

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA  
COM ÊNFASE EM TRANSPORTES

ESTUDO DE UM SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE PARA A LOGÍSTICA  
REVERSA DE PNEUS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU.

**MÁRCIO MAURÍCIO SIMÕES**

**BOTUCATU – SP**

**JUNHO-2006**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA COM ÊNFASE  
EM TRANSPORTES**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE PARA A LOGÍSTICA  
REVERSA DE PNEUS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU.**

**MÁRCIO MAURÍCIO SIMÕES**

ORIENTADOR MS. Érico Daniel Ricardi Guerreiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,  
para obtenção do título de Tecnólogo em Logística  
com ênfase em Transportes.

**BOTUCATU – SP  
JUNHO-2006**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e pela oportunidade.

À minha família, pela paciência, e ajuda incondicional.

Quero agradecer com muita sinceridade aos professores, mestres e doutores, que me proporcionam um mundo novo através dos ensinamentos na sala de aula e fora delas, em especial ao meu orientador Ms. Érico Daniel Ricardi Guerreiro que se mostrou muito mais que professor mais também um amigo.

Agradeço as secretarias de meio ambiente, a secretaria de zoonoses de Botucatu e as borracharias e borracheiros pela atenção dedicada a esse estudante.

Aos meus colegas e amigos de sala que tornaram essa jornada uma das melhores fases da minha vida, e às feras do loggol que sem duvida é o melhor time que passou pela Fatec valeu pela garra!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	VII
I. INTRODUÇÃO.....	08
1.1. Objetivos.....	09
1.2. Justificativa.....	09
1.3. Metodologia.....	10
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1. Logística.....	11
2.2. Logística Reversa.....	12
2.2..Canais de Distribuição Reversos de Bens de pós-venda (CDR-PV).....	15
2.2.2.Canais de Distribuição Reversos de Bens de pós-consumo.(CDR-PC).....	16
2.3. Pneus.....	19
2.3.1. Pneus inservíveis.....	22
2.3.2. Problema a logística reversa dos pneus.....	26
2.4. Rede de coleta.....	26
III. ESTUDO DE CASO.....	29
3.1. Município de Botucatu.....	29
3.2. Localização das empresas.....	30
3.3. Demanda de pneus inservíveis.....	31
3.3.1. Volume da demanda.....	32
3.4. Zoneamento das regiões.....	35
3.5. Especificação do veículo.....	37
3.6. Cálculo da distância percorrida no roteiro e do tempo do ciclo.....	38
IV. CONCLUSÃO.....	40
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXO.....	44
APENDICE.....	41

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
Figura 01. Destinos das devoluções.....	17
Figura 02. Visualização de estrada pavimentada com asfalto borracha.....	23
Figura 03. Exemplo de roda maciça feita para carrinhos.....	23
Figura 04. Amostra de pisos de borracha.....	24
Figura 05. Visão panorâmica de blocos de concreto com adição de borracha.....	24
Figura 06. Imagem em duas dimensões de blocos de concreto co borracha.....	25
Figura 07. Aplicação de pneus em muros de arrimo.....	25
Figura 08. Aplicação de pneus em parques de diversão.....	26
Figura 09. Mapeamento das empresas.....	31
Figura 10. Ilustração do pneu gênero A.....	33
Figura 11. Ilustração do pneu gênero B.....	34
Figura 12. Ilustração do pneu gênero C.....	34
Figura 13. Mapeamento dos pontos de coleta.....	35
Figura 14. Visão da roteirização e da Zona de coleta.....	36
Figura 15. Complemento indicado.....	37

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
Tabela 01. Resultados das indústrias pneumáticas.....	20
Tabela 02. Comparação produção/vendas por gênero.....	21
Tabela 03. Volume de produção/vendas /exportação.....	22
Tabela 04. Demanda de pneus e tempo de parada em cada ponto.....	32
Tabela 05. Porcentagem dos gêneros.....	33
Tabela 06. Coeficiente alpha.....	37

**LISTA DE QUADROS**

	<b>Página</b>
Quadro 01. Lista das empresas.....	30

## RESUMO

O tema apresentado é o Estudo de um Sistema de Coleta e Transporte para a Logística Reversa de Pneus no Município de Botucatu. Esse estudo consiste em verificar a melhor forma possível de coletar as carcaças de pneus das empresas do ramo na cidade, com o intuito de evitar que esses sejam jogados em terrenos, rios, córregos e em qualquer outro lugar que gere problemas ambientais ou epidemiológicos no município bem como a sua população. Primeiramente foi realizado um levantamento das empresas do ramo de pneus cadastradas na prefeitura municipal, após esse levantamento foi feita uma pesquisa de campo para saber a demanda de pneus inservíveis em todas essas empresas. O passo seguinte foi a escolha do veículo que melhor se adaptasse ao trabalho.

Após mapear essas empresas no município foi feito o zoneamento para os roteiros de coletas, o dimensionamento da frota e da equipe de serviço. A próxima etapa do estudo foi o cálculo do percurso e o tempo do ciclo. Com essas informações tornou se possível o cálculo dos custos do transporte.

## I. INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado tem como principal tema a logística reversa. Ela possui o mesmo conceito da logística, porém de modo inverso, e busca o reaproveitamento dos produtos de pós-venda e de pós-consumo, ou de seus materiais constituintes; colocando-os novamente no mercado ou levando-os de volta ao ciclo produtivo como matéria prima para dar origem a novos produtos. Mais especificamente trata da análise da logística reversa de pneus inservíveis geradas no município de Botucatu.

Um dos problemas mais relevantes da logística reversa é o seu custo, que não é somente econômico. Pelo fato de ser uma área nova, gera muitas dúvidas em relação aos benefícios que pode trazer; apesar de promissora, existe um longo caminho a percorrer para que as empresas realmente tenham consciência da importância da preservação do meio ambiente, dos recursos naturais não renováveis e das vantagens econômicas que ele pode proporcionar. Em especial a logística reversa do pneu trata de um objeto de volume relativamente grande o que dificulta o seu transporte e armazenagem, tornando o seu custo reverso maior.

O trabalho buscou embasamento teórico em bibliografias dos seguintes assuntos: Logística, logística reversa, pneus, pneus inservíveis roteirização, operações de frotas e direito ambiental relativos as necessidades do estudo, através de pesquisas a documentações indiretas, com o intuito de obter os melhores resultados possíveis fazendo uso dos estudos realizados até hoje como referência.

O estudo de caso consiste em definir a melhor forma de coletar e transportar as carcaças de pneus do município, para que sejam armazenados em um galpão existente no aterro sanitário e seguidamente sejam destinados a empresas que utilizam como matéria prima para novos produtos ou para outros fins ecologicamente corretos. Evitando que esses pneus sejam abandonados em lugares como ruas, rios, córregos,

terrenos baldios, gerando poluição e proporcionando o aumento da população de roedores e insetos que podem gerar doenças para a população.

Após a realização desse estudo chega se a conclusão de que é possível realizar a coleta dessas carcaças, garantindo que todas elas terão os destinos ecologicamente corretos, e assim evitando que esses pneus inservíveis se tornem um problema para a cidade. Isso é possível através da utilização de um caminhão com modelo definido no estudo e dois indivíduos durante oito horas de trabalho, uma vez por semana, seguindo o roteiro apresentado.

### **1.1. Objetivo**

O objetivo desse trabalho é definir através da logística reversa, uma maneira eficiente e confiável, de proporcionar um destino ecologicamente correto para os pneus inservíveis gerados no município de Botucatu, evitando que eles sejam descartados em ruas, rios, córregos, terrenos baldios, entre outros, tornando se um risco a saúde publica através da procriação de roedores e de insetos que podem ocasionar doenças ou até epidemias na cidade. Isso deve ser feito utilizando os recursos disponíveis na prefeitura municipal como galpões, veículos e funcionários, visando diminuir os custos, afim de que se torne um projeto viável e assim beneficie a população do município.

### **1.2. Justificativa**

Do ponto de vista ambiental a borracha se trata de um material de degradação muito lenta o que a torna um poluente em potencial e preocupante, ainda mais quando leva em conta a quantidade de pneus que são descartados diariamente.

Um outro fator de peso é o epidemiológico, isso ocorre devido ao pneu ser um foco de procriação de roedores e mosquitos que geralmente transmitem doenças e podem causar epidemias, ou até causar danos irreparáveis como mortes.

O fator econômico é compensador para o município tendo em vista que evitaria gastos indefinidos originados pela coleta desses pneus jogados em lugares não apropriados e variados, ou possíveis gastos futuros com combate a epidemias, gastos na saúde pública com possíveis doenças causadas por insetos ou roedores provenientes do destino indevido dos pneus. Ou até dar origem a empresas de reciclagem ou que utilizem o pneu como matéria prima para novos produtos, o que traria benefícios e impostos para o município.

### **1.3. Metodologia**

Neste trabalho foram utilizadas pesquisas através de documentações diretas e indiretas, pesquisa de campo e tecnologias.

As pesquisas e o estudo tiveram duração de quatro meses e foram realizados no primeiro semestre do ano de 2006.

## II. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Logística

Grande parte do valor de um produto é constituída pelo custo de seu transporte, distribuição e armazenagem desde a matéria prima até os pontos de venda, esse é um grande motivo para que as empresas procurem minimizar esses custos. A ferramenta ideal para esse trabalho pode ser a logística, que procura levar o produto certo no lugar certo no momento certo a um preço justo e com qualidade assegurada.

Logística é o planejamento e implementação do controle de fluxo e armazenagem eficiente e de baixo custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do cliente (PANZAN, 2006).

A Logística trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria prima até o ponto de consumo final, assim como todos os fluxos de informações que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviços adequados aos clientes a um custo viável. Possui atividades primárias que são: transportes, manutenção de estoques e processamento de pedidos.

O transporte é a atividade básica que faz a movimentação tanto de matérias primas quanto do produto final. É considerada por muitos como uma das atividades mais importantes no meio empresarial, devido a sua importância nos custos logísticos: absorve cerca de 2/3 desses custos.

A classificação dos transportes de acordo com as modalidades é:

- Terrestre: rodoviário, ferroviário e dutoviário;
- Aquaviário: marítimo e hidroviário;
- Aéreo. (PROVATTI, 2006).

A logística abrange ainda a logística reversa uma área pouco explorada, mais que pode render muitas vantagens para as empresas que optarem por essa ferramenta que é considerada um diferencial competitivo.

## **2.2. Logística Reversa**

A logística reversa possui o mesmo conceito acima citado, porém, de modo inverso. De acordo com Lembke (1999 apud DAHER; SILVA; FONSECA, 2004).

Logística reversa é o processo que planeja e implementa um controle de fluxo eficiente e de baixo custo do produto de pós-venda ou de pós-consumo, bem como as informações necessárias e o armazenamento da mesma, visando a recuperação de valor ou descarte apropriado para esse material.

A chamada logística do fluxo de retorno para Caixeta Filho e Lima (2001): tem o objetivo de eliminar a poluição e o desperdício de recursos de materiais de embalagens, substituindo materiais que poluem o meio ambiente, por meio da reutilização e reciclagem de produtos.

Mas as definições acerca do tema logística reversa documentadas nas literaturas especializadas são várias e interessantes, no artigo de Caixeta Filho e Lima (2001), vários autores são mencionados como Slijkhuis, (2000) de acordo com sua literatura a logística reversa [...] compreende todas as atividades enfocadas na redução, reutilização e reciclagem.

Logística reversa pode ser entendida como uma nova vertente da logística empresarial que tem como preocupação equacionar aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo dos diversos de tipos de bens industriais, dos materiais que constitui os mesmos e de seus resíduos, através da reutilização do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem as matérias-primas secundarias que voltarão a fazer parte do processo produtivo (LEITE, 2003).

Outra definição abordada por Leite (1999), trata a logística reversa como o fluxo de bem usado novamente ao mercado ou de um bem de pós-consumo desde o ponto em que é descartado até ser reintegrado ao ciclo produtivo, na forma de um produto equivalente ou não ao produto original.

O fluxo reverso dos bens, após atingirem o estágio de inservíveis ou o final de sua vida útil, pode ocorrer pelo canal reverso de desmanche e o de reciclagem, ou ainda, devido a inutilização serão encaminhados a disposição final em aterros ou são incinerados (LEITE, 2003).

O que se pode observar é que o uso da mesma devido principalmente a questões ambientais cresce em larga escala.

De acordo com Lacerda (2000):

Aumenta a tendência de que tanto as legislações ambientais como os consumidores caminharem para uma conscientização da responsabilidade das empresas sobre todo o ciclo de seus produtos forçando essas a se preocuparem mais com sua imagem institucional ecologicamente correta.

Segundo o autor, os processos de logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas, pois, o reaproveitamento de materiais considerados lixo e a economia que as embalagens retornáveis têm trazido as empresas, geram ganhos que aumentam cada vez mais novas iniciativas e esforços que proporcionam melhoria nos processos de logística reversa (LACERDA, 2000).

Para Caixeta Filho e Martins (2001, p.212), outro conceito analisado é “[...] que a logística reversa representa todos os assuntos relacionados com as atividades logísticas cumpridas com o objetivo de redução, reciclagem, substituição, re-uso de materiais a disposição final.”

Segundo Caixeta Filho e Martins (2001), o grande impacto no trabalho logístico são os aspectos ambientais o que gera uma tendência que levam a logística reversa a ser o maior assunto nessa área nos próximos tempos, abrangendo o gerenciamento ambiental.

A importância da logística reversa pode ser determinada pela seguinte lógica:

Com o aumento de produtos com uma vida útil, que comparada com as de produtos similares de antigamente é bem menor, aumenta-se o número de resíduos gerados, e com isto esgota-se a capacidade dos sistemas tradicionais de disposição de resíduos, que não acompanham esse crescimento, sendo necessário que surja uma alternativa para destinação final dos bens de pós-consumo ou de seus resíduos, a fim de minimizar o impacto gerado pelos mesmos ao meio-ambiente. (CAIXETA FILHO; MARTINS, 2001).

Através de um planejamento estratégico as empresas tentam melhorar o canal de fluxo reverso para minimizar os impactos negativos no meio ambiente. Entretanto, se faz necessário estabelecer uma distinção entre os diversos canais de distribuição reversa, como aponta Leite (2000 apud CAIXETA FILHO; MARTINS, 2000, p. 213) classificando da seguinte maneira:

- Disponibilidade do bem;
- Forma de reaproveitamento dos bens ou de seus materiais constituintes;
- Quanto ao ciclo que representam: aberto que visa reintegração do produto ao ciclo produtivo, ou fechado nos quais os materiais servem para fabricação de produtos similares;
- Quanto ao nível de integração da empresa: integrada, se for responsável por todas as etapas do canal de distribuição reverso ou não integrado, se apenas participar de algumas etapas;
- Quanto aos objetivos: econômicos, legislativos, prevenção de riscos, ganhos de imagem corporativa, entre outros.

A partir dos estudos da logística reversa, pode-se discutir a importância dos transportes nas atividades de reciclagem e disposição de resíduos. De acordo com Caixeta Filho e Martins, (2001, p.213): “[...] a roteirização e programação horária de veículos, escolha do modo de transporte, a escolha entre transporte público e privado, planejamento de tráfego entre outros”.

Deve-se salientar que de acordo com os atores, a discussão desses assuntos ocorre em função de que o custo de transportes que representa 25% do custo da reciclagem. Assim como o transporte, os elementos da logística são de suma importância para responder as questões ambientais.

### **2.2.1 Canais de distribuição reversos de bens de pós-venda. (CDR-PV)**

Os bens industriais de pós-venda são aqueles que, por diversos motivos, retornam ao ciclo de negócios constituindo esse canal reverso.

Esses produtos são devolvidos por uma variedade de motivos, como: por terminar a validade dele, por haver estoques excessivos no canal de distribuição,

por estarem em consignação, por apresentarem com problemas de qualidade e defeitos (LEITE, 1999).

O fluxo de bens de pós-venda pode se originar de várias formas:

- Por problemas de performance do produto ou por garantias comerciais, ao mesmo tempo.
- Pode se originar em diferentes momentos da distribuição direta, ou seja, do consumidor final para o varejista ou entre membros da cadeia de distribuição direta.
- Dentre os problemas de performance mais comuns, podem ser citados as avarias de transporte e os defeitos em garantia.
- Os comerciais são os erros de pedidos, a limpeza de canal nos elos da cadeia de distribuição, os excessos de estoques, o fim de estação, o fim de vida comercial do produto, os estoques obsoletos, entre outros.

Dentro do canal de pós-venda existem vários exemplos de canais de distribuições reversos que dependem da sua atividade econômica.

- Canal Reverso de Pós-Venda: Lojas de Varejo.

Por diversos motivos, os consumidores finais devolvem aos varejistas produtos recém-adquiridos e “não consumidos” alegando diversos pretextos. Alguns dos motivos mais comuns são: arrependimento por ter feito a compra, pelo fato de o produto não ser o que o consumidor esperava, o erro na escolha, os defeitos reais ou o não-entendimento dos manuais (LEITE 2003).

- Canal Reverso de Pós-Venda E-commerce:

Pode-se comparar o comércio eletrônico com o comércio através de catálogos. Ambos pertencem ao setor denominado “canal direto de vendas”, e geram um índice de devoluções por não-conformidade às expectativas do consumidor da ordem de 25 a 30% em relação ao total das vendas, o que caracteriza como um dos mais importantes canais de distribuição reverso de bens de pós-venda (LEITE 2003).

### **2.2.2. Canais de distribuição reversos de bens de pós-consumo. (CDR-PC).**

De acordo com o autor a logística reversa de pós-consumo é:

A área da logística reversa que equaciona e operacionaliza o fluxo físico e as informações de bens de pós-consumo. Descartados pela sociedade eles retornam

ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuição reversos específicos (LEITE, 2003).

Assim como o canal reverso de pós-venda, o de pós-consumo também possui canais que dependem de sua categoria econômica. Segundo Leite (2003):

- Canal reverso de reuso: Leilões de empresas.

Um exemplo é o da venda de materiais industriais em leilões, na forma de sucata e equipamentos usados, o que forma uma fonte primária de pós-consumo ou pós-uso: bens do ativo fixo em condições de uso, como máquinas, equipamentos, móveis, utensílios, veículos etc. Ou as genericamente denominadas “sucatas” partes de equipamentos ou peças sem condição de uso, sobras industriais de processos, os subprodutos de processos; excessos de estoques de insumos e matérias-primas, entre outros.

- Canal Reverso de pós-consumo: Embalagens descartáveis.

Outro canal reverso de importância econômica que tem crescido é o das embalagens em geral, sejam elas primárias ou de contenção dos produtos, secundárias ou de contenção das primárias ou unitizadas para o transporte. Trata-se de um segmento que tem se adaptado e contribuído de forma significativa para as modificações mercadológicas e logísticas requeridas na distribuição física (LEITE 2003).

O canal de pós-consumo, no processo de reutilização desses materiais ou bens, deve ser classificado. Essa classificação refere-se à duração de sua vida útil, na medida em que a preocupação principal da logística reversa é o equipamento dos processos e caminhos percorridos por esses bens ou por seus materiais constituintes após o término de sua vida útil.

Segundo Leite (2003), esses bens ou seus materiais são após serem consumidos, passam a serem denominados de pós-consumo e podem ter vários destinos, os que já se conhece aterros sanitários, incineração, ou retornam novamente ao ciclo produtivo por meios de canais de “desmanche”, “reciclagem” ou “reuso” estendendo assim sua vida útil. Esse retorno ao ciclo produtivo, é a principal preocupação do estudo da logística reversa e dos canais de distribuição reversos de pós-consumo.

- Bens descartáveis: são os bens que apresentam duração de vida útil média de algumas semanas, raramente superior a seis meses. Essa categoria de bens produzidos constitui-se tipicamente de produtos de embalagens, brinquedos, materiais

para escritório, suprimentos para computadores, artigos cirúrgicos, pilhas de equipamentos eletrônicos, fraldas, jornais, revistas, entre outros (LEITE 2003).

- Bens duráveis: são os bens que apresentam duração de vida média útil variando de anos a algumas décadas. Fazem parte dessa categoria os automóveis, os eletrodomésticos, os eletroeletrônicos, as máquinas e os equipamentos industriais, os edifícios de diversas natureza, os aviões, as construções civis, os navios, entre outros. Servem para a satisfação de necessidades da vida social e incluem os bens de capital em geral (LEITE 2003).

- Bens semiduráveis: Apresentam duração média de vida útil de alguns meses, raramente superior a dois anos. Apresenta características ora de bens duráveis, ora de bens descartáveis. São bens como baterias de veículos, óleos lubrificantes, baterias de celulares, computadores e seus periféricos, revistas especializadas, entre outros (LEITE 2003).

Dentre as devoluções são diversos os destinos dados a cada uma desses bens isso depende diretamente da classificação em qual ele se encaixa, ou seja, qual é o destino ideal para aquele material ou bem. Esse destino pode variar entre doações, retrabalhos, aterros entre outros com mostra a figura 01.



**Figura 01-** Destinos das devoluções

**Fonte:** Revista Tecnológica (2003, p.140).

Um dos benefícios que a logística reversa pode proporcionar as empresas é que pode ter resultados econômicos muito positivos.

De acordo com o autor esses resultados se deve aos fatores seguintes:

- Através do aproveitamento de matérias-primas secundárias, provenientes dos canais reversos de reciclagem, ou de revalorizações mercadológicas nos canais reversos de reuso e de remanufatura.
  - Preços menores de matérias-primas secundárias ou recicladas reintegradas ao ciclo produtivo.
  - Reduções nos consumos de insumos energéticos de processos.
  - De diferenciais de investimentos normalmente exigidos nas operações de utilização de matérias-primas secundárias em relação às primárias permitem às empresas e aos setores correspondentes obter economias suficientes para garantir rentabilidade satisfatória aos agentes comerciais e industriais em todas as etapas dos canais (LEITE, 2003).

Outro aspecto de extrema importância proveniente da logística reversa é o ambiental, contudo a consciência ambiental nas empresas vem crescendo muito nos últimos anos devido a vários fatores, segundo (LEITE 2003).

A revalorização ecológica de um bem em fim de vida é entendida como a eliminação ou a mitigação desse somatório de custos dos impactos no meio ambiente provocados pela ação nociva de produtos à vida humana ou pelos excessos desses bens, agrega valor ecológico ao bem de pós-consumo.

Outro fator ecológico que preocupa é o consumo sem limites dos recursos naturais.

Para Leite (2003, p.124):

[...] as pressões e as críticas ambientalistas ao consumo sem a responsabilidade empresarial correspondente geram novas teorias econômicas que preconizam a introdução desses custos ecológicos na contabilidade empresarial e, quando generalizado com todas as parcelas de degradação ao meio ambiente, também na contabilidade nacional do país. Embora ainda não sejam contabilizados oficialmente, incluem-se gradativamente nas relações estratégicas das empresas responsáveis em relação ao meio ambiente [...].

Diversas pesquisas realizadas nos Estados Unidos atestam que os consumidores estão cada vez mais sensíveis aos problemas ecológicos, dispostos a pagar mais por produtos concebidos e produzidos de maneira mais conveniente para o meio ambiente (LEITE, 2003)

Quanto aos pneus inservíveis o país possui uma resolução que obriga as empresas de pneumáticos a darem um destino ecologicamente correto às carcaças provenientes do pós-consumo dos pneus. Ver anexo 01:

### 2.3. Pneu

Artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos, de dimensões entre pneus de automóveis com medidas que geram uma média de dimensões de 65 centímetros de diâmetro e 18 centímetros de largura, entre os caminhões e ônibus com medidas médias de 115 centímetros de diâmetro e 22 centímetros de largura e entre as motocicletas as médias são de 65 centímetros de diâmetro e 12 centímetros de largura.

Após seu consumo são vários os destinos que pode se dar as suas carcaças entre eles, tem se:

- Recapagem, recauchutagem ou remoldagem;
- Fabricação de asfalto borracha;
- Adição em blocos de concreto;
- Confecção de artefatos de borracha como rodas maciças e pisos de borracha
- Aplicações em muros de arrimo, na agricultura, entre outros.

Esse processo ocorre com a logística reversa desses pneus, através da coleta, armazenagem e transporte desse material no fluxo reverso até as empresas de reaproveitamento ou reciclagem.

No intervalo entre os anos de 2004 a 2007 segundo a ANIP (Associação Nacional das Industrias Pneumáticas), os investimentos nos pneumáticos foram 1,2 bilhão de dólares e vem adquirindo resultados crescentes ao passar dos anos. Nos anos de 2004 e 2005 o faturamento ultrapassou os 23 bilhões de reais, gerando 120 mil empregos entre diretos e indiretos. Soma hoje 13 fabricas no país situadas nos estados da Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo.

**Tabela 01-** Resultados das industrias pneumáticas

Investimentos (2004-2007)	US\$ 1,2 bilhão
---------------------------	-----------------

Faturamento	R\$ 11,7 bilhões (2004) R\$ 11,9 bilhões (2005)
Empregados 2004	20 mil diretos 100 mil indiretos
Revendedores	4 mil pontos autorizados 40 mil empregos diretos
Fábricas no Brasil	13 fábricas
Estados	Bahia Paraná Rio Grande do Sul Rio de Janeiro São Paulo

**Fonte:** ANIP

Além dos investimentos, deve se também analisar a produção, as vendas e as exportações do país, afinal delas se originam as carcaças de pneu, que servirão como matéria prima para novos produtos através do canal de distribuição de pós-consumo.

De acordo com dados da ANIP tem-se:

Uma produção que se somada as categorias obtém-se a marca de mais de 50 milhões de pneus e uma venda que supera a produção em quase todos os gêneros.

**Tabela 02 - Comparação produção/vendas por gênero**

Produção	• Caminhões/ônibus: 6,5 milhões
	• Camionetas: 5,4 milhões
	• Automóveis: 29,6 milhões
	• Motos: 10,2 milhões
	• Agricultura/Terraplagem: 654 mil
	• Veículos industriais: 1,1 milhão
	• Aviões: 40,6 mil
Vendas (Inclusas as importações diretas das associadas)	• Caminhões/ônibus: 7,0 milhões
	• Camionetas: 5,7 milhões
	• Automóveis: 31,9 milhões
	• Motos: 10,01 milhões
	• Agricultura/Terraplagem: 690,1 mil
	• Veículos industriais: 1,1 milhão
	• Aviões: 52,6 mil
Exportações (Inclusas nos totais de vendas)	• Caminhões/ônibus: 2,2 milhões
	• Camionetas: 2,7 milhões
	• Automóveis: 9,0 milhões
	• Motos: 4,0 milhões
	• Agricultura/Terraplanagem: 200,4 mil
	• Veículos industriais: 88,1 mil
	• Aviões: 39,4 mil

**Fonte:** ANIP

Fazendo se um a comparação no setor no últimos quatro anos pode se analisar o crescimento do mesmo e, portanto, ter base para que o crescimento do canal reverso de pós-consumo possa suprir a demanda de carcaças de pneus que serão geradas, bem como o seu crescimento.

De acordo com (ANIP,2006)

**Tabela 03** - Volumes de produção/vendas/exportações

	2005: 53,4 milhões
Volume de produção (unidades de pneus)	2004: 52,0 milhões 2003: 49,2 milhões 2002: 46,6 milhões
	2005: 56,6 milhões
Volume de vendas (produção + importação) (unidades de pneus)	2004: 55,2 milhões 2003: 51,8 milhões 2002: 50,2 milhões
	2005: 18,2 milhões (previsão)
Volume de exportações (incluso nos totais das vendas) (unidades de pneus)	2004: 17,1 milhões 2003: 17,7 milhões 2002: 15,6 milhões

**Fonte:** ANIP

### 2.3.1 Pneus inservíveis

Pneus inservíveis são aqueles que não podem mais ser reformados para uso nos carros, ônibus, caminhões e outros tipos de veículos, eles devem ser retirados adequadamente de todo o Território Nacional, com vistas à preservação do meio ambiente e proteção à saúde pública.(ANIP, 2006)

Os pneus, quando no estado de inservíveis, acarretam uma série de problemas: são objetos perceptíveis e incomodamente volumosos, que precisam ser armazenados em condições apropriadas para evitar riscos de incêndio e proliferação de mosquitos e roedores. A disposição em aterros torna-se inviável, já que apresentam baixa compressibilidade e degradação muito lenta. Além disso, quando enterrados, tendem a subir e sair para a superfície (BERTOLO et al., 2006)

Segundo a Associação são varias as aplicações:

- Combustível alternativo no processo produtivo da indústria de cimentos.
- Aplicações na fabricação de asfalto borracha.

- Usados em novos artefatos, como tapetes para carros, percintas de sofás, pisos industriais, rodas maciças para carrinhos.

- Na fabricação de blocos de cimento.

Asfalto borracha: A aplicação de pó em granulométrica específica para o revestimento de ruas e estradas é aplicada a massa asfáltica.



**Figura 02** – Visualização de estrada pavimentada com asfalto borracha.

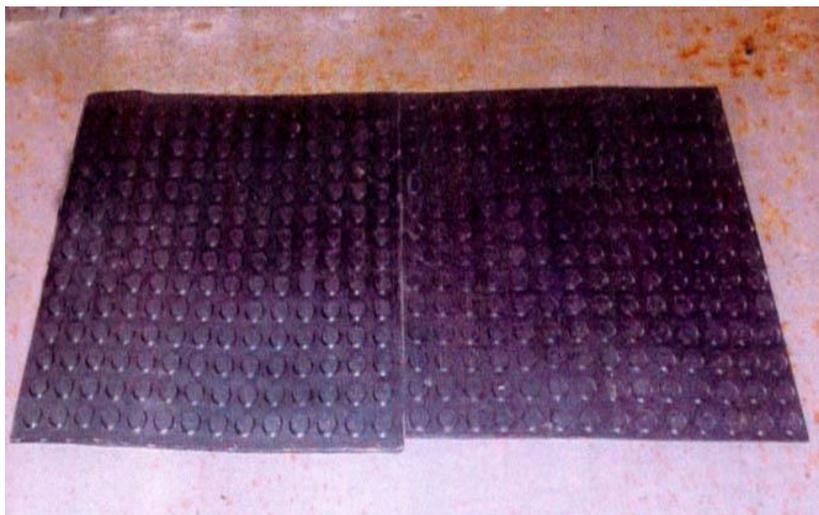
**Fonte:** ANIP

Artefatos de borracha: São produzidos através de um processo químico-físico onde se regenera a borracha e depois de trabalhar a mesma passa pelo processo de vulcanização. Esse material é utilizado na fabricação de tapetes, rodas maciças para carrinhos, pisos e outras.



**Figura 03** – Exemplo de roda maciça feita para carrinhos.

**Fonte:** ANIP



**Figura 04** – Amostra de pisos de borracha:

**Fonte:** ANIP

Blocos de concreto: O pneu passa por uma etapa de picotagem para ser reutilizado no concreto em substituição à brita, para a confecção de pisos, blocos e guias. O produto se torna mais leve e há ganho de produtividade na instalação, assim como a redução nos custos de transporte, são grandes diferenciais competitivos.



**Figura 05** – Visão panorâmica de blocos de concreto com adição de borracha reutilizada.

**Fonte:** ANIP



**Figura 06** – Imagem em duas dimensões de blocos de concreto com adição de borracha reciclada proveniente de pneus inservíveis.

**Fonte:** ANIP

Aplicações não reconhecidas: Uma parte significativa dos pneus usados e inservíveis tem destinação não reconhecida pelos órgãos ambientais, embora ecologicamente correta, como nos muros de arrimo, as aplicações na agricultura como suportes de plantas para proteger de pragas, as proteções em ancoradouros e embarcações, a utilização como matéria prima nos parques de diversões, entre outras, essas ações equivalem a 26,7% do mercado de reposição (ANIP, 2006).



**Figura 07** – Aplicação de pneus inservíveis em muros de arrimo.

**Fonte:** ANIP



**Figura 08** – Aplicação de pneus em parques de diversão.

**Fonte:** ANIP

Para chegar a esses destinos citados acima é necessário que esses pneus tenham um destino correto, isso é possível através da logística reversa.

### **2.3.2. Problema da logística reversa do pneu**

Um dos principais problemas da logística reversa do pneu são as origens das fontes primárias (borracharias, borracheiros) de coleta é que são normalmente dispersas geograficamente, o que significa que essas fontes coincidem com os pontos de distribuições diretas, ou seja, o lugar de comércio de pneu é o mesmo que o ponto de coleta dos inservíveis.

Isso que resultará em várias coletas de pequenas quantidades, que faz aumentar o processo logístico para um acúmulo considerável dos mesmos, e assim se tenha um transporte maior até as empresas de reciclagem (LEITE, 2003).

Devido a esses problemas é necessário que o processo de coleta desse material seja feito através de uma rede de coleta eficiente, o que resultará um estudo detalhado das regiões a serem abrangidas nesse processo reverso de logística.

## **2.4 Rede de coleta**

Para uma rede de coleta ser eficaz, alguns aspectos devem ser levados em conta:

- Como dividir as regiões em zonas de serviços?
- Como quantificar e selecionar o veículo e a equipe adequada ao serviço?

- Qual é a quilometragem média da frota, visando quantificar os custos?
- Qual a demanda da coleta a ser realizada? (VALENTE; PASSAGLIA ; NOVAES, 2003).

Contudo, outro aspecto é de extrema importância, principalmente na momento da escolha do caminhão a ser utilizado e na forma de seu roteiro ou divisão das zonas de trabalho, são as características da carga (peso e volume) e comparar com a capacidade do veículo, pois uma superlotação fará com que parte da carga não seja transportada tendo que ser atendidas de outra forma. (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2003)

Para dividir as zonas de serviços deve se visar um menor custo operacional, para que isso ocorra é necessário diminuir o comprimento total da rota ou o número de veículos para o atendimento de todos os pontos da zona e procurar o menor tempo de operação.

Para isso é necessário um critério deve ser estabelecido.

Segundo Valente; Passaglia e Novaes (2003), alguns exemplos de critérios são:

- **Compacidade:** é a medida de proximidade de um grupo, sendo quanto mais próximos forem os pontos de serviço menor o comprimento da rota.
- **Balanceamento:** Situação em que o número de pontos a serem servidos é dividido igualmente entre os diversos grupos e seus respectivos veículos, de acordo com sua capacidade e volume de serviço demandados nos pontos atendidos.

O Objetivo é conseguir um melhor aproveitamento dos veículos nas rotas.

- **Homogeneidade:** De acordo com as condições de tráfego, os volumes envolvidos, etc., as subáreas podem ser mais ou menos homogêneas. Isto servirá de base nas especificações dos veículos e dos equipamentos envolvido.

Na hora de determinar a demanda de uma rota, o veículo a ser direcionado aquela tarefa e a equipe designada para o serviço, é necessário levar em consideração os limites da equipe de serviços e o tempo necessário para a execução do mesmo e a capacidade física do veículo isso deve ser feito de acordo com as características da carga, quanto a peso ou volume, ou seja, se o veículo estiver superdimensionado irá gerar espaço ocioso no caminhão diminuindo assim sua eficácia no transporte, e se estiver

subdimensionado poderá não cumprir a demanda proposta e acarretar a necessidade de viagens extras o que eleva o custo e baixa o nível de serviço (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2003).

Para obter-se a distância percorrida em um roteiro é necessário:

- Conhecer a distância do percurso entre o depósito e a zona de coleta, esse deve ser contabilizado duas vezes uma em função da ida e outra em função da volta.
- Também é necessário medir os diversos percursos entre os pontos sucessivos de coleta dentro da zona.

Assim pode se dizer que a somatória desses percursos forma o total percorrido no roteiro (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2003).

Para o cálculo do tempo médio do ciclo deve se levar em conta as seguintes variáveis:

- Velocidade média entre o depósito e a zona nos dois sentidos o de ida e o de volta.
- Velocidade média no percurso dentro da zona de coleta.
- Tempo médio de paradas em cada ponto de coleta.

Então calcula-se o tempo médio no percurso do depósito até a zona de coleta (nos dois sentidos) e o tempo médio na zona de coleta (tempo = a distância dividida pela velocidade média). Obtém-se que a somatória desses tempos médios com a somatória dos tempos utilizados nas paradas para a coleta resultará no tempo médio total do percurso (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2003).

### **III. ESTUDO DE CASO**

Para que possa ser realizado um serviço de coleta eficiente na cidade de Botucatu faz se necessário um estudo: da localidade dos pontos de coleta, da roteirização, da demanda, cálculo do percurso, tempo do ciclo e a especificação do veículo e equipe de serviço.

#### **3.1 Município de Botucatu**

Botucatu fundada em 19 de fevereiro de 1846 com a criação da Freguesia do Distrito do Cimo da Serra de Botucatu. Em 14 de abril de 1855 a freguesia foi elevada à categoria de vila e emancipação político-administrativa. Em 20 de abril de 1866 a criação da comarca de Botucatu. Em 16 de março de 1876 elevação da vila à categoria de cidade.

Localizada a 224,8 Km da capital, ligadas pelas rodovias Marechal Rondon e Castelo Branco.

Tendo o marco zero localizado na Praça Emílio Pedutti. Possui clima ameno (temperaturas médias de 22° C) e altitude relativamente elevada, que varia de 756 m na baixada a 920 m no Morro de Rubião Júnior (ponto mais alto).

Possui uma população de aproximadamente 117 mil habitantes.

De acordo com o site da cidade com base nos veículos licenciados até 2005, Botucatu tem hoje um índice de um veículo para cada 2,25 pessoas e um crescimento de frota de 4,99% ao ano. Vale comparar esse crescimento da frota com o crescimento populacional que é de 2%, ou seja, um percentual alto que tende a trazer problemas no tráfego de veículos.

Dados do coletados junto ao CIRETRAN de Botucatu mostra que a frota da cidade é de 52003 veículos no ano da 2006.

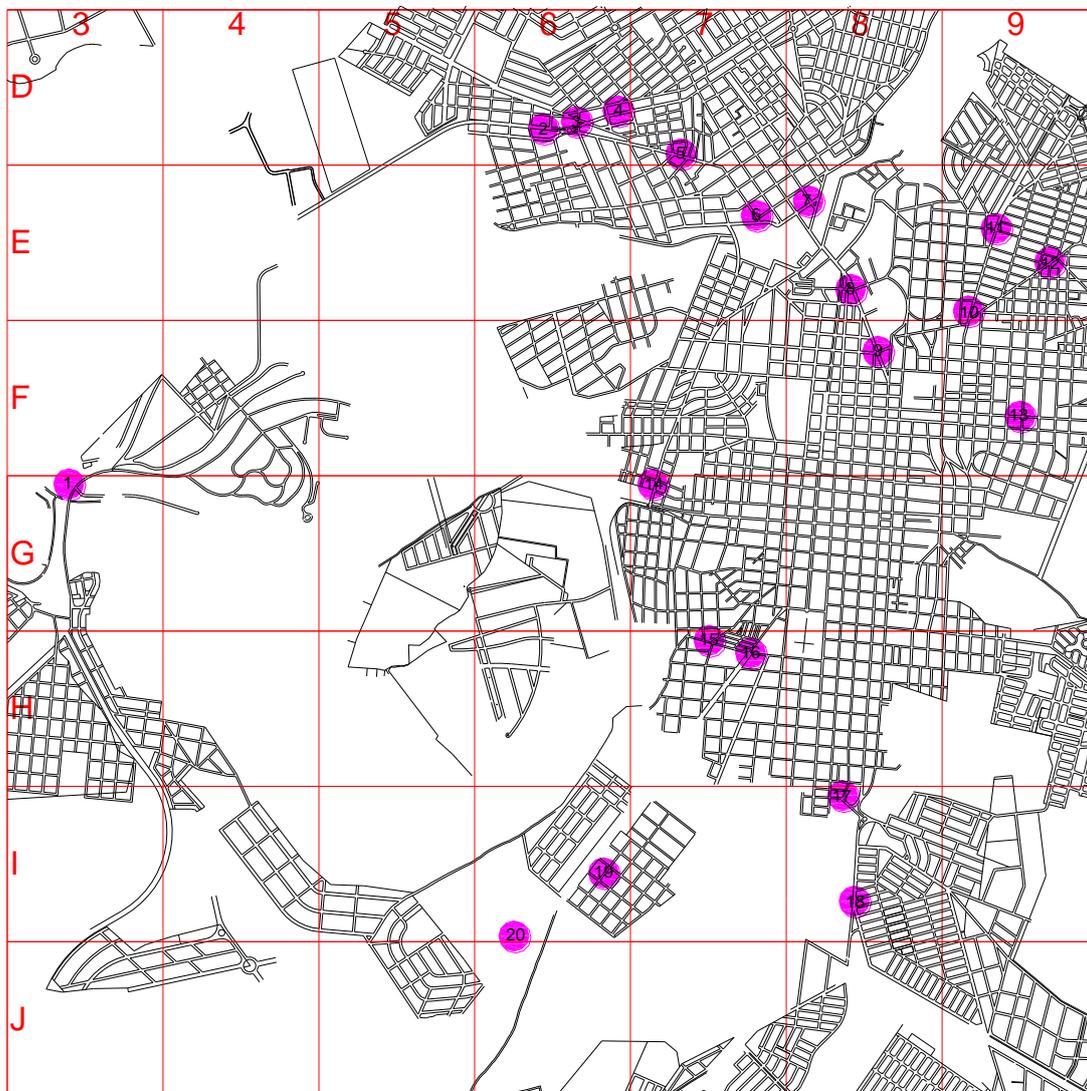
### 3.2. Localização das empresas (borracharias e borracheiros)

A localização foi feita através de pesquisa junto a prefeitura municipal de Botucatu, no departamento do ISS, ou seja, os pontos de coleta relacionados nesse trabalho são constituídos pelas empresas do ramo de pneumáticos que possuem registro no órgão competente do município, portanto, as empresas que se encontram em situação irregular não são citadas nesse estudo.

#### Quadro 01- Lista das empresas

Lista de Empresas		
Nº	Razão Social	Endereço
1	Benedito Vicente	R: João Butignolli nº 206 Rubião Junior
2	José Carlos Garavello	Av: Dep. Dante Delmanto nº 1554 Vila Paulista
3	Wanderley Bassetto	R: José Thiago nº 35 Vila Paulista
4	Carlos Soares de Araújo	Av: Leonardo Villas Boas nº 588 Vila Nova Botucatu
5	Ricardo Augusto Barros Tonelli	R: Lincon Vaz nº 23 Vila N. S. de Fátima
6	M. L. de Rosa Junior	R: Dr. Jaguaribe nº 60 Vila dos Lavradores
7	Ariovaldo Soares Araújo	R: Galvão Severino nº 47 outros
8	Maria Lúcia Bassetto	Av: Marechal Floriano Peixoto nº 350 Centro
9	Comerc. Botucatuense pneus LTDA	Av: Marechal Floriano Peixoto nº 767 Centro
10	Ferrari & F. B. P. Borracharia LT	Av: Conde Serra Negra Nº 400 Vila Maria
11	Ricardo Fabiano Camargo da Silva	R: Dr. Armando Salles de Oliveira nº 550 jd. Peabiru
12	José Antonio Martins	R: Domingos Cariola nº 706 jd. Peabiru
13	Elisângela Rosa Carriel	R: José Paes de Almeida nº 668 Bairro Alto
14	Renato Pneus	Av: Dr. Vital Brasil nº 1542 Vila Paraíso
15	Belmiro Barbosa	R: Joaquim Lyra Brandão nº 794 Vila Santana
16	Borracharia dos Pedros Btu. LTD	Av: Prof. José Pedretti Neto nº 375 Vila Assumpção
17	João Oscar de Souza	Av: Itália nº 91 outros
18	José Aparecido Cordeiro Manso	R: Álvaro de Carvalho Azanha nº 31 Cohab I
19	Deusdetth Paulo Zonta ME	R: Francisco Witzeler Filho nº 925 Pq. Marajoara
20	Camilo Megdi	Rod. Prof. João Hipólito Martins Km outros

Depois de localizadas através dos endereços fez-se um mapeamento para a visualização dos pontos de coleta.



**Figura 09** – Mapeamento das empresas.

### 3.3. Demanda de pneus inservíveis.

Para chegar a demanda de pneus inservíveis na cidade de Botucatu foi feita uma pesquisa de campo através de um questionário: Ver apêndice 01

Esse questionário consistia em diagnosticar através de visitas as empresas, a demanda de pneus inservíveis em um intervalo de tempo de uma semana, o destino que é dado a esse pneu, os gastos do proprietário com esse destino e a diversidade

de modelos de pneus descartados, com o intuito de realizar um estudo desses dados afim de encontrar a melhor forma de destinar esses pneus adequadamente.

Os resultados obtidos relativos a demanda foram:

**Tabela 04-** Demanda de pneus inservíveis e tempo de parada em cada ponto.

<b>Demanda de pneus inservíveis e tempo de parada em cada ponto</b>			
<b>Empresas</b>	<b>período</b>	<b>Tempo de parada no ponto em minutos</b>	
	<b>7 dias</b>	<b>Carregamento</b>	<b>+ 12 min. de conversação</b>
1	20	6,67	18,67
2	28	9,33	21,33
3	20	6,67	18,67
4	28	9,33	21,33
5	10	3,33	15,33
6	30	10,00	22,00
7	12	4,00	16,00
8	150	50,00	62,00
9	0	0,00	12,00
10	5	1,67	13,67
11	34	11,33	23,33
12	55	18,33	30,33
13	50	16,67	28,67
14	12	4,00	16,00
15	30	10,00	22,00
16	19	6,33	18,33
17	14	4,67	16,67
18	23	7,67	19,67
19	18	6,00	18,00
20	30	10,00	22,00
<b>Total</b>	<b>590</b>	<b>Média</b>	<b>21,80</b>

### 3.3.1. Volume da demanda.

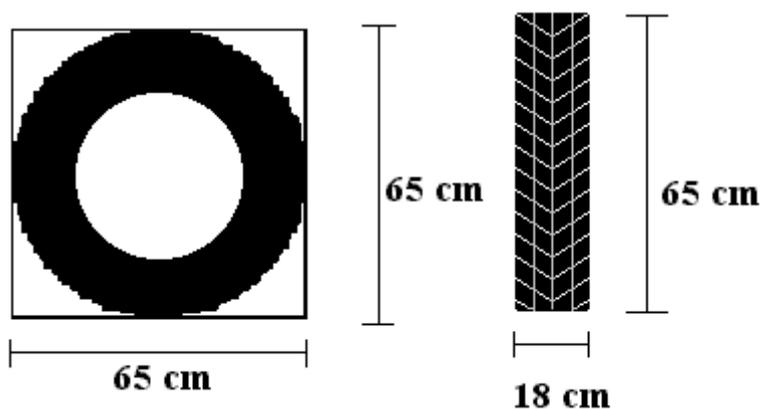
Devido a variedade dos pneus descartados nas empresas fare-se uma média para cada gênero, que serão representadas percentualmente no cálculo do volume. Os gêneros serão divididos em três partes devido aos seus volumes serem próximos: os automóveis/caminhonetes, (gênero A) - caminhões/ônibus (gênero B) - motocicletas (gênero C).

Será considerado como base para essa média a frota da cidade e suas proporções.

**Tabela 05**– porcentagem dos gêneros.

	<b>Frota/ Gênero veículos</b>	<b>%</b>	<b>Demanda</b>
Gênero A	39.891	76%	448,4
Gênero B	3.451	7%	41,3
Gênero C	8.661	17%	100,3
<b>Total</b>	<b>52.003</b>	<b>100%</b>	<b>590</b>

Tem-se então que 76% do volume da demanda é constituída por pneus de medidas, com uma média de 65 centímetros de diâmetro e uma largura de aproximadamente 18 centímetros o que resulta num volume igual a:



**Figura 10** – Ilustração do pneu gênero A

Volume = base x altura x largura

$$V = 0,65 \times 0,65 \times 0,18$$

$$V = 0,076 \text{ m}^3$$

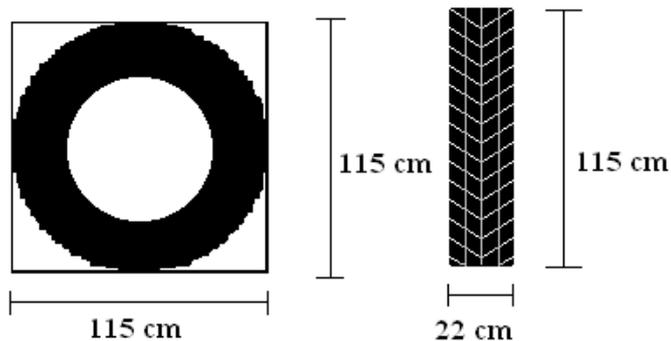
Calculado o volume de um único pneu pode-se calcular ao volume da demanda que refere-se ao gênero A que é de 76%

$$V_{\text{gênero A}} = V_{\text{pneu}} \times \text{demanda do gênero A.}$$

$$V_{\text{gênero A}} = 0,076 \times 448,4$$

$$V_{\text{gênero A}} = 32,8 \text{ m}^3 \text{ por semana}$$

0Dando seqüência ao cálculo do gênero B.



**Figura 11** – Ilustração do pneu gênero B

Volume = base x altura x largura

$$V = 1,15 \times 1,15 \times 0,22$$

$$V = 0,29 \text{ m}^3$$

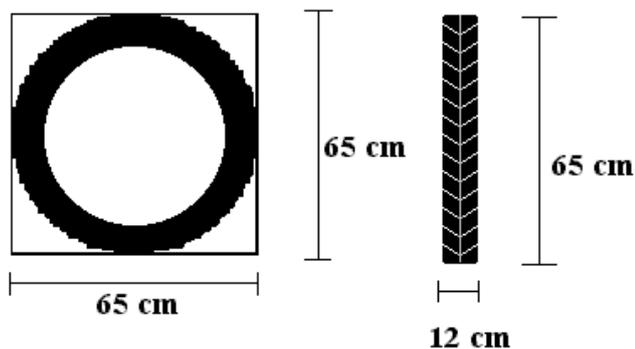
Prossegue-se

$$V. \text{ gênero B} = V_{\text{pneu}} \times \text{demanda do gênero B}$$

$$V. \text{ gênero B} = 0,29 \times 41,3$$

$$V. \text{ gênero B} = 12 \text{ m}^3 \text{ por semana}$$

Por fim o cálculo do gênero C.



**Figura 12** – Ilustração do pneu gênero C

Volume = base x altura x largura

$$V = 0,65 \times 0,65 \times 0,12$$

$$V = 0,050 \text{ m}^3$$

Portanto:

$$V. \text{ gênero C} = V_{\text{pneu}} \times \text{demanda do gênero C}$$

$$V. \text{ gênero C} = 0,050 \times 100,3$$

$$V. \text{ gênero C} = 5,08 \text{ m}^3 \text{ por semana}$$

A somatória dos volumes dos três gêneros resultará no volume total a ser transportado.

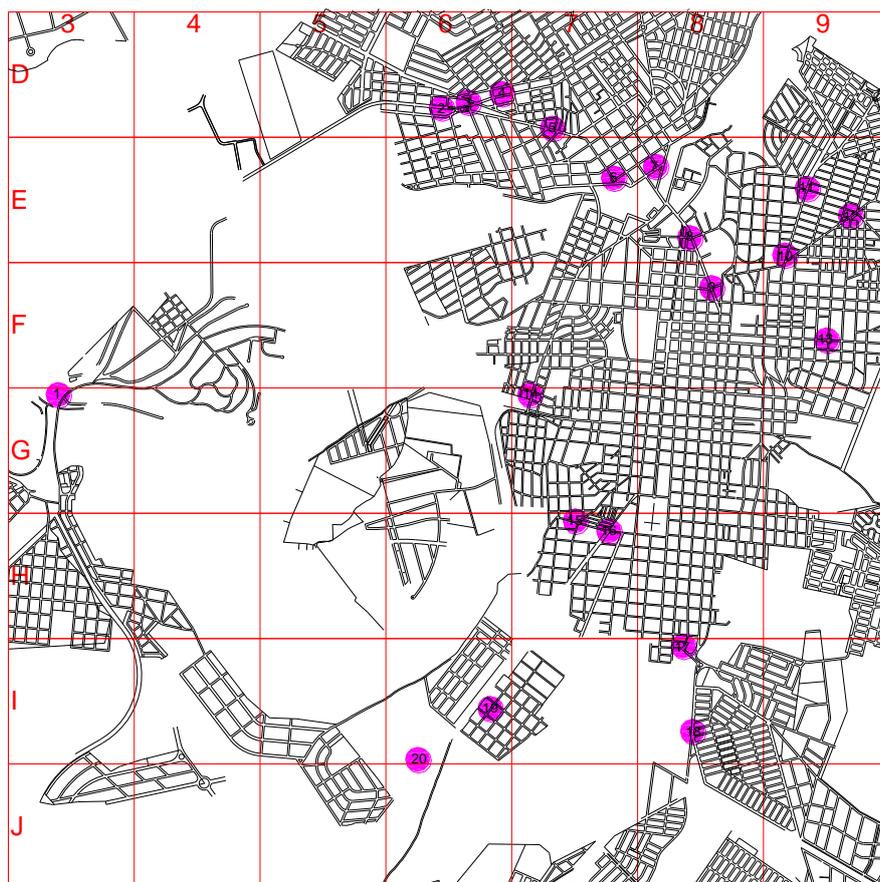
$$V_{(\text{total})} = V_{\text{gênero A}} + V_{\text{gênero B}} + V_{\text{gênero C}}$$

$$V_{(\text{total})} = 32,8 + 12 + 5,08$$

$$V_{(\text{total})} = 49,88 \text{ m}^3 \text{ por semana}$$

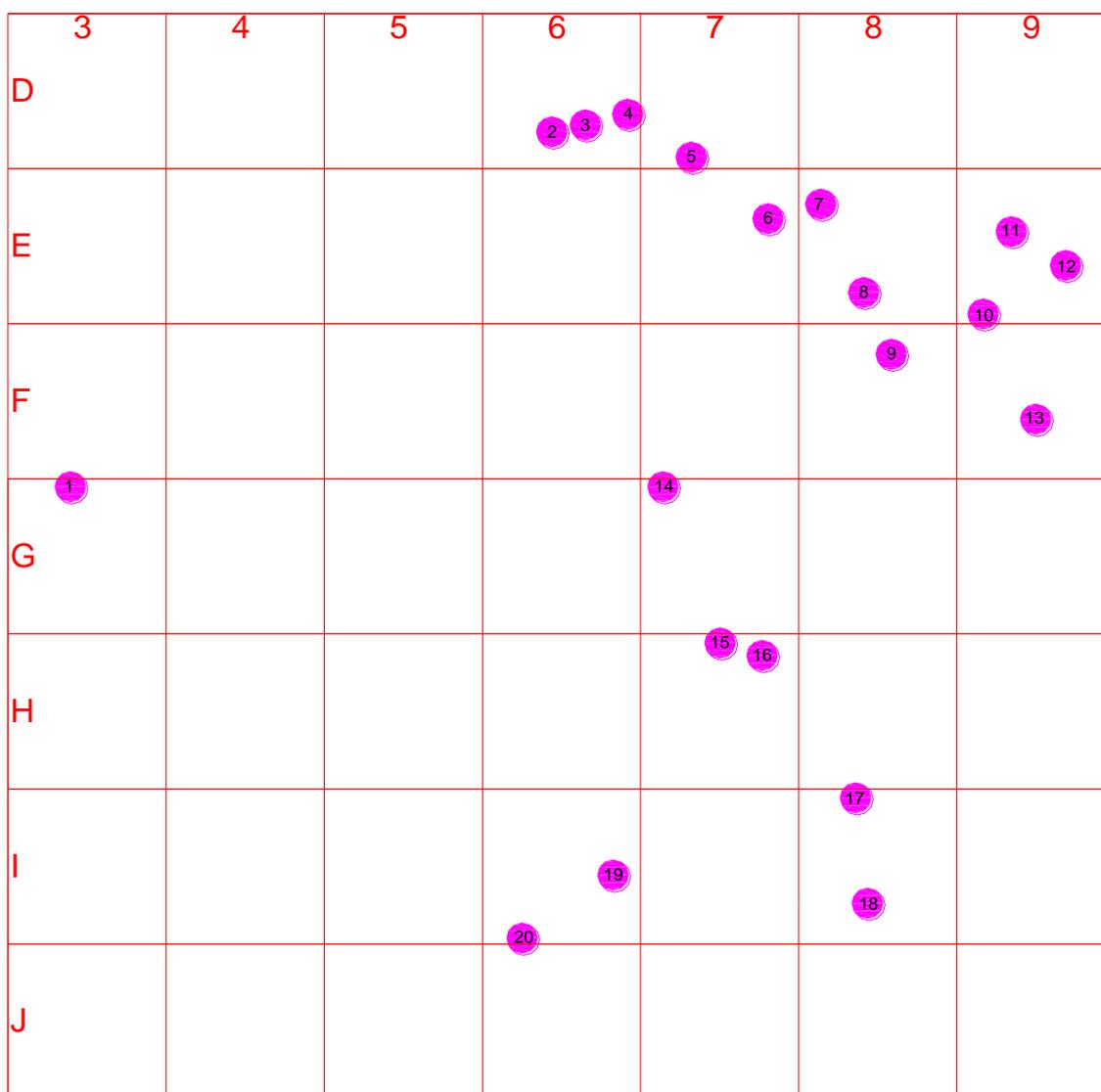
### 3.4. Zoneamento das regiões

O zoneamento será realizado de acordo com a concentração dos pontos de coleta bem como suas demandas diagnosticadas na pesquisa feita anteriormente, para que se possa especificar o veículo a ser utilizado e equipe de serviço e se necessário à frota de veículos. Esse zoneamento é essencial para que se possa construir os roteiros de coleta dos pneus inservíveis de forma a minimizar os custos de transporte e garantir os destinos devidos a esses pneus.



**Figura 13** – Mapeamento dos pontos de coleta.

Com uma visualização somente dos pontos posicionados na grade de orientação e fora do mapa, pode-se fazer o roteamento da coleta.



**Figura 14** – Visão da roteirização e da zona de coleta

O coeficiente de correção que transforma a distância euclidiana (em linha reta) em distância real, a tabela a seguir representa o cálculo de alpha para a cidade de Botucatu nesse estudo de caso. A tabela apresentada é composta de seis pares de pontos retirados aleatoriamente e com suas respectivas medidas em linha euclidiana e distância real, os valores de alpha para cada par de pontos e o resultante valor de alpha para esse estudo.

**Tabela 06** – Coeficiente alpha.

<b>Cálculo do coeficiente alpha para seis pares de ponto situado na cidade de Botucatu</b>			
<b>Par A - B</b>	<b>Distância em linha reta (km)</b>	<b>Distância real (km)</b>	<b>Alpha</b>
1	2,1	2,4	1,14
2	0,6	0,68	1,13
3	3,9	4,23	1,08
4	1,2	1,47	1,23
5	1,95	2,22	1,14
6	1,05	1,65	1,57
<b>Média</b>	<b>1,8</b>	<b>2,11</b>	<b>1,21</b>

### 3.5. Especificação do veículo

A demanda é um dos principais fatores para especificar o veículo, pois é ela quem determina as dimensões do meio de transporte que depende das características e da quantidade de carga a ser transportada.

Levando em conta que o pneu se trata de um objeto volumoso e relativamente leve será necessário um veículo de dimensões grandes e de contrapartida não precisará ter grande força tratora.

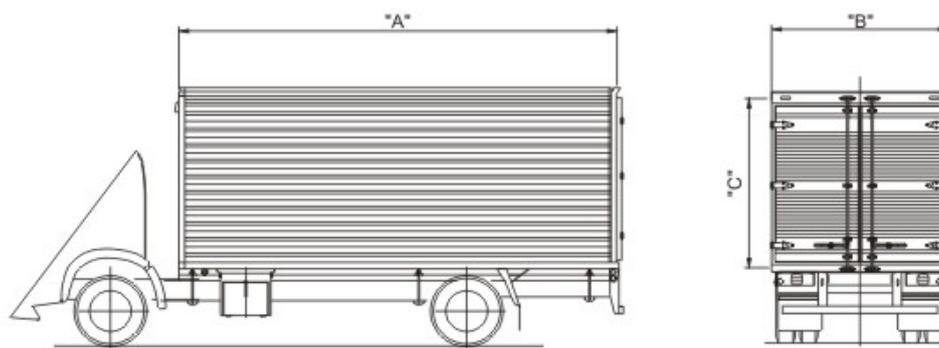
Considera-se o modelo seguinte:

Caminhão 4x2 (Toco)

De capacidade líquida igual a 9 toneladas

Agrega-se a ele o complemento com as seguintes dimensões:

Furgão com dimensões: A = 8,20, B = 2,60 e C = 2,6.

**Figura 15** – Complemento indicado.

### 3.6. Cálculo da distância percorrida no roteiro e do tempo do ciclo

Para calcular a distância percorrida no roteiro do estudo utilizará as seguintes variáveis:

$D_z$  = Distância percorrida dentro da zona (km).

$A$  = Área da zona em  $\text{km}^2$ .

$q$  = Número de pontos visitados na zona de coleta.

$\alpha$  = Coeficiente numérico de correção.

$k$  = Coeficiente empírico.

$D_d$  = Distância entre a zona de entrega e o depósito.

Os valores para essas variáveis nesse estudo são:

$D_z = ?$

$A = 27,82 \text{ km}^2$  (área da zona em Botucatu)

$q = 19$

$\alpha = 1,21$  (valor calculado no estudo anteriormente ver tabela 07)

$k = 0,765$  (valor adotado por autores)

Prosseguindo com os cálculos tem-se.

$$D_z = k \times \alpha \times \sqrt{A \times q}$$

$$D_z = 0,765 \times 1,21 \times \sqrt{27,82 \times 19}$$

$$D_z = 0,925 \times \sqrt{904,59}$$

$$D_z = 0,925 \times 30$$

$$D_z = 27,82 \text{ km}$$

Conhecendo a distância percorrida dentro da zona pode se calcular  $D$  que representa a distância percorrida no roteiro.

$$D = 2 \times D_z + k \times \alpha \times \sqrt{A \times q}$$

$$D = 2 \times 27,82 + 27,82$$

$$D = 55,64 + 27,82$$

$$D = 83,46 \text{ km}$$

Para obter o tempo médio do ciclo considera se as seguintes variáveis:

$V_d$  = Velocidade média no percurso entre o depósito e a zona e vice-versa (Km/h).

$V_z$  = Velocidade média no percurso dentro da zona de coleta (Km/h).

$T_p$  = Tempo médio de parada em cada ponto visitado (minutos).

$D_d$  = Distância percorrida do depósito até a zona de coleta

$T_p$  = tempo médio de parada em cada ponto.

Os dados do estudo para essas variáveis são:

$V_d = 80$  Km/h

$V_z = 30$  Km/h

$T_p = 21,80$  minutos (adotado 12 minutos para conversação e 20 segundos para o carregamento de cada pneu)

$$\text{Tempo do ciclo} = \frac{2 \times D_d}{V_d} + \frac{D_z}{V_z} + \frac{T_p}{60} \times q$$

Aplicando na fórmula os dados do estudo tem-se:

$$\text{Tempo do ciclo} = \frac{2 \times 6,9}{80} + \frac{27,82}{30} + \frac{21,80}{60} \times 19$$

$$\text{Tempo do ciclo} = \frac{13,80}{80} + \frac{27,82}{30} + \frac{21,80}{60} \times 19$$

$$\text{Tempo do ciclo} = 0,172 + 0,9273 + 0,36333 \times 19$$

$$\text{Tempo do ciclo} = 0,172 + 0,9273 + 6,9$$

$$\text{Tempo do ciclo} = 8 \text{ horas}$$

O calculo da distância foi baseado na área da cidade de Botucatu, portanto, a inclusão de novos pontos pode ser facilmente calculada através da formula acima.

#### **IV. CONCLUSÃO**

De acordo com os levantamentos e cálculos realizados neste trabalho, é necessário disponibilidade de um veículo como especificado no estudo e dois indivíduos durante oito horas de trabalho (um dia), uma vez por semana para a realização da coleta, seguindo o roteiro indicado na figura 14 do estudo.

O município possui hoje um sistema de destinação desses pneus, e ele é feito da seguinte forma: Agentes da vigilância sanitária visitam mensalmente as empresas fazendo um trabalho de conscientização, e instruindo os proprietários a descartar esses pneus no aterro sanitário. Esse transporte é feito pelo empresário e por conta própria.

Foi possível constatar essa informação durante a pesquisa de campo (questionário apêndice 01), pois a maior parte dos empresários relatou, esse fato, vale observar que uma das questões da pesquisa de campo é relacionada ao custo desse transporte para o proprietário, e esse gasto gira em torno de quarenta reais por mês. Contudo não há uma lei municipal que os obrigue a realizar esse trabalho, somente o bom senso dos empresários, o que não garante que esses pneus serão com certeza descartados corretamente podendo acarretar problemas futuramente, com ações corretivas e não preventivas.

A conclusão que se tem é que a logística reversa, através da coleta e transporte estudados nesse trabalho, utilizando o galpão existente no aterro sanitário,

funcionários e transporte da própria prefeitura, pode ser uma alternativa que garanta a destinação da totalidade dos pneus descartados por essas empresas, de forma a evitar vários problemas no futuro.

Tanto do aspecto ambiental como do epidemiológico essa é torna uma excelente alternativa, porém é necessário dar continuidade a esse estudo e calcular os possíveis custos e analisar a viabilidade financeira para o município, vale ressaltar que uma epidemia pode causar gastos ainda maiores pra um município, ou combater focos de roedores ou mosquitos transmissores de doenças, implicam em muito mais gastos do que a medida preventiva.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAHER, C. E.; SILVA, E. P.; FONSECA, A. P. **Logística Reversa: Oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor.** Revista Academia Alfa, out. 2004, nº1, v. 1. Disponível em: <<http://www.alfabr.com.br/revista/artigo.html>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

CAIXETA FILHO, J. V.; LIMA, L. M. **Conceitos e Práticas de Logística Reversa.** Revista Tecnológica, maio, 2001. Disponível em: <<http://www.revistatecnologica.com.br/html>>. Acesso em 22 jan. 2006.

LACERDA, L. **Logística reversa - uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais.** Ano 2000. Disponível em: <<http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fr-rev.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2006.

CAIXETA FILHO, J.V.; MARTINS, R. S. **Logística, Transporte e Adequação Ambiental.** In: \_\_\_\_\_. Gestão Logística de Transporte de Cargas. 1º ed. São Paulo: Atlas, 2001. p. 210-227.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade.** São Paulo: Prentice Hall, 2003, 250 p.

SLIJKHUIS, C., 2000, **Reciclagem de embalagens de transporte**. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br.html>>. Acesso em: 30 Fev. 2006.

LEITE, P. R. **Canais de Distribuição Reversos**. Revista Tecnológica, ano V, nº46, p. 46-53, 1999.

ARRIMA, S.; BATTAGLIA, A. **Da terra para a terra, uma visão do ciclo total**. Revista Tecnológica, ano IX, nº 91, p. 137-141, 2003.

VALENTE, M. A.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, G. A. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. São Paulo: Thomson, 2003, 215 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES PNEUMÁTICOS. **De um destino correto para o seu pneu**. São Paulo, 2006.

PROVATTI, R. **O que é logística**.logística B. S., maio, 2006. Disponível em: <<http://www.logisticabs.com.br/logistica/html/oque.htm> 12/05/06 >. Acesso em: 16 mai. 2006.

PANZAN JUNIOR, A. **Logística e transporte**.Aslog, maio, 2006. Disponível em: <<http://www.aslog.org.br> >. Acesso em: 19 mai. 2006.

BERTOLO, M. A. S. et al, 2006. **Pneus inservíveis**. 2006. Disponível em: <<http://www.lixo.com.br/pneus.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2006.

**ANEXO 01**

**RESOLUÇÃO Nº 258, DE 26 DE AGOSTO DE 1999**

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

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

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

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

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

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

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

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

I - pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos;

II - pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum-TEC;

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

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

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

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

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

III - a partir de 1º de janeiro de 2004:

a) para cada um pneu novo fabricado no País ou pneu novo importado, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

b) para cada quatro pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

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

a) para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus novos importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

b) para cada três pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a quatro pneus inservíveis.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**JOSÉ SARNEY FILHO**

**Presidente do CONAMA**

**JOSÉ CARLOS CARVALHO**

**Secretário-Executivo**

Fonte: CONAMA

**APENDICE 01**

## Questionário de pesquisa de campo

**NOME:**  
**RAZÃO SOCIAL:**  
**ENDEREÇO:**  
**ATIVIDADE:**

### QUESTIONÁRIO

- 01.** Quantos pneus inservíveis em média a empresa acumula semanalmente?
- 02.** Qual é o destino que a empresa dá a eles?
- 03.** Quais os gastos que tem com esse destino? (mensal)
- 04.** Quais são os tipos de pneus?