforma ou recauchutagem</b> .....	<b>26</b>
<b>2.7.3 Recuperação</b> .....	<b>27</b>
<b>2.7.4 Regeneração ou desvulcanização</b> .....	<b>27</b>
<b>2.7.5 Pirólise Genérica</b> .....	<b>28</b>
2.8 MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PNEUS INSERVÍVEIS .....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
3.1 DIVISÃO DO MUNICÍPIO EM MICRORREGIÕES.....	32
3.2 PRINCIPAIS GERADORES DE PNEUS INSERVÍVEIS.....	32
<b>3.2.1 Borracharias</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2.2 Revendedoras autorizadas e centros automotivos</b> .....	<b>33</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>35</b>
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	35
4.2 PROPOSTA PARA PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS DE PNEUMÁTICOS .....	40
<b>4.2.1 Metodologia para implantação</b> .....	<b>41</b>
<b>4.2.2 Coleta, transporte e armazenamento</b> .....	<b>42</b>
4.3 EMPRESA LOCAL QUE REUTILIZA PNEUS ENTREGUES NO ECOPONTO ..	44
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>46</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE – PLANILHA DE PESQUISA .....</b>	<b>51</b>

## INTRODUÇÃO

Com o alto crescimento populacional juntamente com o crescimento da economia e a disponibilização de crédito a compra de veículos de carga, caminhonetes, automóveis, motocicletas entre outros, cresceu consideravelmente, conseqüentemente aumentando a utilização de pneumáticos. Esses pneus têm um tempo de vida útil, após esse tempo de vida útil esses pneus passam a ser chamados de inservíveis, e precisam de um destino adequado.

Os pneus inservíveis podem causar grandes problemas à natureza e também, a saúde humana, o seu tempo de decomposição pode chegar de 100 a 400 anos dependendo do tipo, tamanho e do peso, além disso, pode transformar-se em criadouro de vetores da dengue ou contribuir para a poluição do solo e de recursos hídricos.

A Resolução CONAMA 416 de 30 setembro de 2009 “Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências” determina que os fabricantes e os importadores de pneus devem implantar nos municípios acima de 100 mil (cem mil) habitantes pelo menos um ponto de coleta de pneus inservíveis.

Art. 1o 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, na proporção definida nesta Resolução. § 1o Os distribuidores, os revendedores, os destinadores, os consumidores finais de pneus e o Poder Público deverão, em articulação com os fabricantes e importadores, implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no País, previstos nesta Resolução. (CONAMA, 2009)

O funcionamento do ponto de coleta e da destinação correta de pneus inutilizados está amparado pela lei 12.305/2010, que institucionaliza em seu artigo 33 a obrigatoriedade da implementação em todo o território nacional do sistema de logística reversa.

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- 1 - Agrotóxicos
- 2 - pilhas e baterias
- 3 - pneus
- 4 - óleos lubrificantes
- 5 - lâmpadas fluorescentes
- 6 - produtos eletrônicos

Em Criciúma, o recolhimento de pneu inservível passou a ser executado no ano de 2009, com a criação de um local específico intitulado “ECOPONTO”.

A situação atual do ECOPONTO: de Criciúma, SC apresenta uma série de problemas logísticos, operacionais e de infraestrutura entre os quais a quantidade reduzida de pneus por empresa geradora que é de apenas 40 unidades por mês. O espaço físico atual tem reduzida área de armazenamento.

A questão ligada à localização do ECOPONTO dentro do espaço urbano é inapropriado por ser via de grande fluxo de viário o que dificulta tanto a recepção de pneus inservíveis quando da entrega pelos geradores e principalmente o embarque para transporte da carga até o destino final.

Para uma melhor gestão e estabelecimento de um programa de gerenciamento de pneus inservíveis é necessário criar um banco de dados atualizável das fontes geradoras em Criciúma o que irá subsidiar a elaboração de um Plano Municipal de Gerenciamento de Pneus Inservíveis.

A linha de pesquisa do presente trabalho de conclusão de curso de Engenharia Ambiental está inserido na discussão sobre a temática do tratamento e destino final de resíduos sólidos.

Como objetivo principal se pretende-se realizar um diagnóstico da situação atual da operacionalização do ECOPONTO de pneus inservíveis em Criciúma e atualização de dados das principais fontes geradoras de pneus no território do município.

Como etapa de elaboração do trabalho, levantam-se através de pesquisa bibliográfica quais as opções possíveis para a correta destinação final dos pneus inservíveis sob o ponto de vista da preservação ambiental.

Apresenta a problemática da reciclagem de pneus do ponto de vista teórico, técnico e mercadológico, apresenta as leis e normas que regulamentam a questão do descarte final de pneus no Brasil e em Santa Catarina, estuda as alternativas possíveis de reaproveitamento de pneus inservíveis, apresenta informações a respeito da questão do gerenciamento e a destinação final de pneus

inservíveis no município de Criciúma – SC, e propõe um Plano Municipal de Gerenciamento de Pneus Inservíveis.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 HISTÓRICO

No ano de 1999 as fabricantes brasileiras de pneumáticos iniciaram as reuniões para construir todo o sistema de coleta e destinação para atender o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus inservíveis, criado através da Resolução n. 258, do CONAMA (DELIBERATO, 2012).

As empresas no Brasil começaram praticamente do zero. Um grupo de estudos pesquisou iniciativas semelhantes em outros países. A partir dos dados coletados e informações obtidas de associações que já atuavam no exterior, foram feitas avaliações técnicas e discussões, posteriormente foi preciso conhecer de perto estes exemplos, representantes do grupo de estudo viajaram aos Estados Unidos e Europa, visitando exemplos bem sucedidos e consolidados de programas de coletas e destinação de pneus inservíveis e assim programa brasileiro foi ganhando forma (DELIBERATO, 2012).

Após todas as avaliações feitas no exterior o grupo de estudo estabeleceu as informações básicas do programa e seguiu adiante, iniciando a formação de parcerias para pontos de coleta, estudando as destinações ambientalmente corretas possíveis. Então o primeiro ponto de coleta foi criado em setembro de 1999, em Minas Gerais, na cidade de Formiga. Com o tempo o programa foi se consolidando e ganhando uma maior complexidade. Então em 2007 foi criada a Reclicanip, uma entidade que se dedica exclusivamente à coleta e à destinação de pneus inservíveis (DELIBERATO, 2012).

#### 2.1.1 Anip

No ano de 1960 foi fundada a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), que representa a indústria de pneus e câmaras de ar instaladas no Brasil, que compreende nove empresas e quinze fábricas instaladas, sendo sete no estado de São Paulo, duas no Rio de Janeiro, duas no Rio Grande do Sul, três na Bahia e uma no Paraná. Ao todo respondem por 21 mil empregos diretos

e 100 mil empregos indiretos. O setor é apoiado por uma rede com mais de 4.500 pontos de venda no Brasil e 40 mil empregos (ANIP, 2013).

Conforme ANIP (2013) o principal canal de vendas da indústria de pneus é o mercado de reposição e a rede de revendedores, que representam 50% da produção total do setor. As montadoras respondem por 25% do total, assim como as exportações, que também representam 25% da produção.

A associação tem atuado na defesa do setor, alertando para a concorrência desleal devido à importação de pneus da China. A entidade entrou com dois pedidos de investigação de prática de dumping, na importação de pneus originários da China, ou seja, valores muito abaixo dos valores justos para o Brasil, nas categorias de carga e passeio (ANIP, 2013).

### **2.1.2 Reciclanip**

No ano de 2007 foi criada a Reciclanip, instituição voltada para a coleta e destinação de pneus inservíveis no país. Originária do Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis, de 1999, é considerada uma das principais iniciativas na área de pós-consumo da indústria brasileira, reúne cerca de 460 pontos de coleta no país. Desde 1999, quando iniciou a coleta dos pneus inservíveis pelos fabricantes, cerca de 1,3 milhões de toneladas de pneus já foram coletadas e dadas destinos adequados, o que equivale à cerca de 270 milhões de pneus de passeio (ANIP, 2013).

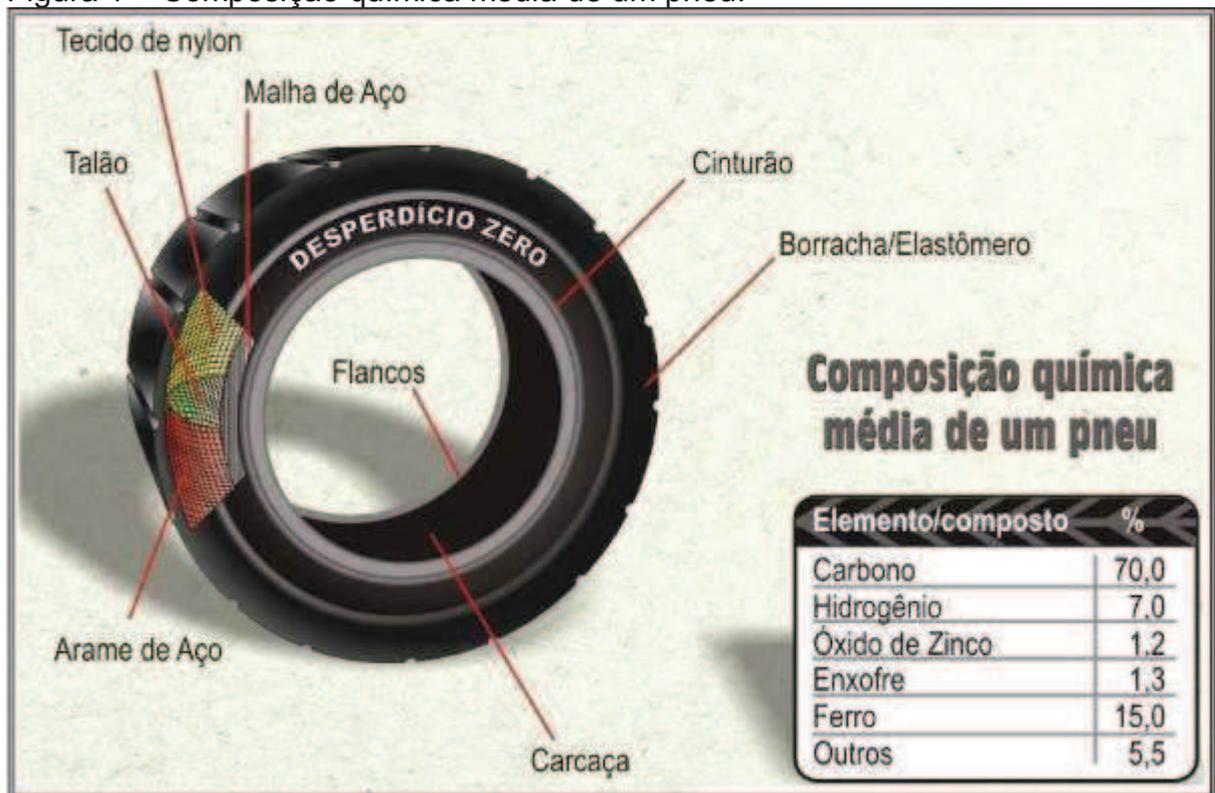
A Reciclanip é uma entidade sem fins lucrativos, tem sede própria, que fica na cidade de São Paulo, e todas suas atividades são suportadas pelas empresas que produzem pneus no Brasil. O programa é desenvolvido por meio de parceiros, na maioria dos casos com prefeituras, que cede um terreno dentro das normas específicas. Esse local é utilizado para recolher e armazenar pneus vindos de origens diversas, como borracharias, revendedoras e dos próprios cidadãos. A Reciclanip transporta esses pneus até empresas de trituração ou reaproveitamento (DELIBERATO, 2012).

A criação da Reciclanip demonstra responsabilidade por parte da indústria de pneumáticos com as questões ambientais e dando condições para o desenvolvimento sustentável do Brasil, valorizando a preservação da natureza, visando qualidade de vida e o bem estarem da população (RECICLANIP, 2013).

## 2.2 COMPOSIÇÃO DO PNEU

Além da borracha outros materiais fazem parte da composição do pneu, como o negro de carbono, fibras orgânicas, nylon e poliéster, arames de aço, derivados do petróleo e outros produtos químicos. Essencial na composição do pneu, o negro de carbono deixa a borracha mais resistente e aumenta seu desempenho. Através de um método chamado vulcanização a borracha é misturada ao negro de carbono em um molde aquecido entre 120 a 170 °C e a eles são adicionados enxofre, compostos de zinco e outros aceleradores de processo. Considerado difícil de reciclar o negro de carbono vem sendo substituído pela sílica, na fabricação dos chamados “pneus ecológicos” (RESENDE, 2004).

Figura 1 – Composição química média de um pneu.



Fonte: (SEMA-PR, 2005, p.5)

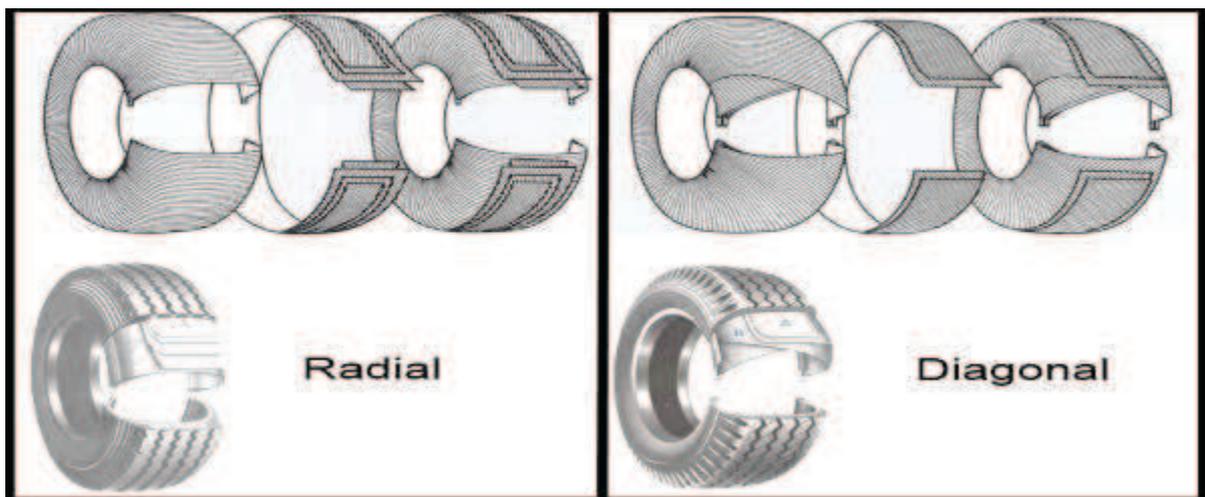
Existem dois tipos estruturais de pneu:

- O pneu é chamado diagonal ou convencional quando a carcaça é composta de lonas sobrepostas e cruzadas umas em relação às outras. Os cordões que compõem essas lonas são de fibras têxteis. Neste tipo de construção, os flancos são solidários à banda de rodagem. Quando o pneu

roda, cada flexão dos flancos é transmitida à banda de rodagem, conformando-a ao solo.

- No pneu radial, os fios da carcaça estão dispostos em arcos perpendiculares ao plano de rodagem e orientados em direção ao centro do pneu. A estabilidade no piso é obtida através de uma cinta composta de lonas sobrepostas. Por ser uma carcaça única, não existe fricção entre lonas, apenas flexão, o que evita a elevação da temperatura interna do pneu. (BRAZIL TIRES, 2013).

Figura 2 - Ilustração referente a pneu radial e pneu diagonal.



Fonte: (RODRIGUEZ, 2011).

### 2.3 FABRICAÇÃO DE PNEUS

A confecção de um pneu tem início na produção da borracha sintética, que são polímeros resistentes à temperatura, aos quais se juntam aditivos com as mais variadas funções. Esses polímeros são formados por unidades simples (monômeros) de borracha natural, poli-isopreno sintético, polibutadieno e butadieno-estireno (Ribeiro, 2005 apud CASTRO, 2011 p. 22).

Na produção de um pneu do tipo radial, mais utilizado em carros de passeio, uma grande extensão de cabos metálicos e sintéticos é igualmente utilizada. Segundo a empresa fabricante de pneus Michelin®, 2011 apud (CASTRO, 2011 p. 23), a fabricação de um pneu segue as seguintes etapas:

(...) Efetua-se sobre um tambor, que é um cilindro rotativo com uma parte central flexível, que permite aproximar os extremos. O primeiro elemento aplicado sobre ele é uma lâmina de borracha sintética, impermeável ao ar. Esta capa substitui a câmara de ar nos pneus atuais. Na etapa seguinte, coloca-se uma lona de cabos têxteis embutidos em borracha. Esta rede de cabos forma uma armadura que envolve todo o pneu, chamada de carcaça radial.

Apoiados em bandas de borrachas perfiladas, são colocados dois aros metálicos de alta resistência, com a finalidade de manter o pneu sobre o solo. Em seguida, a lona carcaça é dobrada por cima do aro. Outros elementos são colocados por cima com a finalidade de manter o aro firme. Logo depois são colocados os flancos nas extremidades. Após essa etapa, a parte central do cilindro é insuflada, dando forma ao pneu. Em seguida, são colocadas duas lonas na parte superior do pneu. Estas são constituídas de fios metálicos, dispostos obliquamente, formando triângulos com a lona carcaça para limitar as deformações do pneu. Após, a banda de rodagem é colocada.

O pneu então é retirado do cilindro e colocado em um molde de cocção, equipamento com mesmo princípio de uma panela de pressão. Este possui todas as futuras marcações e *designers* de um pneu. O processo de cocção inicia-se quando uma tubulação enche o molde de água quente à pressão, empurrando a borracha até o fundo da escultura, gravada no molde. A subida da temperatura provoca a vulcanização da borracha. Ou seja, o enxofre incorporado às misturas da borracha forma ligações entre as cadeias de polímeros. Assim, a borracha passa de um estado plástico ao estado elástico. Ao sair do molde, o pneu já adquiriu a sua forma e propriedades definitivas Michelin®, 2011 apud (CASTRO, 2011p. 23).

## 2.4 LOGÍSTICA REVERSA

A busca por redução de custos e diferenciados serviços é o foco das empresas, e isso aliado às crescentes pressões envolvendo as questões ambientais, faz com que as empresas deem uma maior atenção aos processos de reciclagem e reaproveitamento de seus produtos e embalagem. Essas atividades exigem planejamentos específicos, pois devem visar o gerenciamento do fluxo dos matérias desde o ponto de consumos até seu ponto de origem. Pode-se dizer que a inversão desse processo chama-se logística reversa (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008).

De acordo com a RLEC (*Reverse logistic Executive Council*, 2008) apud (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008 p.93) as tarefas da logística reversa incluem:

- Processar a mercadoria retornada por razões como dano, sazonalidade, reposição, *recall* ou excesso de inventário;
- Reciclar materiais de embalagens e reusar contêineres;
- Recondicionar, remanufaturar e reformar produtos;
- Dar disposição a equipamentos obsoletos;
- Tratar materiais perigosos;
- Permitir recuperação de ativos.

O acelerado desenvolvimento tecnológico experimentado pela humanidade permitiu a introdução constante, e com velocidade crescente, de novas tecnologias e de novos materiais que contribuem para a melhoria de desempenho técnico para a redução de preços e dos ciclos de vida útil de grande parcela dos bens de consumo duráveis e semiduráveis. O acelerado ímpeto de lançamento de

inovações no mercado cria um alto nível de obsolescência desses produtos e reduz seus ciclos de vida, com clara tendência a descartabilidade (LEITE, 2003 *apud* MATTOSINHO e COSTA, 2009, p.4).

Com o grande aumento no número de produtos criados e descartados no mundo, e principalmente nos países mais desenvolvidos, surgiram também problemas ambientais causados pela disposição incorreta desses produtos no meio ambiente, problemas de excesso de lixo depositados em aterros, na destinação de resíduos, etc. (MATTOSINHO; COSTA, 2009).

A partir dessa visão de destinação dos produtos inservíveis se começa analisar a logística reversa como vantagem competitiva, as empresas estão tendo que se preocupar com o ciclo de vida útil de seus produtos. Este se inicia no desenvolvimento do produto, através da seleção de fontes renováveis e que facilitem a reciclagem, passa pelo estudo de processos logísticos de tratamento das devoluções, chegando até o sistema de recolhimento dos produtos descartados, para neste momento reentrarem no ciclo produtivo da cadeia logística reversa (RAMOS FILHO, 2005, *apud* MATTOSINHO E COSTA, 2009, p. 5).

O termo, logística reversa, se refere então ao papel da logística na devolução de produtos, redução de materiais e energia, reciclagem, substituição e reutilização de materiais, tratamento de resíduos, substituição, concerto 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 (STOCK, 1998 *apud* MATTOSINHO E COSTA 2009, p.4).

A destinação dos produtos ao final do seu ciclo de vida, ou durante ele, faz parte da logística reversa. Ela pode ser dividida em logística reversa de pós-venda que abrange produtos que apresentam durante sua vida útil, retornando para a empresa por motivo de concerto, garantia, e logística reversa de pós-consumo que entra em funcionamento em outro momento do produto, no seu final de ciclo de vida útil para o seu dono. No estágio de logística de pós-consumo a logística fará com que ele seja novamente lixo (MATTOSINHO; COSTA, 2009).

A recapagem de pneus é um exemplo de atividade que se enquadra na logística reversa de pós-consumo. Durante este processo os pneus irão passar por testes, concertos (se necessários), substituição da banda de rodagem e ao final possuir condições e características de um pneu novo para que assim possa entrar

novamente no ciclo de negócios ou produtivo. A grande vantagem deste processo está na economia para as empresas que podem realizar este processo mais de uma vez, economizando capital, e para o meio ambiente, tanto no consumo menor de recursos naturais como na diminuição de resíduos finais (MATTOSINHO, COSTA, 2009).

#### **2.4.1 Logística reversa de pós-consumo.**

O objetivo da logística de reversa de pós-consumo é dar um destino aos produtos já utilizados e descartados pela sociedade, tais produtos podem ser divididos em duas categorias: os que se encontram em condição de uso e podem ser colocados no mercado como produtos de segunda mão, e os que estão no fim de vida útil, que seus componentes podem ser aproveitados total ou parcialmente, podendo ser reciclados ou que não tem mais condições de uso. O Brasil está bem desenvolvido nessa área, principalmente devido aos bons números quanto à reciclagem de PET e alumínio (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008).

Uma marcante característica dos produtos de pós-consumo é o fato de estarem espalhados geograficamente, ou seja, estão em variadas cidades fazendo com que a primeira etapa da logística reversa seja a coleta dos produtos para posterior revalorização. Como esses produtos estão espalhados por várias cidades a coleta dos mesmos seja realizada em pequenas quantidades, juntamente com outros tipos de materiais.

A coleta desses produtos que estão em final de vida útil pode se dar de várias formas. Uma forma que se destaca é através dos chamados carroceiros, que representam a coleta informal de materiais, sendo que não existe legislação específica para recolhimento de muitos produtos ou interesse pelos desmanches que procuram colocar seus componentes de volta no mercado. Esse tipo de coleta é muito comum em cidades grandes, onde pessoas passam de porta em porta e recolhem esses materiais que não tem mais utilidade.

Muitas vezes esses materiais são comercializados diretamente com as empresas fabricantes de matérias-primas, como por exemplo, os ferros e aços, ou podem ser comercializados com indústrias de reciclagem, como por exemplo, os plásticos.

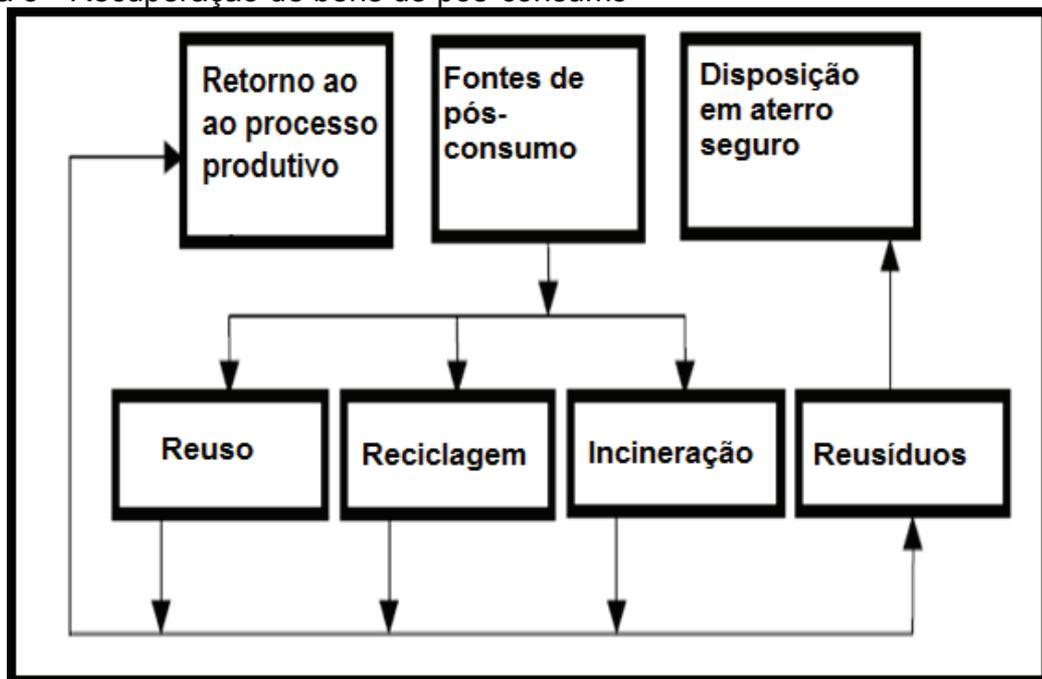
Depois de coletados esses materiais passam por uma triagem por natureza de material, adensamento e consolidação em quantidades significativas para ser comercializado, o que colocará o material novamente ao ciclo de produção (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008).

Conforme Leite (2003) apud (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008 p. 96),

pensando na logística reversa como forma de agregar valor ao produto, considera apenas duas vias de disposição final de produtos de pós-consumo: o retorno ao processo produtivo e os aterros sanitários. Para o autor, existem três aplicações possíveis antes do encaminhamento para esses fins (Figura 3) quais sejam:

- reuso dos produtos, que agrega valor de reutilização do bem de pós-consumo, aumentando seu tempo de vida útil;
- a reciclagem de materiais, que agrega valores do tipo econômico, ecológico e logístico aos bens de pós-consumo, fazendo com que o material retorne ao ciclo produtivo para substituir matérias primas novas;
- a incineração que agrega valor econômico ao bem de pós-consumo pela sua transformação em energia elétrica.

Figura 3 - Recuperação de bens de pós-consumo



Fonte: Leite (2003, p. 42) apud Ramos; Ramos Filho (2008, p.96).

A implementação da logística reversa de pós-consumo pode resultar em lucros para a empresa, sendo proveniente da revalorização ecológica, legal ou econômica, do produto ou da matéria-prima reciclada. Quanto aos ganhos ecológicos, esses se dão pela redução de produtos descartados em aterros sanitários, sendo que esses produtos serão reutilizados no ciclo produtivo. Com isso

a empresa pode explorar a preocupação com o meio ambiente, que hoje é uma exigência de boa parte dos clientes, então se utiliza desse marketing para conquistar a clientela existente e para obter novos que apreciam a postura de preocupação ecológica no meio empresarial (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008).

#### **2.4.2 A logística reversa de pneus inservíveis**

Como todo material utilizado pelos humanos, os pneus depois de usados se tornam um resíduo, então deve ter tratamento e disposição adequados, para que não causem problemas à população e a natureza. O descarte inadequado desses resíduos pode causar: assoreamento de rios e lagos, incêndios, ocupação de grandes espaços em aterros sanitários, e a proliferação de vetores, que inclusive podem causar doenças graves (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008).

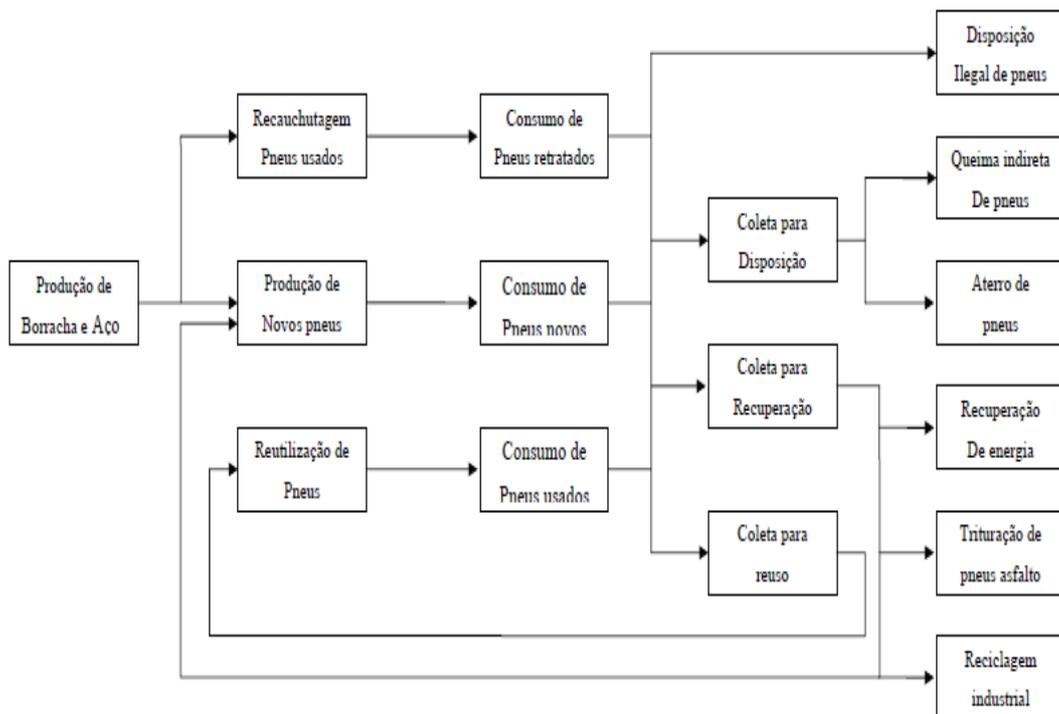
Quando esses pneus são descartados em aterros clandestinos ou mesmo em aterros sanitários, existe o risco de incêndio, já que eles são compostos de material altamente inflamável, e caso ocorra um incêndio, em um local com pneus estocados sem controle e sem cuidados adequados, o controle do mesmo ficará muito difícil. Nessa queima de pneus a céu aberto são liberadas substâncias cancerígenas como carbono e enxofre, sem falar na contaminação do ambiente com metais pesados como o zinco, cromo, cádmio e chumbo, que são elementos presentes na composição dos pneus. Outro grande problema do armazenamento de pneus sem proteção é a possibilidade de acumularem água das chuvas, o que podem causar uma proliferação de insetos causadores de doenças como a dengue e a febre amarela (RAMOS; RAMOS FILHO, 2008).

Entender a logística reversa de pneus inservíveis é extremamente importante para que seja compreendida a importância de possuir uma estrutura adequada de destinação dos pneus, classificando-o e o destinando de acordo com ela. A aplicação desta cadeia prolonga a vida útil dos pneus e dá a ele a destinação correta (MATTOSINHO, COSTA, 2009).

Araújo e Silva (2005, p.4) escrevem sobre a cadeia de reutilização de pneus, “afirmando que é importante analisarmos a indústria de reutilização de pneus, pois é ela que viabilizará o descarte adequado dos pneus inservíveis.” Pode-se observar que este mercado como uma cadeia de insumos ou de consumo onde cada componente supre de suprimentos o próximo elo da cadeia, que

sucessivamente alimenta o seguinte. Como todo produto o pneu tem um ciclo de vida útil, tendo a reforma como um meio de se dar uma nova vida para um pneu desgastado, passando de um pneu novo para um pneu reutilizado. A figura 4 mostra o ciclo de vida de um pneu desde sua fabricação, passando pelo processo de reforma até sua destinação final, que ainda pode ser a reciclagem.

Figura 4 - Ciclo de vida do Pneu



Fonte: (BEUKERING; JANSSEN, 2001, apud RESENDE, 2004, p. 53).

Visando minimizar os problemas de descartes ilegais e inadequados de pneus inservíveis o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução número 416 de setembro de 2009, a qual será abordada no subcapítulo a seguir.

## 2.5 AMPARO LEGAL E NORMATIVO

Segundo a Resolução CONAMA 416 de setembro de 2009 os fabricantes e os importadores de pneus devem implantar, nos municípios acima de 100 mil (cem mil) habitantes, pelo menos um ponto de coleta de pneus inservíveis.

Art. 1º 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, na proporção definida nesta Resolução. § 1º Os distribuidores, os revendedores, os destinadores, os consumidores finais de pneus e o Poder Público deverão, em articulação com os fabricantes e importadores, implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no País, previstos nesta Resolução. (CONAMA, 2009)

O funcionamento do ECOPONTO e da destinação correta de pneus inutilizados está amparado pela lei 12.305/2010, que institucionaliza em seu artigo 33 a obrigatoriedade da implementação em todo o território nacional do sistema de logística reversa.

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- 1 - Agrotóxicos
- 2 - pilhas e baterias
- 3 - pneus
- 4 - óleos lubrificantes
- 5 - lâmpadas fluorescentes
- 6 - produtos eletrônicos

O Decreto Nº 7.404, de dezembro de 2010 regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

(...)

Art. 13. A logística reversa é o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

(...)

Art. 16. Os sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens previstos no art. 33, incisos I a IV, da Lei nº 12.305, de 2010, cujas medidas de proteção ambiental podem ser ampliadas, mas não abrandadas, deverão observar as exigências específicas previstas em:

- I - lei ou regulamento;
  - II - normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária-SNVS, do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária-SUASA e em outras normas aplicáveis; ou.
  - III - acordos setoriais e termos de compromisso.
- (...) (BRASIL, 2010)

## 2.6 PROBLEMÁTICA DOS PNEUS INSERVÍVEIS

O pneu é considerado um item fundamental nos veículos automotores. Ele é tido como item de segurança do veículo, pois junto com outros componentes e sistemas, como rodas, suspensões e chassi, é responsável pela dirigibilidade do veículo, ou seja, são essenciais para o conforto e estabilidade (ARAÚJO; SILVA, 2005).

Depois de rodar uma primeira vida útil os pneus muitas vezes suportam reformas e podem continuar a serem usados após passarem por um processo de substituição do material desgastado. Os pneus de caminhão, por exemplo, são fabricados para durarem mais de uma vida e podem ser reformados em alguns casos por até três vezes, dependendo do tipo e do modelo. Enquanto um pneu pode ser reformado ele não pode ser considerado inservível, só pode ser assim classificado quando chega ao seu desgaste total e não tem mais condições de sofrer mais reformas. É nesse momento que o pneu se torna um grande problema para o meio ambiente e precisa de cuidado especial ao ser coletado e dado um destino adequado (DELIBERATO, 2012).

Os pneus inservíveis são considerados um grande passivo ambiental, após sua vida útil devem ser depositados em locais controlados e devem possuir uma destinação final adequada, pois é um grande gerador de vetores e sua decomposição natural se dá em séculos (ARAÚJO; SILVA, 2005).

## 2.7 DESTINAÇÃO

### 2.7.1 Descarte

A forma ambientalmente adequada para destinação dos pneus inservíveis é a reconstituição das matérias-primas utilizadas na composição do pneu, voltando a sua composição original. Com isso haveria uma grande economia de recursos naturais, principalmente do petróleo e borracha. Já existem algumas técnicas, mas com alto custo, sendo economicamente inviáveis (RIBEIRO, 2005).

A Resolução CONAMA 416, de setembro de 2009, prevê a criação de pelo menos um ponto de coleta de pneus inservíveis em municípios com mais de 100 mil habitantes. A responsabilidade da criação deste ponto é dos fabricantes e

revendedoras de pneus (CONAMA, 2009). Já o funcionamento dos ECOPONTOS e a destinação correta, de pneus inutilizados, estão amparados pela Lei 12.305/2010, no artigo 33 que contempla aspectos de logística reversa, para este e outros resíduos, pós consumo potencialmente perigosos (BRASIL, 2010).

No município de Criciúma existe o ECOPONTO de pneus inservíveis, subsidiado pela Fundação do Meio Ambiente de Criciúma (FAMCRI), que atende os geradores cadastrados, os quais levam até o local os pneus inutilizados. Grande parte dos pneus recebidos no ECOPONTO tem como destino uma indústria cimenteira, que co-processa como combustível alternativo, localizada na cidade de Rio Branco do Sul no estado do Paraná, onde é utilizado como fonte de calor em fornos preparados para receberem tal material, outro destino dado à parte desses pneus em uma empresa que faz o chamado prego telheiro, e mais uma parte desses pneus vão para uma empresa de recapagem.

A reutilização de pneus inservíveis para a produção de novos produtos já chega aos 36% do destino final desses pneus. Antes de ser integrado a um novo produto o pneu precisa passar por um processo de trituração com posterior granulação ou processo de laminação. No processo de granulação podem-se obter diversos tamanhos, dependendo do fim a ser utilizado. Para ser utilizado como asfalto ecológico, por exemplo, ele precisa ser triturado até atingir cerca de 0,30 mm e se transformar em pó. O uso do asfalto borracha, como é conhecido, ainda é pequeno no Brasil, mas já obtém experiências com êxito, principalmente entre empresas privadas que administram rodovias. Quando não usado como asfalto ecológico, o pneu triturado pode seguir para várias indústrias que desenvolveram produtos que viabilizam a reutilização de pneu. São exemplos desses produtos: solados de sapato, pisos para quadras esportivas, massa do concreto, tapetes para veículos, mangueiras, entre outros. (DELIBERATO, 2012).

### **2.7.2 Reforma ou recauchutagem**

Depois do combustível os pneus constituem o item de maior custo de uso nos veículos. Devido a isso foi desenvolvida a técnica de recauchutagem desse pneu já usado, com intuito de reformar esse pneu e dar a ele uma maior vida útil, repondo e vulcanizando a camada superior de borracha da banda de rolamento. Para que possa ser feita a recauchutagem a estrutura dos pneus deve estar conservada, não

havendo cortes ou deformações, e a banda de rodagem ainda presente os sulcos e saliências que permitam sua aderência ao solo (RESENDE, 2004).

A realidade, das estradas brasileiras em geral, não colabora muito para a conservação dos pneus. Por culpa de condições precárias, os pneus tem sua vida útil reduzida significativamente. A economia é uma limitação para a recauchutagem, sendo que a reforma de um pneu de caminhão custa em torno de um terço de um novo. Já um pneu de automóvel pode custar até 60% do valor de um novo (RESENDE, 2004).

### 2.7.3 Recuperação

Para Resende (2004, p. 59), as diferentes etapas e possibilidades de recuperação consistem na

(...) simples trituração dos pneus e moagem dos resíduos, reduzidos a pó fino. A borracha contida nos resíduos, na forma vulcanizada, não sofre modificação e não é separada dos demais compostos. Os pneus recuperados geralmente seguem dois tipos de utilização:

- Na mistura com asfalto para a pavimentação de vias e pátios de estacionamento. Da trituração, as partículas não maiores que 5 mm e com umidade de no máximo 2% são misturadas ao asfalto na proporção de 1% a 3% em peso.
- Nas fábricas de cimento, o produto da moagem, com partículas de 1 a 6 mm, podendo chegar a 50-500 *micras*, é incinerado no forno como combustível e a fumaça proveniente dos gases produzidos pela queima é incorporada ao cimento (RESENDE, 2004, p. 59).

A borracha recuperada e triturada, por já se encontrar no estado vulcanizado, não pode ser utilizada como substituto da borracha crua na produção de artefatos. Entretanto, devido ao seu custo reduzido e baixo peso específico, pode ser empregada como elemento de carga, na produção de saltos e solados de calçados, mangueiras, e tapetes para automóveis, entre outros (ANDRIETTA, 2002 apud RESENDE, 2004 p.60).

### 2.7.4 Regeneração ou desvulcanização

Carcaças de pneus se enquadram na classificação de resíduos que contêm fibras em elevadas proporções. A regeneração dessas carcaças se dá em vários processos, alcalino, ácido, mecânico e de vapor superaquecido. Nessa regeneração os resíduos passam por modificações que os tornam mais plásticos e aptos para receber uma nova vulcanização, mas não tem as mesmas propriedades

da borracha nua e crua, sendo misturado a essa borracha para a fabricação de artefatos. Já no processo de degeneração a borracha é separada de outros componentes e desvulcanizada, e o arame e a malha de aço são recuperados como sucata de ferro qualificado, o tecido de nylon também é recuperado e utilizado como reforço de embalagem de papelão (RESENDE, 2004).

Segundo Fukumori et al (2002) apud (RESENDE, 2004 p.60)

Nesse processo, o pneu é picado em pedaços e colocado num tanque com solvente para que a borracha inche e se torne quebradiça. Em seguida, os pedaços são pressionados para que a borracha se desprenda da malha de aço e do tecido de nylon, e um sistema de ímãs e peneiras separa a borracha, o aço e o nylon. A borracha é moída e separada num sistema de peneiras e bombas de alta pressão, passando para um reator ou autoclave onde ocorre a desvulcanização da borracha, recuperando cerca de 75% de suas propriedades originais. A borracha segue para um tanque de secagem onde o solvente é recuperado, retornando ao processo.

### **2.7.5 Pirólise Genérica**

Desde os anos 1990, a pirólise é um processo que se destaca na área de reciclagem de pneus. É considerada uma destilação destrutiva e visa reaproveitar componentes do pneu como matéria-prima ou combustível (RESENDE, 2004).

Segundo Resende (2004) o processo consiste na trituração destes resíduos previamente selecionados. Após esta etapa, são levados ao reator pirolítico onde, através de uma reação endotérmica, ocorrerão as separações dos subprodutos em cada etapa do processo. O reator pirolítico possui três zonas específicas, a saber:

1. Zona de secagem. Local onde ocorre a secagem dos resíduos que irão alimentar o reator. Esses resíduos atravessam duas etapas, a pré-secagem e a secagem propriamente dita. A temperatura no ambiente pode variar de 100° a 150° C. A secagem dos resíduos é extremamente relevante no processo como um todo, uma vez que a umidade interfere negativamente no processo pirolítico.
2. Zona de pirólise. Local das reações químicas. Ocorre a volatilização, a oxidação e a fusão. As temperaturas variam de 150° a 1600° C. Nesse processo também ocorre à coleta dos produtos, álcoois, óleo combustível, alcatrão, entre outros.
3. Zona de resfriamento. Onde ocorre a coleta dos resíduos, gerados pelo processo da pirólise. Podem ser citados o char, as cinzas escória.

São vários os tipos de reatores pirolíticos em operação, com muitas tecnologias de extração de subprodutos e resíduos obtidos no processo (RESENDE, 2004).

## 2.8 MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PNEUS INSERVÍVEIS

Para Cimino e Zanta (2005 p. 301), a minimização de resíduos sólidos consiste:

Em um conjunto de práticas que possibilitam reduzir a extração de recursos naturais e a geração de resíduos, maximizar a vida útil de áreas destinadas à disposição final de resíduos, e ampliar a vida útil dos produtos. No que concerne aos pneumáticos inservíveis, observa-se que as estratégias de minimização associadas à gestão do produto envolvem:

- Redução na fonte: ampliando a vida útil do produto, por meio de melhoria de técnicas de manufatura, e de manutenção; pesquisa de materiais; pesquisa de reinserção dos resíduos de borracha na cadeia produtiva;
- Reutilização: na recuperação do pneu usado, por meio de recapagem, recauchutagem, ou remoldagem, e com novo uso para os pneus inservíveis inteiros, como recifes artificiais, quebra-mares, flutuantes, parques de diversões, elementos estruturais, cercas rurais, entre outros usos;
- Reciclagem: reinserindo o pneu inservível como matéria-prima para novos produtos, por meio de aplicação física (inteiros, como combustível alternativo em fornos de cimenteiras; e triturados, como combustível alternativo, TDF, na pavimentação asfáltica via processo seco, e em passeios públicos) e, química (os pneus processados podem ser empregados como borracha regenerada, elementos e componentes construtivos, pisos para áreas de lazer e recreação, solados e saltos de botas, pavimentação asfáltica via processo úmido, entre outras aplicações).

### 3 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho de conclusão de curso, foi realizada pesquisa exploratória, visto que há poucos estudos no que tange os aspectos relacionados com a logística reversa de pneus inservíveis. De acordo com Gil (1991), as pesquisas exploratórias visam proporcionar maior familiaridade com o problema e deixá-lo mais claro.

De acordo com a abordagem, a pesquisa é de caráter qualitativo, pois apresenta informações que não podem ser quantificadas e também por julgar essa abordagem mais apropriada para aprofundar estudos sobre este tema (YIN, 2001).

Foi definido como método a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A pesquisa bibliográfica, conforme Marconi e Lakatos (1999), abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que já foi produzido sobre o assunto.

Segundo Gil (1991, p. 58), estudo de caso é um método caracterizado pelo “estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento”

Cervo e Bervian (1996) comentam que os principais instrumentos de coleta de dados são a entrevista, o questionário e o formulário. Nesta pesquisa, os dados serão coletados em fontes primárias e secundárias. Para a técnica de coleta de informações em fontes primárias, foi empregada a técnica de entrevista semi-estruturada e observação participante aplicada junto às empresas ligadas a cadeia de geração de pneus inservíveis em Criciúma fontes secundárias utilizaram informações contidas na literatura acerca do tema pesquisado e documentos internos da FAMCRI.

Para a elaboração do trabalho de conclusão de curso se foi realizado inicialmente, um referencial teórico através do levantamento de dados secundários referentes ao tema proposto, de forma a se criar um embasamento técnico-científico que possa auxiliar na elucidação e resolução do problema apresentado.

O presente trabalho classifica-se como uma pesquisa quali-quantitativa. O estudo foi efetuado no município de Criciúma, SC, pertencente à região da AMREC – Associação dos Municípios da Região Carbonífera. Segundo estimativa do IBGE no ano de 2010 o município de Criciúma possuía em torno de 192.308 habitantes

A frota de veículos no município de Criciúma no ano de 2012 segundo o IBGE era de 128.441 veículos de um conjunto composto por tratores, carros, motos, caminhões, ônibus, e micro-ônibus conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Frota de veículos e equipamentos que utilizam pneus no município de Criciúma em 2012

<b>Tipo de Veículos</b>	<b>Quantidade</b>
Automóvel -	78.880
Caminhão -	3.644
Caminhão trator -	1.428
Caminhonete -	7.414
Camioneta -	3.755
Micro-ônibus -	291
Motocicleta -	22.242
Motoneta -	3.890
Ônibus -	402
Outros -	3.793
Trator de rodas -	25
Utilitário -	1.326
<b>Total de Veículos</b>	<b>128.441</b>

Fonte: Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN – 2012.

Comparando os dados de população total e da frota de veículos obtêm-se um número aproximado de 0,67 veículos/per capita, no entanto cabe ressaltar que o número de veículos disponibilizados no site do DENATRAN de Criciúma são somente veículos cadastrados com emplacamento no município e estimando-se desta forma o número de veículos por habitantes.

O estudo foi realizado de forma direta e indireta e foi dividido em etapas sequenciais, iniciado por uma fundamentação teórica embasada em dados bibliográficos já existentes bem como verificado e analisado a situação atual do município em relação aos pneus-resíduos através de pesquisa *in loco* e estudos já existentes na área.

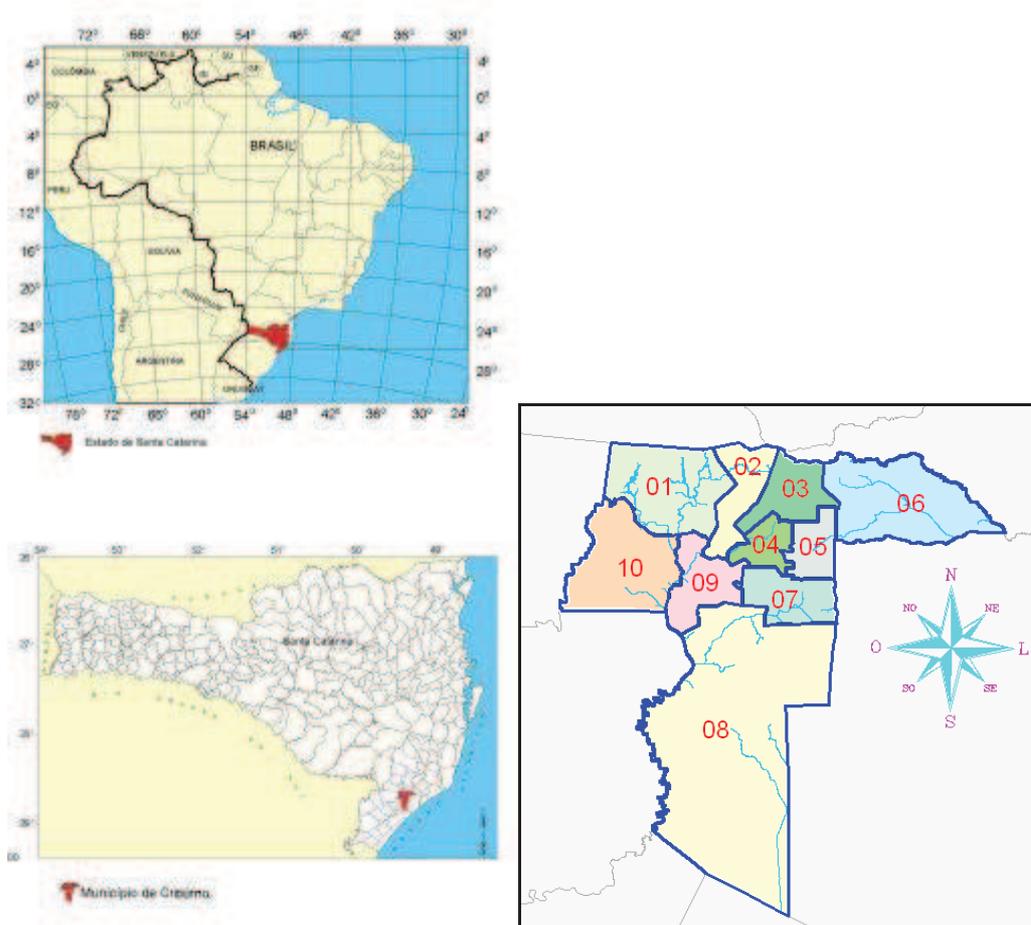
Foi realizado um levantamento dos geradores (borracharias, revendedoras) no município, através de visitação a campo, pois em muitos casos as empresas não são registradas no município, então com base nos dados adquiridos com os questionários aplicados chegou-se a uma estimativa de pneus inservíveis gerados no município.

Foi visitada em Criciúma uma empresa que reutiliza os pneus recebidos pelo ECOPONTO e que recolhe diretamente nas fontes geradoras de pneus inservíveis, e mostrado o destino que é dado aos pneus.

### 3.1 DIVISÃO DO MUNICÍPIO EM MICRORREGIÕES

Criciúma hoje é dividida em 10 microrregiões, as quais comportam os bairros do município, para a facilitação da identificação e do cadastro dos geradores de pneus inservíveis a pesquisa foi feita por regiões, que são enumeradas de 1 a 10 como se pode observar na figura 5:

Figura 5 – Localização do município de Criciúma e da divisão territorial da área de pesquisa.



Fonte: (CRICIUMA, 2007).

### 3.2 PRINCIPAIS GERADORES DE PNEUS INSERVÍVEIS

Depois de identificadas as microrregiões do município, foram identificados os principais geradores de pneus inservíveis, além de cadastrados lhes foram aplicado, *in loco*, um questionário com perguntas sobre a quantidade média de clientes atendidos, a quantidade de pneus inservíveis gerados, conhecimento de legislação, sobre a destinação dos pneus inservíveis e o conhecimento do ECOPONTO.

### 3.2.1 Borracharias

As borracharias são locais de conserto e troca de pneus, e estão entre as principais geradoras de pneus inservíveis, conforme ilustra a figura 6.

Figura 6 – Exemplos de empresas prestadoras de serviços em pneumáticos em Criciúma – SC: A) Borracharia vende pneus remoldados; B) Estrutura precária e armazenamento de pneus de forma inadequada; C e D) Borracharias com boa estrutura e venda de rodas automotivas.



Fonte: do autor, 2013.

### 3.2.2 Revendedoras autorizadas e centros automotivos

Para as revendedoras autorizadas e centros automotivos (Figuras 7 e 8) foi aplicado um questionário complementar, questionando o conhecimento do entrevistado sobre a responsabilidade da empresa e de seus clientes na parte de logística reversa, a periodicidade no qual a empresa supervisiona para que a resolução vigente seja contemplada, também os motivos que levam a empresa a descartar esses pneus inservíveis de forma adequada e se tem alguma lucratividade com a destinação desses pneus.

Figura 7 – Exemplos de empresas revendedoras autorizadas de pneumáticos: A) Autovie Michelin, B) Depaschoal Goodyear C) Pneuac Pirelli D) JK PNEUS.



Fonte: A, B, C Google 2013, D do autor.

Figura 8 – Exemplo de Revendedoras de pneus/Centros automotivos de Criciúma – SC: A) Correa pneus; B) Barbosa pneus; C) Willian Auto Center; D) Avenidas pneus.



Fonte: Google Earth, 2013.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Com a aplicação dos questionários nas empresas foram construídas tabelas para maior facilidade de interpretação dos dados obtidos. As perguntas foram feitas, de forma direta, aos proprietários ou a algum representante da empresa com conhecimento geral do funcionamento dessa empresa.

### 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse estudo foram levantados e visitados, *in loco*, 54 empresas, como principais geradoras de pneus inservíveis no município, entre elas empresas de prestação de serviços em revenda e manutenção de pneumáticos. Durante essas visitas foi aplicado um questionário ao proprietário ou a algum funcionário que tivesse um conhecimento geral da empresa. Entre essas estão empresas de pequeno, médio e grande porte, são borracharias e revendedoras de pneus, desde lojas autorizadas de multinacionais ou pequenos comerciantes. As visitas foram feitas por regiões do município e levantada a quantidade de geradoras por região conforme a tabela 2:

Tabela 2 – Número, por microrregião, de empresas prestadoras de serviços de revenda e manutenção de pneumáticos em Criciúma – SC.

Regiões	Quantidade
1	05
2	04
3	02
4	11
5	09
6	00
7	05
8	05
9	08
10	05
Total	54

Fonte: do autor, 2013.

Na tabela 2 vemos uma maior concentração de empresas do ramo nas

regiões 4, 5 e 9, sendo a região 4 a parte central da cidade, com grande circulação de veículos automotores, as regiões 5 e 9 são respectivamente as regiões dos bairros Próspera e Pinheirinho, são esses os principais bairros da região das entradas norte e sul de Criciúma, em campo notou-se também uma concentração grande de empresas do ramo, na Rodovia Luiz Rosso, que inicia na entrada central da cidade, no bairro Quarta Linha e vai até o bairro São Luiz (regiões 7 e 8), e no bairro Rio Maina (região 10), que concentra boa parte da população da cidade e que tem um grande fluxo de veículos.

As empresas geradoras foram subdivididas em três categorias, as empresas apenas de serviços de borracharias, revenda de pneus, e empresas que comportam as duas atividades, conforme tabela 3:

Tabela 3 - Atividades desenvolvidas na cadeia de geração de pneus inservíveis em Criciúma - SC

Tipo de atividade	Quantidade de empresas
Serviços de borracharia	31
Revenda de pneus	10
Serviços de borracharia e Revenda de pneus.	13
Total	54

Fonte: do autor, 2013.

É notável o grande número de borracharias em relação às revendas. Na tabela 03 fica evidente a maior procura dos clientes por manutenção dos pneumáticos, que a procura por compra, sendo que a maioria dos clientes procura renovar o jogo de pneus somente quando se tem extrema necessidade.

Tabela 4 – Número de atendimentos efetuados pelas empresas prestadoras de serviços em Criciúma – SC

Atividades desenvolvidas	Número de atendimentos
Borracharias	8125
Revendedores de pneus	2815
Total	10940

Fonte: do autor, 2013

A maior procura por manutenção dos pneumáticos se dá principalmente devido aos custos, pois pneus novos são relativamente caros, então, mesmo não

sendo a preocupação principal desses clientes, isso acaba sendo favorável às questões ambientais.

A tabela 5 mostra o número de empresas por média de atendimentos mensais, onde foram divididas em quatro categorias, de 0 a 100 atendimentos, de 101 a 200, de 201 a 300 e mais de 300 atendimentos.

Tabela 5 - Número médio mensal de atendimentos por estabelecimento prestador de serviços em venda e manutenção de pneumáticos em Criciúma – SC.

Atividades desenvolvidas	Atendimentos / Mês			
	1-100	101-200	201-300	+300
Serviços de Borracharia	16	18	05	05
Revendas	09	10	02	01

Fonte: do autor, 2013.

A grande maioria das empresas atende entre 1 a 200 clientes por mês, sendo que os atendimentos a mais de 200 clientes em sua maioria ficam na parte de serviço de manutenção, ou seja, no setor de borracharia.

Com o questionário aplicado também se conseguiu obter uma estimativa do número de pneus inservíveis gerados em cada uma das dez regiões do município de Criciúma. Podendo assim identificar as regiões da cidade que tem uma maior geração desses pneus, conforme Tabela 6:

Tabela 6 - Estimativa de Quantidade de pneus inservíveis gerados, em borracharias e centros automotivos, por região no período de um mês em Criciúma – SC.

Regiões	Quantidade
1	275
2	620
3	220
4	1600
5	1890
6	00
7	770
8	420
9	500
10	240
<b>Total</b>	<b>5855</b>

Fonte: do autor, 2013.

Conforme a tabela nota-se uma grande disparidade de geração de pneus inservíveis nas regiões 4, que comporta a região central da cidade, e na região 5

que tem como bairro principal a Próspera. São regiões com grande desenvolvimento no comércio de produtos voltados ao setor automotivo, então concentra boa parte das revendedoras e prestadoras de serviço de manutenção de pneumáticos. Já na região 6 não foi encontrada nenhuma empresa do ramo.

Ainda na questão de quantidade de pneus gerados, os pneus foram divididos por tipologia, sendo pneus automotivos, pneus de ônibus e caminhões e pneus de motocicleta conforme a apresenta tabela 7:

Tabela 7 - Quantidades de pneus inservíveis gerados por tipologia estimados para um mês em Criciúma - SC

<b>Tipos de Pneus</b>	<b>Quantidade</b>
Automotivos	5505
Ônibus e Caminhões	125
Motocicletas	225
<b>Total</b>	<b>5855</b>

Fonte: do autor, 2013.

Como o foco da pesquisa eram borracharias e centros automotivos, fica evidente que no município de Criciúma a grande maioria das empresas, desses ramos, é voltada ao atendimento de automóveis, pois o número de pneus gerados em relação aos outros tipos de pneus apresenta uma grande diferença. No ECOPONTO os pneus automotivos também são grande maioria, porém ocupam um espaço menor, sendo um grande problema os pneus de ônibus e caminhões, que apesar de pouca quantidade são de grande volume. O menor número de pneus de ônibus e caminhões gerados se dá também pelo fato de serem mais reaproveitados, pelo alto custo de pneus novos. Houve aumento do uso dos pneus chamados “remold”, que saem por preços muito mais em conta.

Na questão sobre tempo de atuação da empresa no mercado as respostas foram separadas em cinco categorias, empresas com tempo menor a 3 anos, de 3,1 a 5 anos, de 5,1 a 7 anos, de 7,1 a 10 anos, e empresas com tempo maior que 10 anos, e foram subdividas nessas categorias, conforme a tabela 8:

Tabela 8 – Tempo de atuação no mercado de prestadores de serviços em venda e manutenção de pneumáticos em Criciúma – SC.

Tempo de atuação	Quantidade	Percentual (%)
Menos de 3 anos	16	29,6
3,1 a 5 anos	9	16,7
5,1 a 7 anos	2	3,7
7,1 a 10 anos	6	11,11
+ 10 anos	21	38,89
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Fonte: do autor, 2013.

Percebe-se na tabela que boa parte das empresas está atuando a mais de 10 anos, ou seja, 21 das 54 encontradas (39,89%), essas são empresas consolidadas no mercado e que geralmente tem um maior conhecimento sobre os aspectos legais. Por outro lado nota-se que uma boa parte também, é de empresas com menos de 3 anos no mercado. Essas empresas necessitam de um maior cuidado por parte da FAMCRI, pois há uma grande rotatividade na titularidade de gerência e administração destes estabelecimentos, então deve ser feito um *marketing* direcionado a essas empresas.

No questionário também foram feitas perguntas sobre o conhecimento de aspectos normativos e legais, e o conhecimento, do proprietário ou representante da empresa, sobre a existência do ECOPONTO de pneus inservíveis. As respostas obtidas seguem na tabela 9:

Tabela 9 – Conhecimento de aspectos normativos e legais da gestão de pneus inservíveis e do Ecoponto em Criciúma – SC

Questões	Sim		Não	
	nº	%	nº	%
Resolução CONAMA 416/2009	10	18,5	44	81,5
PNRS Lei 12.305/10	10	18,5	44	81,5
Necessidade de logística reversa de pneus	40	74,1	14	25,9
ECOPONTO	48	88,9	06	11,1

Fonte: do autor, 2013.

Aplicado o questionário nota-se o baixo conhecimento da legislação aplicável para descarte e logística reversa dos pneus inservíveis, e também o baixo interesse por parte das empresas em adequar-se à legislação. O principal empecilho

para as borracharias se adequarem à legislação seria o custo financeiro, já que a grande maioria é de pequeno porte e com estruturas precárias. Grande parte destas entregam os pneus inservíveis a terceiros, que recolhem e dão a eles variados destinos, alguns recolhem sem custo para a borracharia, pois reutilizam esses pneus, e outros com o custo do frete.

Das 54 empresas abordadas na pesquisa, apenas 31 tem como destino dos pneus inservíveis o ECOPONTO, então, foi perguntado à periodicidade que entregam esses pneus na sede, conforme tabela 10:

Tabela 10 - Periodicidade de entrega dos pneus inservíveis no ECOPONTO.

<b>PERIODICIDADE</b>					
<b>SEMANAL</b>		<b>QUINZENAL</b>		<b>MENSAL</b>	
<b>RESPOSTAS OBTIDAS</b>	<b>%</b>	<b>RESPOSTAS OBTIDAS</b>	<b>%</b>	<b>RESPOSTAS OBTIDAS</b>	<b>%</b>
08	25,81	01	3,23	22	70,96

Fonte: do autor, 2013.

A grande maioria entrega seus pneus mensalmente, durante esse período armazenam seus pneus no próprio pátio da empresa, muitas vezes descobertos e sem a mínima preocupação com os problemas que possam causar. Segundo as respostas obtidas são entregues em média 1865 pneus inservíveis ao ECOPONTO, número que se aproxima ao do controle de pneus recebidos que é feito em uma planilha no Excel no escritório da sede.

Além do ECOPONTO outros destinos são dados pelas empresas geradoras, em 23 empresas os destinos são outros, entre eles estão empresas de recapagem, doações para ONGs, e entregam a anônimos que recolhem sem custos e 48 empresas entrevistadas julgaram adequado o destino dado aos pneus inservíveis, 4 não souberam dizer se é adequado ou não, e apenas 2 julgaram inadequado o destino dado pela empresa que representa.

#### 4.2 PROPOSTA PARA PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS DE PNEUMÁTICOS

O plano de gerenciamento integrado de resíduos deve estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos

pequenos geradores, em conformidade com os critérios do sistema de limpeza urbana local.

Para elaboração desse programa que compõe o PGIRP, o município poderá seguir as seguintes etapas básicas:

a) Formação de equipe técnica

A formação da equipe para elaboração, implantação e coordenação do programa deve ser preferencialmente multidisciplinar. A comissão deve desenvolver:

- Treinamento e capacitação dos agentes responsáveis diretamente pela operacionalização do programa, como funcionários da prefeitura, associação de catadores e/ou carroceiros etc.;
- Proposição de ações que visem ao monitoramento, fiscalização e manutenção do programa.

b) Elaboração de um banco de dados com o diagnóstico da situação atual dos resíduos pneumáticos

São obtidas informações como:

- caracterização dos resíduos (levantamento qualitativo e quantitativo), como feito neste presente trabalho;
- análise das possíveis condições de deposições dos resíduos.

#### **4.2.1 Metodologia para implantação**

Para a elaboração do PGIRP foram consultados modelos existentes no país, em centros urbanos que já efetuam o gerenciamento e adaptadas ao contexto local onde são sugeridas as seguintes etapas:

Quadro 1 – Etapas de Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Pneumáticos

Etapas	Objetivo	Ação
**1	Verificar e analisar a situação atual do município em relação à geração de pneus	Pesquisar, nos órgãos municipais, a existência de coleta de pneus, os dados já existentes sobre geradores entre outras informações; consultar a legislação municipal sobre o assunto.
**2	Pesquisar sobre os geradores (revendedoras e borracharias)	Forma direta: percorrer todas as ruas da cidade a procura de geradores. Forma indireta: pesquisar em cadastro imobiliário, lista telefônica municipal, associações comerciais e sociedade de bairro.
**3	Pesquisar a quantidade de pneus gerados no município	Forma direta: pesquisar no gerador. Forma indireta: pesquisar, nos órgãos ligados ao trânsito, municipal e/ou estadual, o número de veículos.
4	Localizar os pontos de despejo dos pneus inservíveis	Forma direta: percorrendo as ruas da cidade. Forma indireta: por meio de sociedade de bairro, pesquisa em órgãos municipais responsáveis por controle desses despejos, entre outros.
5	Localizar as empresas recicladoras de pneus em pontos estratégicos	Pesquisar, em diversos tipos de fontes, tais como internet, jornais, congressos e similares, associações, revistas, feiras de meio ambiente, entre outros.
6	Encontrar mercado para a venda de pneus	Pesquisar a disponibilidade de consumo e preço nas empresas recicladoras, gerando um mercado para o pneu.
7	Adotar maneiras para a obtenção do pneu inservível	Pesquisar meios para a coleta. Ex: com as áreas de botaforas mapeadas, propor a ajuda da população para a coleta desses pneus, por meio de incentivos e de campanhas educacionais; pontos de coleta em locais estratégicos; campanha nos locais de geração etc.
8	Armazenar os pneus	Armazenar os pneus em local adequado, coberto e cercado, de forma a não abrigar vetores transmissores de doenças, e a evitar vandalismo.
9	Adequar os pneus inservíveis ao mercado	Beneficiar o pneu-resíduo conforme a necessidade das empresas de reciclagem (triturar, picar etc.).
10	Transporte dos pneus	Transportar de forma adequada o pneu até a empresa recicladora.

\*\*etapas já realizadas nesse estudo. Fonte: (MATTIOLI et al 2009) Adaptado pelo autor.

#### 4.2.2 Coleta, transporte e armazenamento.

No município de Criciúma já é feito o recebimento de pneus inservíveis, pelo ECOPONTO, onde as geradoras se encarregam de entregar seus resíduos. Hoje o local aceita a quantidade de 40 pneus/mês de cada empresa cadastrada, abrindo-se algumas exceções em casos extremos. Ao se questionar o responsável da empresa nota-se que esse número é considerado baixo por grande parte deles. A sede atual do ECOPONTO tem alguns problemas como localização e espaço, por ser em uma região central, com dificuldade de manobrar caminhões e baixa capacidade de armazenamento.

Figura 9 – Carregamento do caminhão que leva os pneus ao destino adequado.



Fonte: do autor, 2013.

Figura 10 - Pequeno gerador descartando pneu no ECOPONTO



Fonte: do autor, 2013.

Figura 11 - Eco ponto superlotado de pneus



Fonte: do autor, 2013.

Atualmente, para aumentar a eficiência no gerenciamento de pneus inservíveis no município de Criciúma, além das etapas do Quadro 01 são necessárias imediatamente duas ações:

- Mudança de local do ECOPONTO, indo para uma área estratégica de fácil acesso para caminhões e com espaço maior de armazenamento;
- Ação de marketing direcionado aos principais geradores de pneus inservíveis, por meio de folders explicativos e mídia local.

#### 4.3 EMPRESA LOCAL QUE REUTILIZA PNEUS ENTREGUES NO ECOPONTO

A empresa localizada no Bairro Cruzeiro do Sul, fabrica um produto chamado no mercado de prego telheiro, utilizado em telhas para a fixação com a estrutura da cobertura da construção. A empresa fica nos fundos da residência do proprietário e tem instalações precárias.

A arruela que compõe o prego telheiro é feita a partir de chapas de zinco, essas chapas passam pela guilhotina, sendo cortadas em filetes de cerca de 7 cm. Esses filetes vão para a prensa que corta a chapa de zinco, onde saem prontas as arruelas.

Figura 12 – Organização e etapas de processo de valoração de parte de pneumáticos: A) Chapas de Zinco armazenadas no chão de fábrica; B) Guilhotinas para corte das chapas de zinco; C) Prensa onde são cortados os filetes e sai pronta a arruela. D- Borracha cortada em círculos.



Fonte: do autor, 2013.

A borracha retirada dos pneus inservíveis, já chega à empresa cortada em círculos com cerca de 5 cm de diâmetro. A arruela pronta vai para a parte de montagem, onde se junta ao prego, que é comprado de terceiros, e à borracha.

Figura 13- Etapas de processo de valoração de parte de pneumáticos: A) Montagem do prego telheiro; B) Estocagem.



Fonte: do autor, 2013.

Após a montagem, o prego telheiro pronto, é ensacado e estocado, para posteriormente ser revendido.

## 5 CONCLUSÃO

Atualmente são muitas as alternativas para a reutilização dos chamados pneus inservíveis, novas tecnologias de reciclagem e recapagem foram estudadas nas últimas décadas, tempos em que a questão de destinação desse resíduo começou a tornar preocupante, devido aos grandes volumes gerados, causados pelo grande aumento do número de veículos no Brasil.

A legislação Brasileira dá todas as diretrizes para o que seria o modelo ideal para o gerenciamento dos pneus inservíveis, mas vemos, na prática, uma realidade um pouco diferente da qual seria a ideal. Com o estudo direcionado aos principais geradores desse resíduo, e ao visitar cada uma das empresas e aplicar o questionário criado para este trabalho, ficou notória, além do baixo conhecimento da legislação vigente, por parte dos proprietários e funcionários das empresas desse setor, a omissão de fiscalização por parte dos órgãos competentes.

A criação de um ECOPONTO de pneus inservíveis está previsto em legislação, mais precisamente na Resolução 416 de setembro de 2009, que fala que em municípios com mais de 100.000 habitantes, as fabricantes e revendedoras de pneus devem manter pelo menos um ponto de coleta desses pneus, e obrigatoriedade da destinação correta desses pneus inutilizados está amparada pela lei 12.305/2010, que institucionaliza em seu artigo 33 a obrigatoriedade da implementação em todo o território nacional do sistema de logística reversa.

Em Criciúma o ECOPONTO é subsidiado pela FAMCRI (Fundação do Meio Ambiente de Criciúma), em parceria com a Reciclanip, na qual a FAMCRI arca com os custos de operacionalização do ponto de coleta e a Reciclanip encarrega-se com o frete, e em conseguir um local adequado para que esse resíduo seja destinado. Nesse caso, uma empresa cimenteira que utiliza os pneus inservíveis na geração de energia.

Hoje, no município de Criciúma apesar de possuir um ECOPONTO em funcionamento desde setembro de 2009, este apresenta alguns problemas operacionais e de divulgação sendo os principais: o espaço, pois fica em um pavilhão pequeno, havendo conseqüentemente determinação pelo órgão ambiental do recebimento de um limite 40 pneus/mês por empresa geradora, um número

considerado baixo pela grande maioria dos entrevistados nas empresas, e na questão de logística, pois o pavilhão fica em uma região central da cidade, com dificuldade de circulação e manobra para os caminhões de grande porte. Por outro lado o órgão ambiental necessita rever sua política de comunicação com o objetivo de ampliar o conhecimento aos munícipes da existência e do funcionamento do ECOPONTO.

A primeira ação para a melhoria do gerenciamento dos pneus inservíveis em Criciúma seria a mudança do local do ECOPONTO, que está prevista para o início do ano de 2014. E para o contínuo melhoramento do gerenciamento dos pneus inservíveis no município, seguir o plano de gerenciamento proposto como resultado do presente trabalho, realizado em etapas, com ações direcionadas aos principais geradores, empresas de manutenção e conserto e revendedoras de pneumáticos. No ECOPONTO é importante manter um sistema de registro e controle de entrada e saída de pneus correlacionando o local de procedência das fontes geradoras e atrelar a renovação da licença de funcionamento dos estabelecimentos com a comprovação da entrega de pneus inservíveis no ponto de recebimento.

O sucesso de políticas públicas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, em especial como o que ocorre com o recolhimento de pneus inservíveis do município de Criciúma necessita de continuidade e de maior visibilidade para que se consolide.

O controle sobre a disposição irregular em locais inapropriados deve ser ampliado e estabelecida uma política de gestão em conjunto com os serviços de controle e vigilância sanitária para coibir o descarte incorreto e auxiliar de forma indireta na prevenção de vetores como os agentes causadores da dengue.

A execução do recolhimento dos pneus depositados em locais irregulares, deve ser uma prática rotineira integrada e realizada em parceria com outras repartições públicas encarregadas da manutenção e da limpeza urbana.

A ampliação da divulgação do projeto com outdoors, folders, cartazes e a criação de um selo verde de responsabilidade ambiental para empresas responsáveis pode auxiliar a efetivação da gestão, conforme preconiza as diretrizes e normas legais vigentes no país.

## REFERÊNCIAS

- ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. **Institucional**. 2013. Disponível em <<http://www.anip.com.br/?cont=institucional>> Acesso em 05 de set de 2013.
- ARAÚJO, Felipe Costa; SILVA, Rogério José da. Pneus Inservíveis: Análise das leis ambientais vigentes e processo de destinação final adequados. **Anais... 25 Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. A engenharia de produção e a universidade empreendedora**. 29 Out – 01 Nov. 2005. Porto Alegre: ABREPO - Rio Grande do Sul, 2005.
- BRASIL. Decreto nº. 7.404, de 23 de dezembro de 2010: Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 12 dez. de 2010 (a). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acessado em: 01 ago. de 2013
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. 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)>. Acesso em: 06 Ago. 2013.
- BRASIL. Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 17 de fevereiro de 1998. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=320>>. Acessado em: 01 ago. de 2013.
- BRAZIL TIRES **DIAGONAL X RADIAL** Disponível em <<http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html>> acesso em 25 ago. 2013.
- CASTRO, Slany de Moraes. **Destinação de pneus usados em Porto Velho/RO**. Ji-Paraná: Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. 71 f. 2011. Disponível em < [http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/arq/TCC\\_SLANY\\_FINAL.pdf](http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/arq/TCC_SLANY_FINAL.pdf)> Acesso em 19 ago. 2013.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 4º ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1996.
- CIMINO, Marly Alvarez; ZANTA, Viviana Maria. Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis (GPI): Análise Crítica de ações Institucionais e Tecnologias Para Minimização. **Engenharia Sanitária & Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES V. 10, n.4,

p. 299-306. Out/dez 2005.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, Nº 188, de 01 out 2009, p. 64-65. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>> Acesso em 08 ago. 2013.

CRICIÚMA – Prefeitura Municipal. Programa de Fortalecimento de Gestão Municipal Urbana. Elaboração dos Insumos do Plano Diretor Participativo do Município de Criciúma - Santa Catarina. **Mapas de Bairros e Regiões Administrativas para o PDP**. Criciúma: IPAT – UNESC – PMC 2007. Disponível em <<http://www.unesc.net/~pdp/pdf/PDP2007URB02-07-103.pdf>> Acesso em 18 ago. 2013.

DELIBERATO, Eugênio. Os pneus e o meio ambiente. In.: JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, José Valverde. (ORG) **Política Nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, p.653-663, 2012. (Coleção ambiental).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3º. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GOMES, R. C.; LIMA, W. B.; LIMA, M. R. P. Diagnóstico da situação atual e propostas para destinação final de pneus inservíveis no município de Vitória – ES. Vitória, 2003. **Anais...** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 18 a 23 de setembro de 2005 - Campo Grande/MS. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/III-037.pdf>> Acessado em 30 nov. 2009.

MARCONI, M. A. de; LAKATOS, E. M.; **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MATTIOLI; Leonardo Miranda Laborne et al **Plano de gerenciamento integrado de resíduos pneumáticos – PGIRPN**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009.44 p.; il.

MATTOSINHO, Cynthia Marise Dos Santos; COSTA, Fábio Edson De Oliveira. Cadeia reversa dos pneus de carga inservíveis: impactos nos custos operacionais e ao meio ambiente. **Anais...** XII SEMEAD – Seminários em Administração: Empreendedorismo e Inovação, 27 a 28 de agosto de 2009 (Área temática: operações) São Paulo: Programa de Pós-graduação em Administração da FEA-USPSEMAED2009 . Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/12semead/resultado/trabalhosPDF/813.pdf>>

RAMOS, Karin Cristina Siqueira; RAMOS FILHO, Leonardo Sohn N. A logística reversa de pneus inservíveis. **Anuário de Produção Acadêmica Docente**. São Paulo: Anhanguera Educacional, V. XII N. 2, Ano 2008, p. 91-103.

RECICLANIP: iniciativa da indústria nacional de pneus. Institucional. São Paulo: ANIP, 2013. Disponível em <<http://www.reciclanip.org.br/v3/quem-somos-institucional>> Acesso em 16 de ago. 2013

RESENDE, Eduardo Lima. **Canal de Distribuição Reverso na Reciclagem de Pneus**: Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica (Dissertação de Mestrado Do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Industrial) Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2004. 120 f.

RIBEIRO, Cléa Maria da Cunha. **Gerenciamento de Pneus Inservíveis**: Coleta e Destinação Final. São Paulo: Centro Universitário SENAC. (Dissertação de Mestrado em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente) São Paulo: SENAC, 2005, 87 f. .

RODRIGUEZ, Henrique, Cuidando dos pneus de seu carro – os tipos. São Paulo: Jalopnik, 03 maio 2011. Disponível <<http://www.jalopnik.com.br/cuidando-dos-pneus-de-seu-carro-os-tipos/>> Acesso em 06 de set 2013

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. **Desperdício Zero – Kit 8 – Pneus**. Curitiba: SEMA. 2005, 9p.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

APÊNDICE – Planilha de pesquisa

## PLANILHA DE PESQUISA SOBRE PNEUMÁTICOS

### 1. Identificação da atividade/Empreendimento:

Atividade:	
Nome Fantasia:	
End:rua/av.:	n°
Bairro:	CEP:
Inscrição Municipal:	
Telefone p/ contato: ( )	
Área ou Extensão do Imóvel:	
Área Útil do Empreendimento:	
Número de empregados/trabalhadores:	

### 2. Atividades Desenvolvidas

n.º	Atividade	Atendimentos/mês
01	Serviços de Borracharia (Consertadores - Borracheiros)	
02	Revenda	

#### Tipos e número pneus gerados:

( ) automotivos [ \_\_\_\_\_ ] ( ) motocicletas [ \_\_\_\_\_ ] ( ) bicicletas [ \_\_\_\_\_ ]  
 ( ) Caminhões e ônibus [ \_\_\_\_\_ ] Agrícolas [ \_\_\_\_\_ ] ( ) empilhadeiras [ \_\_\_\_\_ ]

#### Tempo de atuação no mercado.

( ) menos de 3 anos ( ) de 3,1 a 5 anos ( ) de 5,1 a 7 anos ( ) de 7,1 a 10 anos ( ) + 10 anos

Região: \_\_\_\_\_

Número aproximado de pneus gerados por mês: \_\_\_\_\_.

Onde costuma depositar os pneus inservíveis?

\_\_\_\_\_

#### Tem outro destino para os pneus inservíveis?

( ) Vende os pneus a um terceiro ( ) Doa ( ) Queima ( ) Autônomo que recolhe sem custo

O destino dos pneus é: ( ) adequado ( ) inadequado

Quando faz o destino indicado percebe sua responsabilidade sócio-ambiental? ( ) Sim ( ) Não

Sua atividade tem impacto sobre o meio ambiente? ( ) Sim ( ) Não.

Tem conhecimento da Resolução CONAMA 416/2009: Sim ( ) Não ( )

Tem conhecimento da PNRS Lei 12.305/2010: Sim ( ) Não ( )

Tem conhecimento da necessidade de logística reversa de pneus: Sim ( ) Não ( )

Tem conhecimento da existência do ECOPONTO de pneus: Sim ( ) Não ( )

Entrega pneus inservíveis no ECOPONTO: Sim ( ) Não ( )

Se sim, qual a periodicidade: Semanal ( ) Quinzenal ( ) Mensal ( )

Quantos pneus entrega no ECOPONTO: \_\_\_\_\_