

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

ANÁLISE DA CADEIA DE DESTINAÇÃO DE PNEUS EM RIO CLARO

Rodrigo Gottschall Criscuolo

Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Rio Claro (SP)
2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

RODRIGO GOTTSCHALL CRISCUOLO

**ANÁLISE DO CICLO DE DISPOSIÇÃO FINAL DE
PNEUS EM RIO CLARO**

*Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
- Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de Engenheiro
Ambiental.*

Orientador: Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Rio Claro - SP

2017

RODRIGO GOTTSCHALL CRISCUOLO

ANÁLISE DA CADEIA DE DESTINAÇÃO DE PNEUS EM RIO CLARO.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes (orientadora)

Prof. Dr. Marcelo Loureiro Garcia

Ma. Caroline Antonelli Santesso

Rio Claro, 14 de Junho de 2017.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a toda minha história construída até agora e a todos que fizeram parte dela...

A começar pelos meus pais Carlos e Irenise pelo apoio e dedicação. Por me ensinar a ser benevolente e por me inspirar nos os momentos de felicidade e de tristeza.

Aos meus grandes amigos do ensino médio por todas as brincadeiras e palhaçadas até os dias de hoje.

Aos meus amigos da faculdade pelo aprendizado, troca de experiências e momentos inesquecíveis.

Aos professores da UNESP Rio Claro pelos ensinamentos e dedicação ao próximo. São pessoas admiráveis que com certeza transformam a vida dos seus alunos para melhor. Deixo também um agradecimento em especial para minha orientadora Clauciana pela paciência e aprendizado nessa grande etapa de minha vida.

Aos meus grandes amigos de República: Erik, Hadouken, Vira-Frango, Patrão, Felipe, McLovin, Pulguento, Vira, Inri, Chicungunha, Respingo e Mineirinho por todas as alegrias, conversas e lembranças que ficarão pra sempre marcadas em minha história.

Aos meus inesquecíveis companheiros de faculdade: Plínio, Nicole, Xerxão, Gazela, Fujão, Lagartixa e Avatar pelos dias mais incríveis e pelo carinho e paciência.

Um agradecimento especial aos meus irmãos Vinícius, Carla e Juliana por me mostrar sempre o melhor caminho e me ensinar a importância de nos mantermos sempre unidos.

À minha grande mulher e companheira Helena. Agradeço a ela pela alegria de me permitir fazer parte de sua história e por tudo de maravilhoso que ainda está por vir em nossas vidas.

Agradeço a todos aqueles que acreditam num mundo melhor.

RESUMO

Com o crescente consumismo mundial, o aumento na produção e na extração de matéria-prima foram inevitáveis. Como forma de suprir essa demanda capitalista novas formas de produtos sintéticos foram criados, gerando novos tipos de resíduos e dificultando a reciclagem dos materiais. Mais fortes, resistentes e duradouros, a produção de sintéticos alcançou níveis exacerbatantes e hoje apresenta como um dos mais graves passivos ambientais devido a sua longevidade e composição. Entre estes resíduos estão os pneus inservíveis que, devido à significativa quantidade existente no mundo, transformou-se em um sério problema ambiental. Descartado incorretamente, os pneus acometem sérios prejuízos às cidades, como, por exemplo, se tornar foco criadouru de dengue devido ao acúmulo de água em seu interior.

O presente trabalho buscou analisar os procedimentos que envolvem as várias etapas da coleta à disposição final nos locais que reciclam este material, além de buscar as formas mais aplicáveis de reciclagem dos pneumáticos inteiros na cidade de Rio Claro. O município apresenta uma logística reversa promissora, necessitando apenas solucionar alguns pequenos problemas de sinalização dos ecopontos e contabilização do material descartado, de modo a facilitar a comunicação com distribuidores, revendedores, destinadores, consumidores finais de pneus e o Poder Público.

Palavras-chave: passivo ambiental; pneus inservíveis; descarte; disposição final; resíduos sólidos; logística reversa.

ABSTRACT

With increasing worldwide consumerism, increased production and raw material extraction were inevitable. In an attempt to meet this capitalist demand, new forms of synthetic products were created, generating new types of waste and making materials difficult to recycle. Stronger, resistant and longer lasting, synthetic production has reached exacerbating levels and is now one of the most serious environmental liabilities due to its longevity and composition. Among these wastes are the end of life tires which, due to the significant amount in the world, has become a serious environmental problem. Disregarded incorrectly, the tires bring serious damages to the cities as to become breeder focus of dengue with accumulation of water inside.

The present work sought to analyze the procedures that involve the various stages of the final collection in the sites that recycle this material, as well as to search for easier ways of recycling of integral tires in the city of Rio Claro. The municipality has a promising reverse logistics, only needing to solve some problems of ecopoints signaling and accounting for the discarded material, in order to facilitate the communication with distributors, resellers, originators, final consumers of tires and Public Power.

Keywords: environmental problem; end of life tyre; disposal; final disposal; solid waste; reverse logistic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Corte de um pneu radial de automóvel com suas partes e respectivos materiais componentes.	11
Figura 2. Corte de um pneu diagonal	12
Figura 3: Distribuição das fábricas de pneumáticos e câmaras de ar entre os Estados da Federação.....	13
Figura 4: Taxas de recuperação de pneus inservíveis entre 1994-2011 (%)	19
Figura 5: Hierarquia do Desperdício	20
Figura 6: Do usuário para a recuperação.	21
Figura 7: Rotas de recuperação por país em 2013	22
Figura 8: Evolução das rotas de recuperação de 1996-2012 na Europa (%).....	23
Figura 9: Valores de carbono por TDFs.	25
Figura 10: Comparação emissão de gases do efeito estufa entre pneus, carvão, gás natural e óleo combustível.....	26
Figura 11: Localização do Município de Rio Claro.	31
Figura 12: Frota de veículos de Rio Claro em 2017.....	32
Figura 13: Crescimento populacional e crescimento da frota de veículos em Rio Claro....	33
Figura 14: Habitantes por veículo em Rio Claro e no Brasil	33
Figura 15: Localização do aterro sanitário de Rio Claro.....	35
Figura 16: Localização dos ecopontos de Rio Claro	36
Figura 17: Placa na entrada do Ecoponto indicando resíduos coletados	38
Figura 18: Local para descarte de resíduos volumosos que incluem pneus.	39
Figura 19: Anexo para descarte de Pneus no aterro de Rio Claro	40
Figura 20: Declaração de entrega de pneus ao anexo do aterro de Rio Claro	41
Figura 21: Caçamba de armazenamento do grupo CBL.....	41
Figura 22: Pneus de automóveis armazenados no anexo do aterro de Rio Claro.....	42
Figura 23: Armazenamento de pneus de caminhão no anexo do aterro de Rio Claro	42
Figura 24: Análise das respostas referentes à questão 2.....	43
Figura 25: Análise das respostas referentes à questão 3.....	44
Figura 26: Análise das respostas referentes à questão 4.....	45

Figura 27: Análise das respostas referentes à questão 5.....	45
Figura 28: Análise das respostas referentes à questão 6.....	46
Figura 29: Análise das respostas referentes ao questionário 2, questão 4.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química dos pneus.	10
Tabela 2: Comparação dos materiais contidos em pneus.	11
Tabela 3: Prazos e metas impostos aos produtores e importadores em relação à destinação de pneus inservíveis.	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Breve introdução sobre resíduos sólidos	4
3.2 Pneu: sua origem e transformação.....	8
3.2.1 Produção de pneumáticos no Brasil	12
3.2.2 Importação de pneumáticos no Brasil	13
3.2.3 Meta de destinação	16
3.3 Formas de recuperação do pneu inservível.....	16
3.4 Processo de reciclagem de pneumáticos em outros países	18
3.4.1 Processo de reciclagem de pneumáticos na Finlândia, Suécia e Noruega.....	18
3.4.2 Reciclagem de Pneumáticos na Austrália.....	24
4. METODOLOGIA.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Caracterização do Município.....	31
5.1.1 Frota de Veículos em Rio Claro	32
5.2 Gestão de Resíduos em Rio Claro	34
5.2.1 Deposição de Resíduos em Rio Claro	34
5.2.2 Coleta de Pneus no município de Rio Claro.....	35
5.3 Ecopontos de Rio Claro	36
5.3.1 Descarte de pneus em Ecopontos	37
5.3.2 Exemplo de ecoponto: “Ecoponto São Miguel”	38
5.4 Anexo de Rio Claro para descarte de Pneus.....	40

5.5	Questionário aos consumidores	43
5.6	Questionário as distribuidoras/estabelecimentos.....	47
6.	CONCLUSÃO	49
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Antes mesmo dos anos 70, antes de qualquer regulação e fiscalização, a indústria de pneus deixava de coletar e destinar adequadamente os pneus. Com um marketing despreocupado com a questão ambiental, a indústria ajudou a promover um acúmulo de seus produtos no meio ambiente gerando uma poluição de grandes proporções, contaminando água, ar, solo e causando riscos à saúde e a qualidade de vida humana (LUSTOSA, 2003).

Foi apenas em 1972 que houve o primeiro debate mundial sobre o tema durante a Conferência das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo. Surge o ideia de que a natureza não fosse mais tratada como uma fonte inesgotável de recursos e o desenvolvimento econômico deveria estar alinhado com a preservação da natureza. O resultado foi a criação de um conceito que alia crescimento econômico e meio ambiente - o chamado “ecodesenvolvimento” ou “ecosustentabilidade”. (LUSTOSA, 2003).

Com o passar dos anos, vários assuntos foram discutidos a respeito da *ecosustentabilidade*. O termo se desenvolveu e temos atualmente é conhecido como Desenvolvimento Sustentável, que nada mais é que o desenvolvimento da sociedade sem afetar a capacidade de desenvolvimento das gerações futuras.

Quando não tratados de forma adequada, os pneus inservíveis tornam-se um perigoso passivo ambiental, provocando sérios danos de ordem ambiental, social e de saúde pública. São de difícil decomposição e ocupam espaço considerável no armazenamento, acarretando graves problemas na sua gestão. Estão presentes em todas as cidades brasileiras e são de difícil destinação final (FREITAS, 2010).

A cada dois anos, quatro pneus são trocados por veículo em circulação no país, o que totaliza mais de 160 milhões de pneus inservíveis por ano, segundo a ANIP¹. Segundo Flávio Betiol Junior, diretor comercial e de marketing da Marangoni do Brasil: “Por ser formado por compostos derivados de petróleo (como a borracha sintética, negro de fumo e sílica), enxofre (agente catalisador para o processo de vulcanização) e produtos químicos (como os retardantes e acelerantes), além da borracha natural e do aço, o pneu causa forte

¹ Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos.

impacto no meio ambiente ao emitir grande quantidade de gases poluentes na atmosfera”, alertou Bettioli (MORAES, 2017).

Além de poupar 500 milhões de litros de petróleo por ano, a reconstrução de pneus repõe no mercado mais de 6,5 milhões de pneus de caminhões e ônibus e gera uma redução de 75% no custo do quilômetro rodado (ANIP, 2015).

Com isso em mente, surgiu a proposta deste trabalho de propiciar novas formas de destinação para pneus inservíveis, pneus que não possuem mais nenhuma possibilidade de reaproveitamento, ou seja, que não servem mais para reutilização na recauchutagem ou recapagem, no município de Rio Claro.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Analisar a situação atual do gerenciamento de pneus inservíveis em Rio Claro;

2.2. Objetivos Específicos

- Elencar os principais problemas no gerenciamento de pneus no município de Rio Claro;
- Propor recomendações para aprimorar o gerenciamento de pneus inservíveis no município.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Breve introdução sobre resíduos sólidos

Com a criação dos produtos industrializados, a problemática ambiental foi se agravando, principalmente com a mudança na composição dos materiais, os quais se tornaram mais resistentes e duradouros com a retirada da matéria orgânica antes presente, além de apresentarem mais toxicidade para a saúde humana. Dessa forma, materiais como plásticos, metais, baterias, lâmpadas, pneus, isopores, óleos e graxas passaram a compor cada vez mais o resíduo prolongando ainda mais o tempo de decomposição de cada resíduo.

Diariamente, milhões de toneladas de lixo são produzidas. Sem uma mentalidade correta de reaproveitamento, esses rejeitos acabam se misturando com outros compostos que muitas vezes poderiam ser reaproveitados. Países em desenvolvimento apresentam um quadro ambiental mais crítico devido ao intenso processo de urbanização e ao aparecimento de megacidades, fato esse relacionado com o crescente aumento populacional e geração de poluentes.

A questão mundial dos resíduos vai além do simples ato de coleta, é necessário entender sua composição e a forma de gerenciamento dos mesmos como forma de desafio futuro à saúde pública e ao desenvolvimento sustentável.

No Brasil surgiram leis para frear o descarte impróprio de resíduos e para classificar e procurar formas de reaproveitamento. De acordo com a Norma Brasileira nº 10.004 de 2004, que dispõe sobre resíduos sólidos e sua classificação, os resíduos sólidos são definidos como:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.” (NBR 10.004:2004).

Para permitir o avanço do cenário brasileiro de resíduos sólidos surge a Lei nº

12.305 de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual contém instrumentos e regulamentações que institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e cria metas importantes que irão contribuir com a eliminação dos lixões.

Essa política fixa a responsabilidade dos geradores de resíduos pelos seus resíduos sólidos gerados. Ela também enfatiza a obrigação dos consumidores de entregar a revendedores e distribuidores os produtos após seu consumo sujeitos à logística reversa². Estes encaminharão aos fabricantes e importadores que deverão dar uma destinação adequada aos seus produtos, etapa importantíssima na reciclagem de inservíveis³.

Dentre os instrumentos para alcançar seus objetivos propostos, e segundo o Art. 8, a política utiliza:

- I - os planos de resíduos sólidos;
- II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- VII - a pesquisa científica e tecnológica;
- VIII - a educação ambiental;
- IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);

²A PNRS define a logística reversa como um "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um 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."

³ Segundo CONAMA 258, de 26 de agosto de 1999, "pneu inservível é aquele que não se presta a processo de reforma que permita condição de rolagem adicional".

- XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);
- XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;
- XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- XVI - os acordos setoriais;
- XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, entre eles: a) os padrões de qualidade ambiental;
- b) o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
- c) o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- d) a avaliação de impactos ambientais;
- e) o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima);
- f) o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta;
- XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

A lei também discorre sobre a política de logística reversa que pode ser definida como:

“Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um 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.”

Dessa forma, a logística reversa faz com que a indústria fornecedora possa recolher seu produto final após o uso e reutilizá-lo dentro de seu ciclo produtivo. Nos termos da PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos

gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei."

Quanto à obrigação de coleta e destinação final, a obrigação é por parte das empresas, dos fabricantes e das importadoras. Isso pode ser verificado na resolução CONAMA nº 416 de 2009, a qual se refere aos instrumentos para garantir a coleta e a destinação final dos inservíveis. A lei discorre:

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. Fica imprescindível então que o mercado fornecedor e a população se responsabilizem para garantir a funcionalidade da logística reversa, de modo a manter o ambiente viável para gerações futuras.

Segundo a lei, a proporção para destinação adequada e a coleta é de um para um, ou seja, a cada novo pneu comercializado, os fabricantes e importadores deverão dar uma disposição adequada a um pneu inservível. Além disso, a resolução veda a destinação final de pneus que ainda se prestam para processos de reforma, segundo normas técnicas em vigor.

Em relação aos resíduos industriais, a disposição final é do próprio gerador (logística reversa), visto que a maioria se classifica como classe I (perigosos) e apresentam composição muito variada devido aos diversos ramos da indústria. Estes resíduos industriais, que é o caso dos pneus inservíveis requer das empresas o gerenciamento adequado para a disposição final ou tentativa de diminuição da emissão dos mesmos.

Quanto à periculosidade, as classes de resíduos adotadas no Brasil são, segundo a NBR 10.004 de 2004:

- **Resíduos classe I (Perigosos):** Apresentam periculosidade ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ex: baterias, produtos químicos;
- **Resíduos classe II (Não perigosos):** São resíduos que não apresentam características de periculosidade. Podem ser classificados em Não-inertes e Inertes:
 - o **Resíduos classe II A (Não-inertes):** Não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou resíduos classe II B - Inertes e podem ter as seguintes propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Ex: matéria orgânica e papel;
 - o **Resíduos classe II B (Inertes):** Quaisquer resíduos que não têm constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas. Ex: rochas, tijolos, vidros, certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Segundo Bertollo (2000), os pneus são classificados como Classe II A – não inertes, por apresentarem teores de metais (manganês e zinco) no extrato solubilizado superiores aos padrões estabelecidos pela lei.

3.2 Pneu: sua origem e transformação

Foram os índios americanos os primeiros a descobrir e fazer uso das propriedades da borracha. Somente no princípio do século XIX, precisamente em 1839, que Charles Goodyear descobriu casualmente o processo de vulcanização da borracha (COSTA, 2003). Com isso, em 1845, aproveitando-se desta descoberta, R. W. Thomson criou o pneu de borracha. A partir de então, utilizando a borracha natural, os pneus substituíram os aros de madeira e ferro utilizados pelos veículos da época.

Altamente resistentes a impacto e de grande durabilidade, a borracha proporcionava mais conforto, segurança e agilidade no transporte. “A borracha vulcanizada é forte, elástica, impermeável para gases, resistente à abrasão, ação química, aquecimento e elasticidade” (SANTOS, 2002).

Durante décadas, muitas experiências foram sendo realizadas para o melhoramento das propriedades da borracha natural. Foi o químico alemão Fritz Hofmann que obteve os

primeiros resultados com a borracha feita em laboratório. Contudo, o projeto era muito caro e teve de ser abandonado. Somente durante a Primeira Guerra Mundial, precisamente em 1916 que a Alemanha passou a produzir em escala industrial a borracha sintética.

O Brasil apresenta um tipo de asfalto muito abrasivo o que contribui na colocação como segundo maior reconstrutor de pneus do mundo, perdendo somente para os Estados Unidos. “O nível técnico da atividade de reconstrução é de padrão internacional, com mais de 60 anos de tradição. Temos mais de mil empresas que reconstróem pneus no país e cinco mil empresas agregadas (de logística e de fornecimento de materiais, seja de máquinas ou de matérias-primas), além de 250 mil postos de trabalho gerados”, destacou Bettiol (MORAES, 2017).

Com essa inovação, os pneus passaram a absorver parte da borracha sintética, produto muito semelhante a borracha natural em sua composição. Atualmente além da borracha sintética, os pneus têm vários componentes. Por ser um produto que tem como objetivo um longo tempo de vida útil, pois são “projetados e fabricados para durar em situações físicas, químicas e térmicas extremas, [...]apresenta uma estrutura complexa, com o objetivo de atribuir-lhes as características necessárias ao seu desempenho e segurança, confeccionado para serem indestrutíveis” (KAMIMURA, 2002, p. 9).

Um pneu é composto com diferentes materiais tais como: estrutura em aço, náilon, fibra de aramida, rayon, fibra de vidro/poliéster; borracha natural e sintética, além de diversos tipos de polímeros; reforçados químicos como carbono preto, sílica e resinas; antidegradantes (ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão (sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e produtos auxiliares (PIRELLI BRASIL, 2007). Dessa forma é importante observar as classificações e composições que existem atualmente no Brasil.

- **Classificação**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, por meio da NBR 10.004/2004, classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados.

Segundo estudo realizado por BERTOLLO, JUNIOR & SCHALCH (2002), os

pneus são classificados como Classe II A – não inertes, por apresentarem teores de metais (zinco e manganês) no extrato solubilizado superiores aos padrões estabelecidos pela NBR 10.004/2004.

- **Composição**

Os componentes utilizados para a fabricação da borracha necessária à produção de pneus têm uma mistura de borracha sintética, borracha natural, óleos, enxofre, negro de fumo, óxido de zinco, entre outros componentes químicos que podem ser observados na tabela 1:

Tabela 1: Composição química dos pneus.

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

Fonte: Andrietta, 2002.

A tabela 2 mostra uma comparação de materiais contidos na composição dos pneus. Observa-se que há um aumento na quantidade de aço para suportar o peso do veículo e não comprometer a estrutura do pneu:

Tabela 2: Comparação dos materiais contidos em pneus.

Material	Automóvel(%)	Caminhão(%)
Borracha/Elastômeros	48	45
Negro de Fumo	22	22
Aço	15	25
Tecido de nylon	5	-
Óxido de Zinco	1	2
Enxofre	1	1
Aditivos	8	5

Fonte: Andrietta, 2002.

Existem dois tipos de pneu:

- radial: possui uma estrutura interna de aço, o que dificulta um pouco mais o processo de reciclagem, assim como exige máquinas mais sofisticadas para fazer a separação do aço, incorrendo em um custo mais alto para a trituração (figura 1):

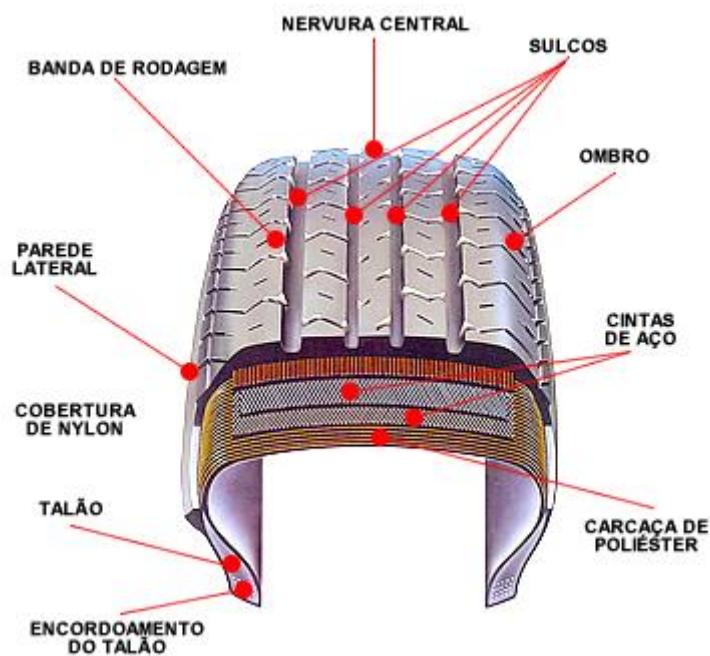


Figura 1: Corte de um pneu radial de automóvel com suas partes e respectivos materiais componentes.

Fonte: Andrietta, 2002.

- diagonal: tem uma estrutura interna à base de tecidos, sendo assim bem mais fácil de reciclar (figura 2).

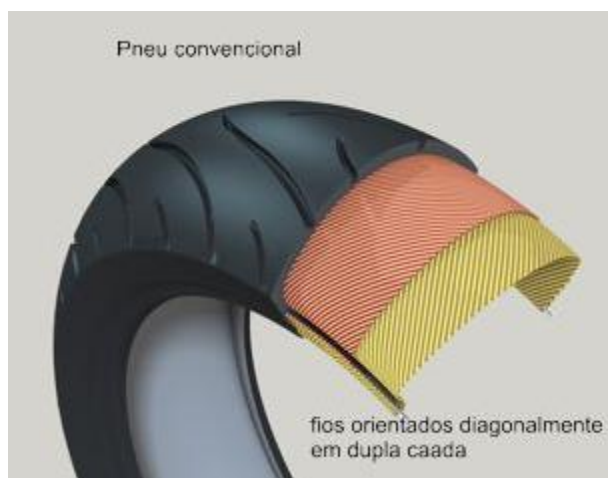


Figura 2. Corte de um pneu diagonal

Fonte: <http://www.industria hoje.com.br/como-e-fabricado-um-pneu>. Acesso em 08/02/2017.

3.2.1 Produção de pneumáticos no Brasil

Segundo a Anip, o setor de fabricação de pneumáticos e câmaras de ar respondeu por cerca de 0,7% de PIB industrial brasileiro, gerou 29,5 mil empregos diretos e 160 mil indiretos, e atendeu a todos os segmentos fabricantes de veículos em 2014. Segundo dados do IBGE, o setor paga salários médios mensais mais elevados do que a média da indústria de transformação, e o tempo de permanência de seus colaboradores nas empresas é bastante superior à média das demais empresas. Nesse mesmo período, a produção de pneumáticos no Brasil alcançou a marca de 68,8 milhões a partir de 20 fábricas de 11 fabricantes e alcançou a marca de 29,5 mil trabalhadores.

Do total de pneus produzidos, 44,2% foram de caminhões e ônibus; 24,3% de veículos de passeio; 12,4% de camionetas; 5,8% de tratores agrícolas; 5,3% para veículos de duas rodas; 4,9% para aviões; 2,8% para máquinas de terraplanagem e 0,3% para veículos indústrias (ANIP, 2015).

Da distribuição das fábricas de pneumáticos entre os estados e do número de funcionários, 1 está localizada no estado da Amazônia com 564 empregados, 3 no estado da

Bahia com 4.236 empregados, 9 no estado de São Paulo com 15.302 empregados, 2 no estado do Rio de Janeiro com 4.533 empregados, 3 no estado do Paraná com 1.019 e 2 no estado do Rio Grande do Sul com 3.470 empregados, totalizando cerca de 29,5 mil levando em conta 325 funcionários de outros estados (ANIP e RAIS – Ministério do Trabalho e Emprego, 2015).



Figura 3: Distribuição das fábricas de pneumáticos e câmaras de ar entre os Estados da Federação.

Fonte: ANIP, 2015.

Dos empregos diretos e indiretos gerados, 50 mil foram de extração de borracha natural, mil para fabricação de elastômetros (borrachas), 29,5 mil trabalhadores diretos, já mencionados, na produção de pneumáticos e câmaras de ar, 40 mil nas vendas de pneus de reposição e 17 mil Reformadores de pneus (ANIP, 2015).

3.2.2 Importação de pneumáticos no Brasil

As primeiras leis que regulavam a entrada e saída de pneus no Brasil surgiram nos anos 90 com normas voltadas para prevenir a geração desse resíduo. Em 1991, e por meio da Portaria 8 da SECEX, o Brasil proíbe a importação de bens de consumos usados, dentre

os quais os pneus. Em 1996, IBAMA e CONAMA proibem a importação de pneus usados. Em 1999 é publicada a resolução CONAMA 258/99 a qual introduz o princípio de responsabilidade do produtor e do importador, assim como determina prazos para coleta e destinação final de forma ambientalmente correta.

Com relação aos pneus reformados ou importados, em 2000 a portaria 8 da SECEX proibiu a emissão de licenças para pneus recauchutados e usados, devido ao argumento de que esses pneus entrariam no país com vida útil curta e logo se transformariam em passivo ambiental.

A problemática da importação de pneus usados vem do fato de que eles são classificados como resíduo, surgindo várias burocracias e barrando grande parte das importações. Muitas empresas importadores que reformam pneus, conseguiram uma liminar dizendo que não há uma lei que classifique pneus usados como resíduo. Além disso, era possível importar o produto do Uruguai, o que deveria permitir importá-lo de outros países.

Em suma, a regulamentação da importação tem impacto direto na disputa pelo mercado consumidor das empresas produtoras e reformadoras de pneus. Fato esse devido a maior qualidade do material proveniente da Europa e dos EUA, decorrente das melhores condições da rodagem dos veículos. Além disso, a legislação para descarte na Europa está cada vez mais rígida, o que aumenta o interesse para exportação deste tipo de produto para que as empresas não tenham que lidar com o resíduo pneu como lixo. Observa-se a constante mudança na legislação de tratamento de pneus inservíveis por pneu produzido na tabela 3:

Tabela 3: Prazos e metas impostos aos produtores e importadores em relação à destinação de pneus inservíveis.

Prazos	Pneus novos (unidades)	Pneus inservíveis tratados (unidades)
Janeiro/2002	4	1
Janeiro/2003	2	1
Janeiro/2004	1	1
Janeiro/2005	4	5
Prazos	Pneus reformados importados (unidades)	Pneus inservíveis tratados (unidades)
Janeiro/2004	4	5
Janeiro/2005	3	4

Fonte: Elaborado pelo autor com base na Resolução CONAMA 258/99.

Ainda segundo a resolução CONAMA 258/99, os importadores e produtores devem comprovar junto ao IBAMA a destinação final de forma ambientalmente correta, das quantidades de pneus inservíveis proporcionais à quantidade produzida ou importada. No caso de importação, a comprovação deve ser feita antes para liberação da carga junto ao DECEX (Departamento de Operações de Comércio Exterior).

A armazenagem deve ser feita em instalações próprias dos fabricantes e importadores de pneus, ou através da contratação de serviços de terceiros. Além disso, as empresas podem criar centrais de recepção para armazenagem temporária com posterior destinação final segura e adequada. Fica vedado o armazenamento a céu aberto.

Em 2009 foi emitida a resolução CONAMA 416/2009 a qual revoga a resolução CONAMA 258/99. Segundo o Artigo 3º da resolução CONAMA 416/2009, para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

3.2.3 Meta de destinação

A cada pneu novo comercializado as fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível. O mercado de reposição é resultado da fórmula a seguir:

$$MR = (P + I) - (E + EO), \text{ na qual:}$$

MR = Mercado de Reposição de pneus;

P = total de pneus produzidos;

I = total de pneus importados;

E = total de pneus exportados;

EO = total de pneus que equipam veículos novos.

O Ibama adota, para efeito de fiscalização e controle, a equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis. Para que seja calculado o peso a ser destinado, aplica-se o fator de desgaste de 30% sobre o peso do pneu novo produzido ou importado.

3.3 Formas de recuperação do pneu inservível

Existem três maneiras de reaproveitar um pneu quando a banda de rodagem (ou tread) estiver abaixo do limite de uso recomendado para ele. Segundo dados da Reciclanip, apenas 15% dos pneus podem ser reaproveitados, visto que os arames de metal do interior do pneu podem ser danificados durante seu uso. É recomendado que, para contribuir com a preservação do meio, os consumidores não utilizem o pneu até o ponto que os arames ficam a mostra, possibilitando um bom reaproveitamento do material.

- **Recapagem**

Processo que consiste na troca da banda de rodagem por uma nova. Esse processo pode ocorrer de duas maneiras, frio ou quente. O processo quente gruda uma banda crua ao pneu num molde a temperatura de 150°C. O processo frio é feito através de um pneu pré moldado que obtém uma nova banda de rodagem através de um tipo cola e a 110°C.

- **Recauchutagem**

Nesse processo é necessário reformar a banda de rodagem assim como os ombros da carcaça. Essa reforma é feita através do processo quente, o qual o pneu é colocado num molde e aquecido à temperatura de 150°C e desenhado através da adição de borracha para posterior envelopamento.

- **Remoldagem**

Remoldagem é o processo de aplicação de borracha nas paredes, ombros e banda de rodagem do pneu. Após isso, o pneu é submetido ao processo quente dentro de um molde e à temperatura de 150°C.

Tendo em mente as formas de se reaproveitar os pneus, segue abaixo o procedimento completo para realizá-las. Os três métodos seguem o mesmo padrão:

1. Inspeção: Através de maquinários, são verificadas anomalias e cortes que não pode ser reparados com uma nova camada de borracha. A maioria dos pneus não podem ser reaproveitada, fazendo-se necessária uma boa avaliação antes de serem enviado para inspeção.

2. Raspagem ou Buffering: Aprovado pelo processo de inspeção, o pneu passará pelo processo de raspagem onde banda e ombros são raspados.

3. Processo de reforma dos pneus no qual são aplicados um dos três procedimentos: recapagem, recauchutagem e remodelagem.

4. Inspeção final: É feita uma inspeção assegurando que a nova borracha teve sucesso em aderir a carcaça.

Após esses processos, o novo pneu poderá passar pelo processo de raspagem novamente para a retirada de qualquer material em excesso.

Deve-se levar em conta que os pneus reformados possuem qualidade inferior aos

pneus novos, devido à diferente composição da carcaça e todo o desgaste já sofrido anteriormente à reforma. É recomendada a utilização desses novos tipos de pneus para veículos que trafegam a velocidades mais baixas e por períodos mais curtos. No entanto, esses novos pneus auxiliam na preservação do meio ambiente diminuindo a quantidade de pneus fabricados.

3.4 Processo de reciclagem de pneumáticos em outros países

Em outros países, diversas formas de tratamento dos pneus inservíveis estão sendo adotadas. É o caso de países como Finlândia, Suécia e Noruega, que são destaque na questão da coleta e reciclagem do material. Além disso, países como Estados Unidos apresentam grandes dificuldades com o material devido à enorme frota de veículos e que vem crescendo continuamente (SANDRONI, 2005).

3.4.1 Processo de reciclagem de pneumáticos na Finlândia, Suécia e Noruega

Na virada do milênio a taxa de recuperação de inservíveis na Finlândia, Suécia e Noruega já alcançava 90%, enquanto na Europa se encontrava próxima aos 50%. A reciclagem de pneus nesses países está baseado na legislação nacional estabelecida entre 1993-95, a qual ordena a coleta e o tratamento dos inservíveis pelos produtores de pneus. Os atores chave dessas indústrias instalaram uma companhia não lucrativa de tratamento de inservíveis em cada país de modo a atingir suas obrigações de reciclagem com o melhor custo-benefício (FINNISH TYRE RECYCLING LTDA, 2015).

A maior dificuldade na reciclagem de pneus inservíveis consiste na introdução de “catadores livres” no sistema, apreciação dos produtos derivados de pneus e do desenvolvimento de critérios para diminuir o desperdício. Os inservíveis, segundo a legislação, são classificados como resíduo, o que causa diversas burocracias e custos adicionais no processo de reciclagem.

O desenvolvimento da coleta por países pode ser observado na figura 4:

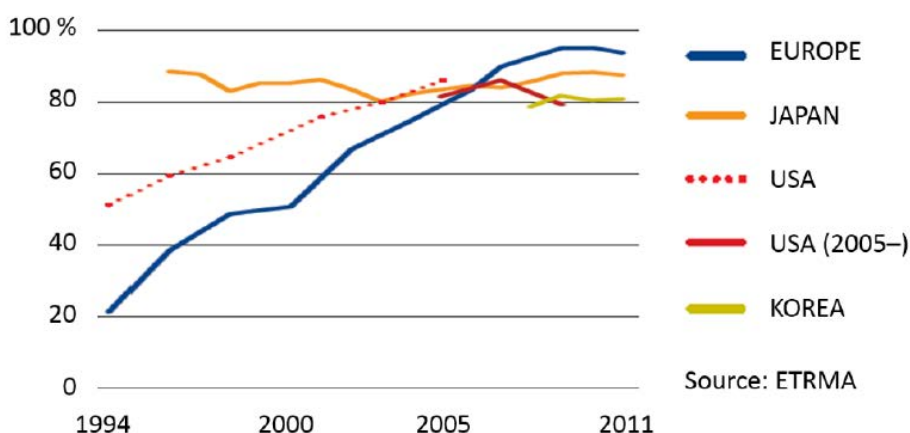


Figura 4: Taxas de recuperação de pneus inservíveis entre 1994-2011 (%)

Fonte: FINNISH TYRE RECYCLING LTDA, 2005.

As taxas de recuperação de pneus inservíveis aumentaram drasticamente nas últimas duas décadas. Em 2012, até 95% de pneus usados foram recuperados nos países europeus, na Noruega e na Suécia, em média (incluindo pneus de re-uso, exportação e recauchutados).

Até agora, já foram instaladas, pelos produtores de pneus, cerca de 14 empresas de coleta e tratamento de inservíveis nos países europeus para assegurar o comprometimento deles com seus fornecedores.

- **Diretiva 2008/98/CE**

A Diretiva 2008/98/CE estabelece os conceitos e definições de base relacionados com a gestão dos resíduos, tais como definições de resíduos, reciclagem e valorização. Explica quando os resíduos deixam de ser resíduos e se tornam matérias-primas secundárias (chamados critérios de fim de resíduos) e como distinguir entre resíduos e subprodutos. A diretiva estabelece alguns princípios básicos: exige que os resíduos sejam geridos sem pôr em perigo a saúde humana e prejudicar o meio ambiente. A legislação e a política de resíduos dos estados membros da UE aplicarão como ordem de prioridade nas ações a seguinte hierarquia de gestão de resíduos:



Figura 5: Hierarquia do Desperdício

Fonte: FINNISH TYRE RECYCLING LTDA, 2005.

Os fabricantes de pneus, importadores, distribuidores e reformadores instalaram em cada país uma companhia sem fins lucrativos de tratamento de pneus inservíveis para gerir um sistema abrangente de reciclagem de pneus. Essas companhias funcionam em nome dos produtores colaboradores, tendendo para as obrigações de reciclagem de forma mais rentável.

A reciclagem de pneus foi feita da melhor maneira para produtores e consumidores. Os consumidores têm o direito de descarte de pneus velhos sem nenhum custo em qualquer ponto de coleta. Os operadores coletam os pneus através dos pontos de coleta contratados e enviam para processamento e recuperação.

Anualmente, as companhias de tratamento de inservíveis fornecem relatórios dos pneus novos e reformados, assim como relatórios de pneus coletados e recuperados. A implementação das responsabilidades dos produtores é supervisionada pela autoridade responsável em cada país.

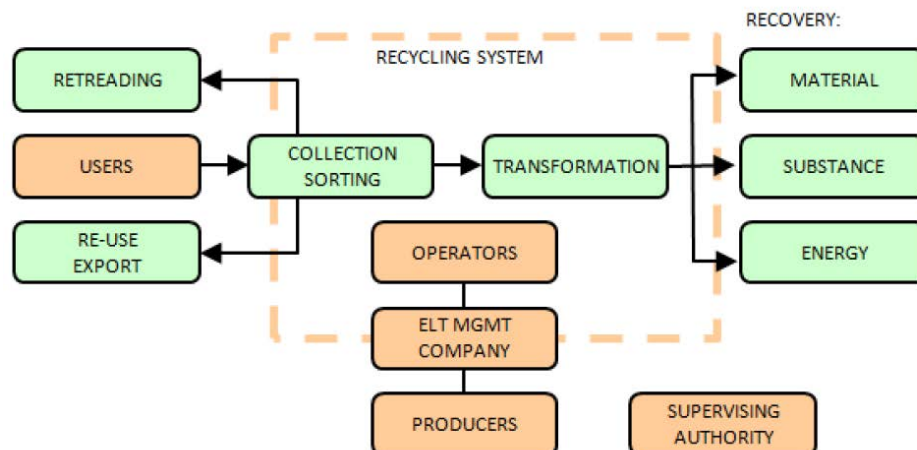


Figura 6: Do usuário para a recuperação.

Fonte: FINNISH TYRE RECYCLING LTDA, 2005.

- **Taxas de reciclagem razoáveis**

Os sistemas de reciclagem são financiados com taxas de reciclagem colocadas sobre as compras de pneus novos. O design eficiente do esquema de responsabilidade coletiva dos produtores manteve as taxas de reciclagem bastante razoáveis. Os pneus de veículos de passageiros na Finlândia no momento têm uma taxa de 1,75 €/pneus, cerca de 1,79 €/pneu na Suécia e cerca de 1,44 €/pneu na Noruega. As taxas de reciclagem são determinadas nacionalmente de acordo com o tamanho do pneu.

“Os consumidores estão extremamente satisfeitos com o sistema, o qual lhes permite se livrar de seus pneus velhos tão facilmente. Ninguém ainda reclamou das taxas ambientais cobradas na Noruega.”

Hroar Braathen, Norsk Dekkretur AS

As companhias de tratamento de inservíveis selecionam seus operadores de reciclagem por um período fixo através de licitação. O operador cobra a companhia com base na quantidade de pneus entregues para recuperação. Além disso, podem receber uma compensação por parte dos utilizadores finais pelo processamento do material. Os preços variam muito entre diferentes aplicações e podem até ser negativos dependendo da oferta e procura.

• Oportunidades de Aplicação

Os pneus coletados são classificados e processados para diferentes rotas de recuperação. Os pneus podem ser utilizados no seu todo ou processados como cortes, fragmentos, aparas, granulados ou em pó. O material do pneu é leve e elástico e tem propriedades de isolamento e filtragem, que fornecem inúmeras oportunidades de aplicação e benefícios claros em comparação com outros materiais.

As melhores carcaças de pneus são destinadas para recauchutagem de acordo com a hierarquia de resíduos. Nos países nórdicos, a maioria dos pneus de recauchutagem diz respeito a pneus de caminhões que podem ser reformados várias vezes. A recauchutagem de pneus para caminhões é normalmente feita nos pneus dos próprios clientes, por isso acabam não entrando nas estatísticas.

Fragmentos de pneus são um excelente material para aplicações como barreiras de som, isolamento de geada, e utilização em aterros novos e fechados. Granulados de pneu, por sua vez, são perfeitos para camadas elásticas em arenas de equitação e pavimentação para campos esportivos. Tiras de pneus também podem ser usadas para conter vibrações de trilhos e estradas e apresentam resultados muito positivos.

Os pneus inservíveis também são recuperados para produzir energia. Eles possuem um valor térmico bem competitivo e de baixo custo comparado a combustíveis fósseis alternativos. O aumento nos preços do petróleo e a sua necessidade de conservação proporcionaram um impulso no desenvolvimento de energias provenientes de pneus usados.

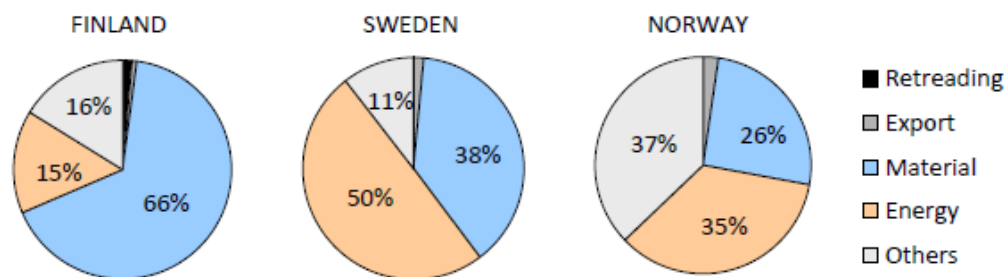


Figura 7: Rotas de recuperação por país em 2013

Fonte: How to make it work

Na Finlândia a principal rota de recuperação é a utilização do material para criação de produtos, enquanto na Suécia a principal rota é a energética e a Noruega se destaca na recuperação em todas as rotas.

As rotas de recuperação de pneus usados variaram ao longo dos anos. De acordo com as estatísticas, a rota de recuperação mais comum na Suécia e na Noruega foi a produção de energia. Na Finlândia, a maioria dos pneus foi recuperada como material, principalmente para engenharia civil.

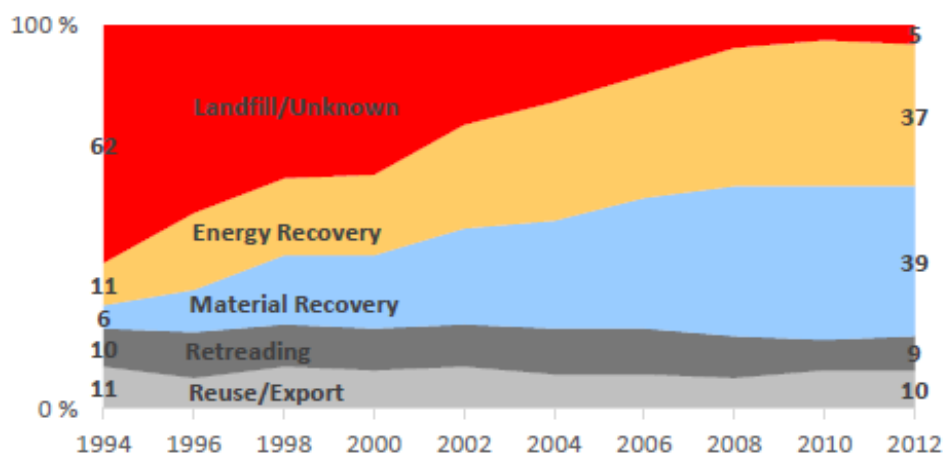


Figura 8: Evolução das rotas de recuperação de 1996-2012 na Europa (%)

Fonte: FINNISH TYRE RECYCLING LTDA, 2005.

A distribuição das rotas de recuperação na Europa mudou significativamente em menos de 20 anos. A recuperação para utilização como material e energia cresceu cerca de 76%, enquanto a quantidade de pneus descartados em aterros caiu para 5%. A parte da recauchutagem, reutilização e exportação de pneus permaneceu pouco inalterada. Em 2012, havia cerca de 3,3 milhões de toneladas de pneus usados recuperados na Europa.

Desafios Futuros

Os principais desafios da reciclagem de pneus dizem respeito ao desenvolvimento dos critérios de fim de desperdício, apreciação de produtos baseados em pneus e no envolvimento dos “catadores livres” no sistema. Estes são tópicos de grande importância de modo a manter esse tipo de material e suas taxas de reciclagens a baixos custos.

Os padrões materiais aumentam a valorização dos produtos derivados de pneus inservíveis e trarão novas oportunidades de aplicação. Eles formam uma base clara para diferentes rotas de recuperação. Materiais reciclados certamente continuam a ser uma solução acessível para consumidores finais e, futuramente, podem servir como uma das melhores alternativas materiais para o desenvolvimento sustentável.

3.4.2 Reciclagem de Pneumáticos na Austrália

Com a frota de carros na Austrália crescendo exponencialmente, aparece uma tendência nacional para garantir a disposição adequada de pneus inservíveis. Essa ideia surge como um desafio para melhorar o gerenciamento de pneus e uma oportunidade para aprimorar a recuperação da matéria prima.

Os pneus usados na Austrália podem ser divididos em três grandes vertentes: passageiro, caminhões e rurais (pneus mais pesados e maciços). Normalmente os pneus rurais são enterrados no próprio local de escavação, implicando num impacto maior do que a própria exploração. Ainda há algumas incertezas com o destino dos pneus de caminhões e, infelizmente, pneus de passageiros são simplesmente estocados, aterrados ou exportados. Dentre as alternativas de destinação na Austrália, podemos citar:

- Reciclagem direta dos pneus em produtos de borracha e borracha triturada;
- Recuperação energética através dos combustíveis derivados de pneus;
- Aplicação na engenharia civil.

Dentre as principais rotas de recuperação dos pneus inservíveis, a ATRA (Australian Tyre Recyclers Association) é quem se responsabiliza para a realização correta de toda a logística reversa.

ATRA

ATRA foi criada em 2003 e desde 2015/6 foi responsável por atingir a marca de 95% de pneus inservíveis e 87% dos pneus em circulação no país.

ATRA é uma associação formada por membros, aberta a stakeholders, que aderem aos princípios e estão envolvidos no processamento de pneus inservíveis, incluindo coletores, recicladores e produtores de pneus.

Os produtos desenvolvidos com os pneus coletados incluem combustíveis alternativos (TDF), materiais adesivos, tapetes de borracha e superfícies para construção civil.

O combustível derivado de pneus (TDF) está sendo anunciado por seus benefícios ambientais através de um novo relatório, identificando significativa redução de volumes da emissão de CO₂ em relação às emissões geradas pela queima do carvão.

TDFs representam uma alternativa viável de recursos energéticos na substituição de combustíveis fósseis, tais como gás, carvão ou óleos em aplicações industriais como cimento, geração de energia e processo industrial de geração de calor.

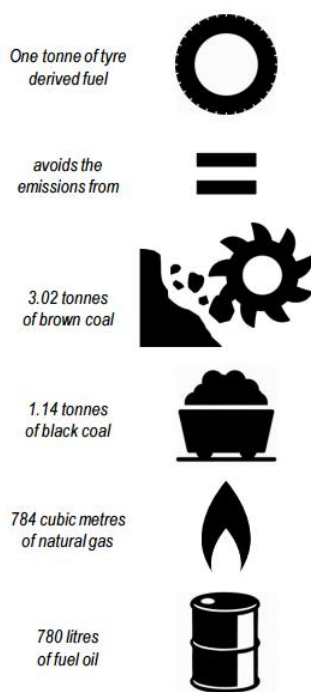


Figura 9: Valores de carbono por TDFs.

Fonte: Carbon Value Proposition.

Muitas etapas são necessárias na produção do TDF. Enquanto pneus inteiros podem ser usados como combustível em algumas aplicações, sistemas especiais de manuseamento são necessários, pois pneus inteiros são muito difíceis de transportar. Uma das soluções é a trituração logo no início do processo, pois melhora a eficiência no transporte e auxilia a recuperação desse material.

Embora o processo de produção de TDF para produção energética e calorífica seja comum em todo o mundo, o TDF em fornos de cimento apresenta como uma opção de recuperação de recursos com diversas vantagens. Temperaturas muito elevadas (superiores a 1.500 °C) e um longo tempo de exposição do material nesse processo podem garantir a destruição de qualquer composto orgânico complexo, bem como neutralizar qualquer mineral potencialmente nocivo.

Além disso, foram conduzidos estudos da emissão de gases de efeito estufa a partir de TDFs comparados a outros três combustíveis fósseis. Os resultados podem ser analisados na figura 10:

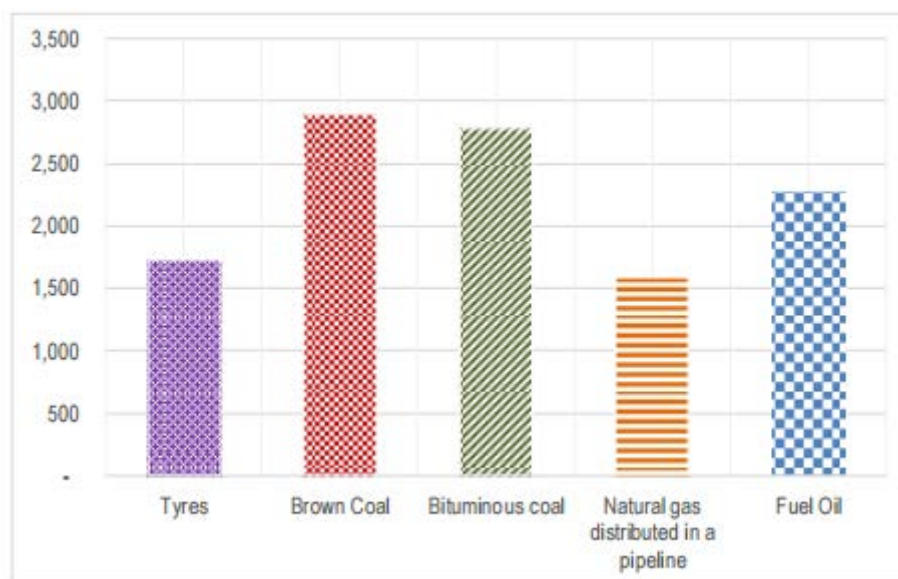


Figura 10: Comparação emissão de gases do efeito estufa entre pneus, carvão, gás natural e óleo combustível.

Fonte: TDF – GHG Report Final.

Como se pode verificar, existe uma clara vantagem na utilização de pneus. Baseado nas análises, TDF libera aproximadamente 60% de gases de efeito estufa comparado ao carvão e oferece redução de cerca de 25% comparado ao óleo combustível.

Resultados

A Austrália apresenta sua gestão de resíduos como um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade na recuperação de recursos. Uma opção para a recuperação de pneus inservíveis é através do combustível derivado de pneus (TDF). O combustível de pneus

inservíveis tem sido utilizado em várias aplicações na Austrália durante a última década, porém a oportunidade é otimizar o uso desse novo recurso para produzir resultados mais sustentáveis.

4. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram feitas pesquisas referentes à questão dos resíduos sólidos em especial os pneus inservíveis, sua disposição final, e possíveis formas de reaproveitamento e reciclagem dos mesmos.

Como primeira etapa deste trabalho, foi elaborado uma revisão bibliográfica contendo todos os aspectos dos pneus inservíveis como composição, dados de utilização e como funciona a importação deste produto, além de buscar entender a legislação aplicada ao mesmo. Destaque para resolução 416 de 2009 do CONAMA que abrange a prevenção e a degradação ambiental causada pelos pneus inservíveis. Como pesquisa mais aprofundada, buscou-se conhecimentos na reciclagem desse material em outros países, principalmente países Europeus devido sua excelência no serviço.

Na segunda etapa foi realizado e aplicado um questionário em borracharias e maiores centros comerciais do produto, como concessionárias e cooperativas de Rio Claro. Esse documento foi necessário para avaliar e entender o comportamento dessas instituições e como elas tratam a questão da reciclagem dos pneus inservíveis. Também foi realizado um questionário voltado à investigação quantitativa, de modo a analisar o comportamento da população de Rio Claro para os estabelecimentos que comercializam pneus.

O questionário aos consumidores analisou as principais fontes de consumo e descarte de pneus inservíveis pela população. Para garantir a confiabilidade dos dados coletados junto aos entrevistados, utilizaram-se as seguintes recomendações: perguntas fáceis de entendimento, quantidade pequena de perguntas e evitar expressões que gerem emoções na hora do questionamento (NÉTO,2004).

Questionário aos consumidores:

1. Qual bairro reside?
2. Possui qual(is) tipo(s) de veículos (carro, moto, caminhão)?
3. Você tem preferência na compra de um pneu novo ou reformado?
4. Já reformou seu pneu velho?
5. Qual destino você dá ao seu pneu usado:
 - o Reciclagem;
 - o Troca;
 - o Borracheiro;

- ☐ Outro;
6. Já utilizou um desses ecopontos para descarte deste tipo de material? Qual?
- ☐ Nunca utilizei para descartar esse material
 - ☐ Ecoponto Cervezão
 - ☐ Ecoponto Inocoop
 - ☐ Ecoponto São Paulo
 - ☐ Ecoponto Jardim Figueira
 - ☐ Ecoponto São Miguel
 - ☐ Ecoponto Jardim Palmeiras.

Esse questionário foi aplicado no dia 16 de maio de 2017, na região central do município e na feira de orgânicos que ocorre às terças e sextas-feiras.

Em um segundo momento, foi feito um questionário destinado aos consumidores utilizando a plataforma online Typform o qual abrangeu todas as questões do questionário anterior e a seguinte questão:

1. Com qual frequência você troca os pneus do seu veículo?
- ☐ 1 vez ao ano;
 - ☐ 1 vez a cada 2 anos;
 - ☐ 1 vez a cada 3 anos;
 - ☐ Outro;

Esse segundo questionário foi emitido online no dia 18 de maio de 2017 e foi aplicado até o dia 26 de maio de 2017, abrangendo um total de 63 pessoas.

O questionário voltado aos estabelecimentos comerciais de pneus verificou aspectos quantitativos e qualitativos, assim como o destino dado aos pneus usados deixados pelos consumidores na troca por um pneu novo, objeto importantíssimo para esse estudo.

Questionário aos comerciantes:

1. Possui conhecimento sobre políticas de logística reversa? Ela funciona?
2. Faz recolhimento de pneus usados?
3. Destinação dada aos pneus (recolhidos e vendidos pela empresa)?
4. Pneus são recolhidos pela indústrias que os produzem?

5. Faz troca de pneus usados por novos? Como funciona?

Esse questionário foi aplicado no dia 17 de maio de 2017 e teve um total de 7 estabelecimentos entrevistados entre borracharias e revendedoras de pneus.

A terceira etapa consistiu na análise dos dados coletados pelos questionários e a comparação entre a gestão municipal de pneus de Rio Claro com outros países. Buscou-se também levantar as dificuldades na gestão do material no município.

Por fim, os resultados foram analisados e foi recomendado algumas alternativas para melhorar a gestão de pneus inservíveis melhorias e no município de Rio Claro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do Município

Rio Claro é um município que fica situado na região de Campinas e 173 km distantes da capital São Paulo. Foi fundado em 1845 e faz divisa com os municípios de Araras, Piracicaba, Leme, Corumbataí, Santa Gertrudes, Itirapina e Ipeúna. Possui área total de 498,422 km² (IBGE, 2015), e uma população estimada de 201.473 habitantes segundo dados do IBGE em 2016.



Figura 11: Localização do Município de Rio Claro.

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2014.

O município está inserido na Bacia do Rio Corumbataí, que deságua no Rio Piracicaba e faz parte da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 05 – denominada PCJ (Piracicaba, Capivari, Jundiaí) (PMGIRS, 2014).

Rio Claro possui um índice de desenvolvimento humano de 0,803 (IBGE, 2010) e um Produto Interno Bruto per capita de R\$ 38.944,11 (trinta e oito mil novecentos e quarenta e quatro reais e onze centavos) (IBGE, 2013).

5.1.1 Frota de Veículos em Rio Claro

Em abril de 2017, Rio Claro possuía uma frota de 161.404 de veículos. Como se pode observar na figura 12, os automóveis estão em maior quantidade (55%), seguido das motocicletas em geral (33%), caminhões (11%) e outros (1%).

A frota de veículos em Rio Claro continua a aumentar e pretende alcançar a projeção de 1 veículo por habitante nos próximos anos como pode ser observado nas figuras 12, 13 e 14. É de se esperar uma crescente procura por locais de deposição de pneus inservíveis assim como um aumento na procura por borracharias e serviços do setor.

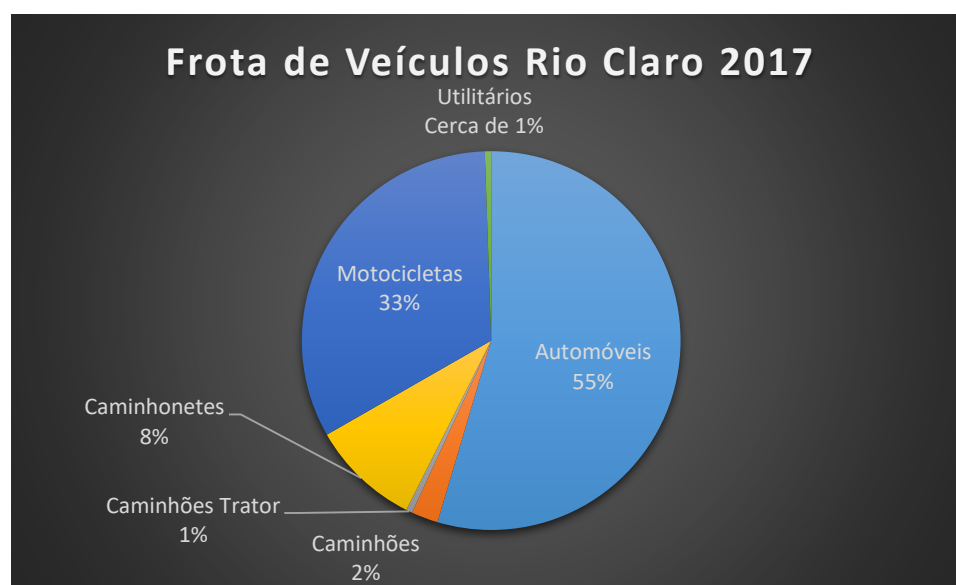


Figura 12: Frota de veículos de Rio Claro em 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados DENATRAN, 2017.

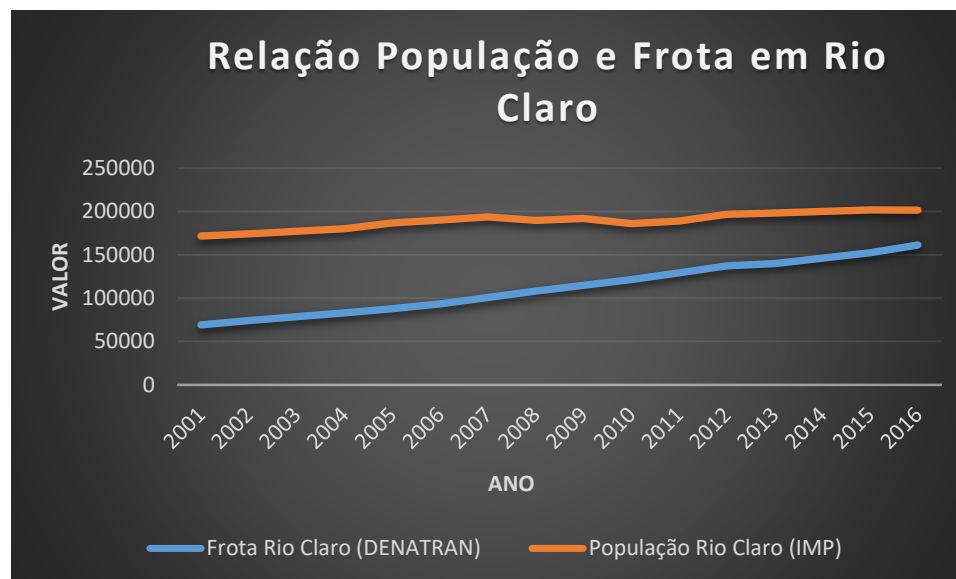


Figura 13: Crescimento populacional e crescimento da frota de veículos em Rio Claro.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do DENATRAN e IMP.

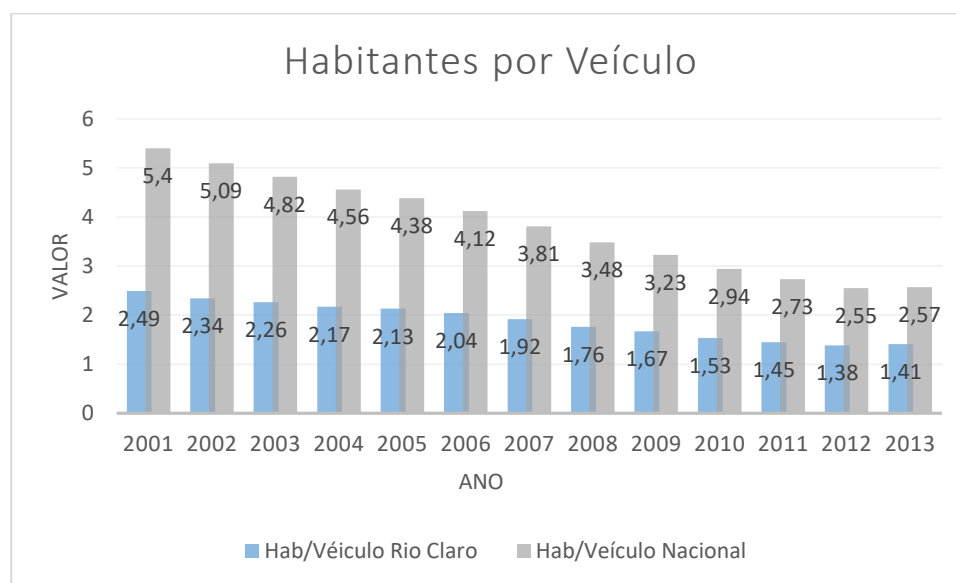


Figura 14: Habitantes por veículo em Rio Claro e no Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do DENATRAN.

Segundo a Reciclanip, estima-se que a vida útil de um pneu de automóvel possa chegar a 60.000km. Contudo, existem diferentes tipos e qualidades de pneus que sofrem influência de fatores externos como qualidade das estradas, pressão, alinhamento das rodas e tipos de motorista. Existe também a condição do rodízio entre as rodas dianteiras e

traseiras. As rodas traseiras sofrem maior desgaste, visto que carregam a maior parte do peso de veículo e maior carga de frenagem. Dessa forma, estima-se que a vida útil de um pneu possa alcançar apenas metade do que é proposto.

Pneus de moto e de caminhão seguem o mesmo raciocínio, possuem uma vida útil média segundo os fabricantes que decai muito conforme seu uso e manutenção. A diferença é na possibilidade de reforma. Pneus de caminhão são mais expessos e podem passar por processos de reforma, diferentemente de pneus de moto e alguns pneus de carro bem desgastados.

5.2 Gestão de Resíduos em Rio Claro

A gestão dos resíduos sólidos no Município de Rio Claro é de responsabilidade da SEPLADEMA – Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente – através do departamento de resíduos sólidos. O município faz parte do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), o qual é uma exigência da PNRS para que o município fique apto a receber recursos da união destinados a empreendimentos ou serviços relacionados ao manejo de resíduos sólidos ou à limpeza urbana (OLIVEIRA, 2016). Segundo PGIRS, a maior parcela dos resíduos sólidos urbanos é depositada no aterro sanitário que fica próximo ao município.

A coleta regular dos resíduos sólidos domiciliares é realizada pela empresa terceirizada contratada Ambientelix Serviços Ambientais Ltda, a qual também realiza a coleta seletiva com o auxílio de catadores da cooperativa de materiais recicláveis de Rio Claro, a Cooperviva. Os materiais recicláveis do município de Rio Claro são destinados à Cooperviva através da parceria firmada com a SEPLADEMA e a Secretaria de Ação Social. A cooperativa possui duas áreas doadas pela prefeitura onde atua (OLIVEIRA, 2016).

5.2.1 Deposição de Resíduos em Rio Claro

Os resíduos sólidos domiciliares de Rio Claro são destinados ao aterro do município localizado no quilômetro 3 da Rodovia Fausto Sano Mauro, próximo ao aterro de resíduos industriais. Pode se verificar sua localização na figura 15:



Figura 15: Localização do aterro sanitário de Rio Claro

Fonte: PGIRS, 2014.

O aterro sanitário de Rio Claro teve início em 2001. Em 2015 recebeu nota 9 de 10 (condições adequadas de operação) no índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), índice desenvolvido pela CETESB, que acompanha a qualidade do local de disposição de resíduos no Estado de São Paulo (OLIVEIRA, 2016).

A área do aterro é cercada e possui acesso controlado através de guaritas no local. O aterro é operado por 14 funcionários e conta com alguns maquinários para operação. Dentre eles estão uma escavadeira hidráulica, um caminhão pipa, três caminhões basculantes traçados, dois tratores de esteira com lâminas e uma pá carregadeira.

5.2.2 Coleta de Pneus no município de Rio Claro

Segundo pesquisa realizada nas borracharias, a coleta de pneus é feita pela CBL. Essa empresa contratada pela Reciclanip, realiza todo o processo de logística reversa e também a coleta entre as borracharias e distribuidoras de pneus do município.

O processo de destinação de inservíveis para o aterro municipal de Rio Claro funciona através de uma carta renovada anualmente, a qual concede o direito das borracharias e distribuidoras de deposição desse material em um anexo próximo ao local. Posteriormente, esses pneus são coletados por um caminhão de Limeira que faz parte da Reciclanip e fornece a destinação adequada para esse resíduo.

5.3 Ecopontos de Rio Claro

A implementação dos ecopontos teve início em 2010. Desde então foram construídos ao todo seis ecopontos bem distribuídos pelo município.

Os ecopontos de Rio Claro ficam localizados (Figura 16):

- Ecoponto Cervezon: Rua 6A com Avenida M21;
- Ecoponto Figueira: Avenida 54-JF com Rua 27-JF;
- Ecoponto Inocoop: Avenida Tancredo Neves com a rodovia Fausto Santo Mauro;
- Ecoponto Jardim Palmeiras: Avenida 3-JP, próximo à ETE Palmeiras;
- Ecoponto Jardim São Paulo: Rua 1B-JSP
- Ecoponto São Miguel: Avenida 62A com o Anel Viário.

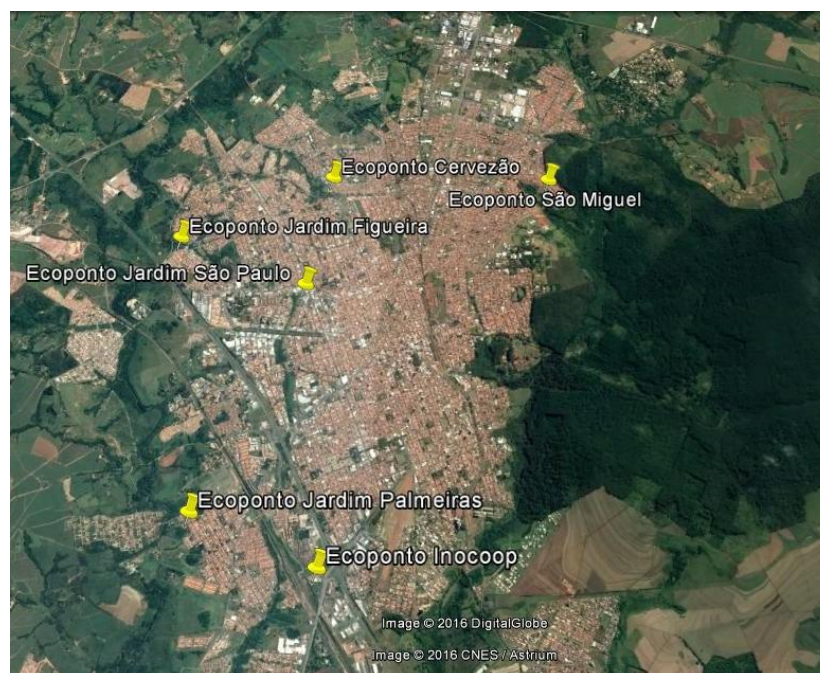


Figura 16: Localização dos ecopontos de Rio Claro
Fonte: OLIVEIRA, 2016.

5.3.1 Descarte de pneus em Ecopontos

Segundo a PNRS, os pneus são materiais que após sua utilização deve ser implantado um sistema de logística reversa, pois podem constituir um passivo ambiental se dispostos de forma incorreta.

O Estado de São Paulo, por intermédio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, juntamente com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) assinou em julho de 2012 um Termo de Compromisso para Responsabilidade Pós-Consumo de Pneus Inservíveis com a associação RECICLANIP. O termo tem por objetivo a formalização e a manutenção do sistema de responsabilidade pós-consumo para recebimento, armazenamento e destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis.

A RECICLANIP é uma associação que tem como missão administrar o processo de coleta e destinação de pneus inservíveis (RECICLANIP, 2016). No Termo de Compromisso para Responsabilidade Pós-Consumo de Pneus Inservíveis a associação tem por obrigação estabelecer pontos de coleta onde o consumidor deverá devolver o pneu usado ou inservível, o armazenamento e o transporte dos pneus, e por fim sua destinação final ambientalmente adequada, que deve ser realizada por empresas autorizadas e licenciadas pelos órgãos ambientais estaduais.

Um dos principais instrumentos utilizados para a implantação de pontos de coletas são as parcerias com as prefeituras municipais. No Município de Rio Claro os ecopontos são pontos de coletas de pneus, que podem receber até 3 pneus por pessoa. Os pneus coletados são enviados a uma área de transbordo do aterro sanitário municipal. Os pneus armazenados no aterro, conforme o Termo de Compromisso para Responsabilidade Pós-Consumo de Pneus Inservíveis, são recolhidos pela empresa RECICLANIP, que posteriormente os encaminha para empresas autorizadas realizarem sua disposição final ambientalmente adequada.

Segundo Oliveira, ainda existe uma grande parcela da população que desconhece a existência dos ecopontos. Existem vários benefícios na implantação dos ecopontos no município, entre eles a alternativa para descarte de resíduos que não devem ser descartados em lixo comum.

5.3.2 Exemplo de ecoponto: “Ecoponto São Miguel”

Os ecopontos são um grande auxílio para a coleta de resíduos recicláveis do município. Foi realizada uma visita no dia 24 de maio de 2017 no intuito de avaliar as condições e as facilidades de descarte de pneus inservíveis.

Segundo regra estabelecida pela prefeitura, fica limitado o descarte de três pneus por munícipe. Contudo, o funcionário responsável pela coleta e armazenamento não soube informar o limite máximo por munícipe, podendo assim passar do limite pré estabelecido.

Alguns dos problemas apontados são a falta de sinalização para o ecoponto, dificultando o acesso pela população, e o desgaste do letreiro na entrada que sinalizava quais materiais poderiam ser descartados ou não. Isso pode ser verificado na figura 17:



Figura 17: Placa na entrada do Ecoponto indicando resíduos coletados

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Além disso, os locais onde são armazenados os materiais estão protegidos por uma estrutura que não suportaria uma chuva um pouco mais intensa, umedecendo o material e podendo perder suas propriedades de reciclabilidade. Isso pode ser analisado na figura 18:



Figura 18: Local para descarte de resíduos volumosos que incluem pneus.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Como já apontado por Oliveira (2016), a principal dificuldade na gestão dos ecopontos é a existência de apenas um caminhão rebocador que fica responsável pelo transporte das caçambas cheias de resíduos dos ecopontos ao aterro municipal. Além disso, não há um armazenamento correto o que prejudica a qualidade do material e seu possível reaproveitamento.

Segundo o Decreto Legislativo Regional nº 24/2012/A de 01 de julho de 2012, a armazenagem de pneus usados não pode ser misturada com outros resíduos ou materiais. Além disso, eles devem ser organizados em filas e em pilhas com no máximo 3m de altura, 15m de comprimento e 8m de largura. De acordo com o funcionário do ecoponto, o material fica armazenado junto com outros resíduos e praticamente exposto à ação de intempéries.

É necessária uma atenção maior na construção desses locais para armazenamento e coleta desses resíduos para que o material não perca sua capacidade de reciclabilidade. Além disso, deve-se atentar para as condições do letreiro do local e a falta de sinalização que dificultam a localização por parte dos munícipes.

5.4 Anexo de Rio Claro para descarte de Pneus

O anexo para descarte de pneus foi criado em 2010. Fica próximo ao aterro municipal e tem capacidade de armazenamento de mais de 2000 pneus de automóveis e 300 pneus de caminhão.

Foi realizado uma visita técnica ao anexo do aterro de Rio Claro de modo a avaliar a capacidade e o armazenamento dos pneus descartados. O local possui um amplo galpão de armazenamento e 1 caçamba, na qual são estocados os pneus e, quando cheia, retirada por meio de contato com a empresa.

Não importa a qualidade do material, ao atingir sua capacidade de armazenamento máxima, a caçamba é coletada e destinada a uma logística reversa ambientalmente adequada pela CBL Reciclagem. Normalmente são realizadas de 2 a 3 coletas por semana, mediante ligação. O galpão pode ser visto na figura 19:



Figura 19: Anexo para descarte de Pneus no aterro de Rio Claro

Fonte: Prefeitura municipal de Rio Claro.

Os estabelecimentos que depositam o material devem preencher um documento constando quantidade e tipo de pneu a ser descartado. Pode-se verificar conforme a figura 20:

Prefeitura Municipal de Rio Claro
ESTADO DE SÃO PAULO

DECLARAÇÃO DE ENTREGA DE PNEUS

Rio Claro, 23 de maio de 2017.

A Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente, através do Departamento de Resíduos Sólidos, recebeu da Sr (a) [redacted] RG [redacted] da Borracharia/Empresa: [redacted] a quantidade de 36 pneus de carro, 0 pneus de caminhão, 0 pneus de caminhonete, 0 pneus de moto, 0 pneus de bicicleta.

Assinatura: [redacted]

Figura 20: Declaração de entrega de pneus ao anexo do aterro de Rio Claro

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

No local ficam armazenados pneus que são estocados dentro da caçamba do grupo CBL responsável pela coleta. Isso pode ser constatado na figura 21:



Figura 21: Caçamba de armazenamento do grupo CBL.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O material excedente fica logo ao lado para posterior armazenamento assim que a caçamba retorna, conforme figuras 22 e 23:



Figura 22: Pneus de automóveis armazenados no anexo do aterro de Rio Claro

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



Figura 23: Armazenamento de pneus de caminhão no anexo do aterro de Rio Claro

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Em suma, o local apresenta estrutura adequada para armazenamento e coleta desse material. Um dos problemas detectados é a contabilização do material, que não corresponde ao que é realmente coletado. Deve-se então melhorar a fiscalização no anexo para que se possa ter dados visando ao aperfeiçoamento no gerenciamento dos pneus.

Segundo dados fornecidos pela SEPLADEMA, em 2016 foram recolhidos ao todo:

- 11687 pneus de carro
- 397 pneus de moto
- 2377 pneus de caminhão
- 721 pneus de caminhonete
- 37 pneus de bicicleta.

Contudo, esses dados se apresentam conflitantes, uma vez que o estabelecimento de pneus de bicicleta, o qual foi aplicado os questionários, disse enviar todos seus pneus aos ecopontos, que por sua vez destinam ao aterro.

5.5 Questionário aos consumidores

Os questionários atingiram 108 pessoas, residentes em Rio Claro, de diferentes idades e sexo. A primeira questão teve como objetivo conhecer a proximidade do entrevistado com os ecopontos para posterior análise dos locais de descarte mais utilizados durante o questionário.

A segunda questão analisou os tipos de veículos dos entrevistados. A questão poderia envolver mais de uma resposta com o objetivo de averiguar quantos tipos de veículos aquele espaço amostral possuía. O resultado pode ser analisado na figura 24 seguir:

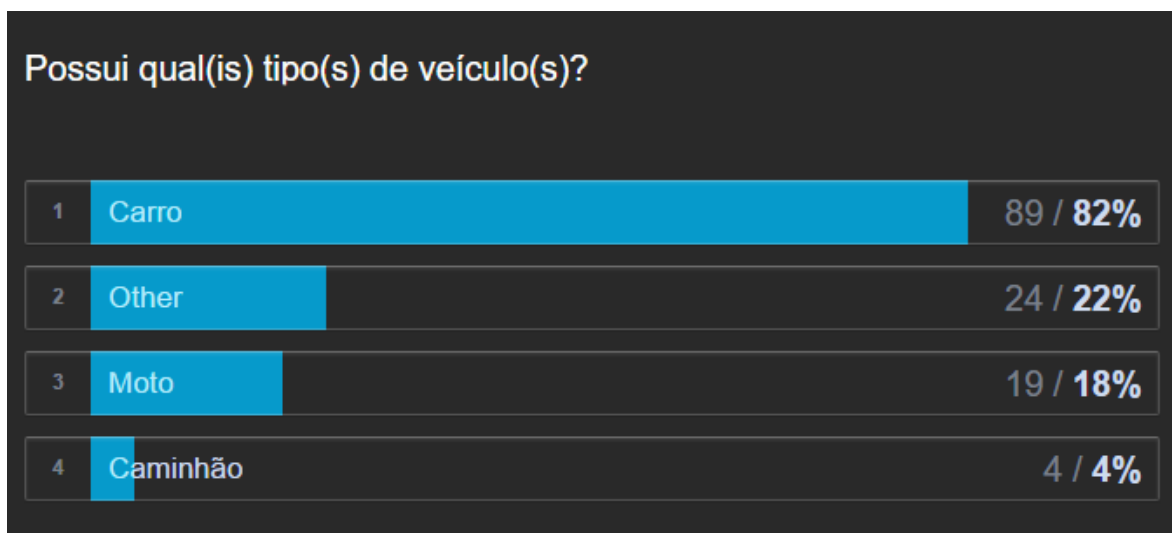


Figura 24: Análise das respostas referentes à questão 2.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Dos 108, haviam cerca de 89 carros, 24 outros, 19 motocicletas e 4 caminhões contabilizando cerca de 1,26 veículos por habitante nesse espaço amostral. Lembrando que esse dado leva em conta apenas os tipos e não a quantidade de cada veículo o que influencia numa maior densidade veicular. O veículo mais utilizado são os automóveis com 82%.

A terceira questão tinha como objetivo analisar a preferência dos munícipes na compra de pneus novos e reformados. Essa etapa do questionário poderia envolver mais de uma resposta, havendo diversidade nos resultados, que pode ser verificado na figura 25:

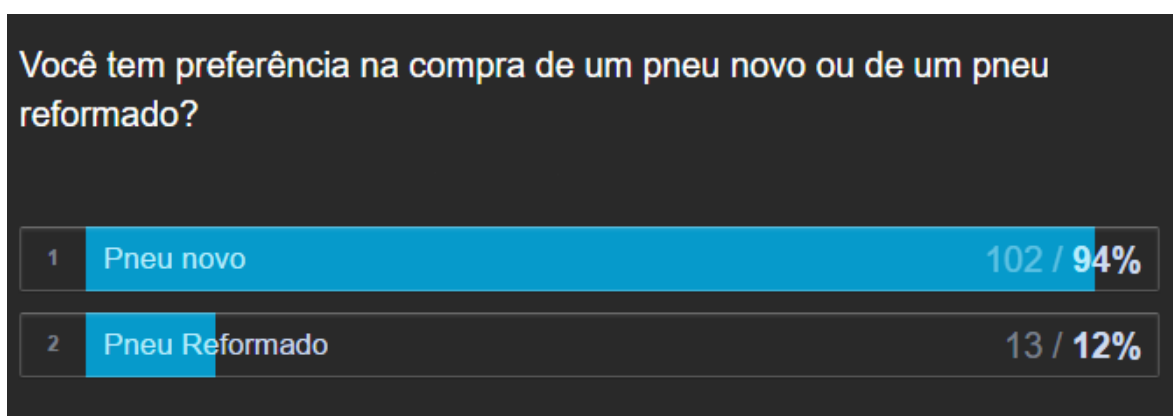


Figura 25: Análise das respostas referentes à questão 3.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Dos 108 entrevistados, a maioria prefere a compra de um pneu novo (94%). Deve-se levar em conta que essa foi uma pesquisa de múltipla escolha, tendo como mais de uma preferência no momento da compra. Muitos dos munícipes disseram que preferem pneus novos a pneus reformados devido à qualidade e à longevidade, fatores relacionados a segurança. Também reclamaram da qualidade das estradas o que implica um menor tempo de vida útil do pneu.

A quarta questão tinha como objetivo analisar a tendência dos munícipes em reformar seu pneu usado. Os resultados podem ser verificados na figura 26:

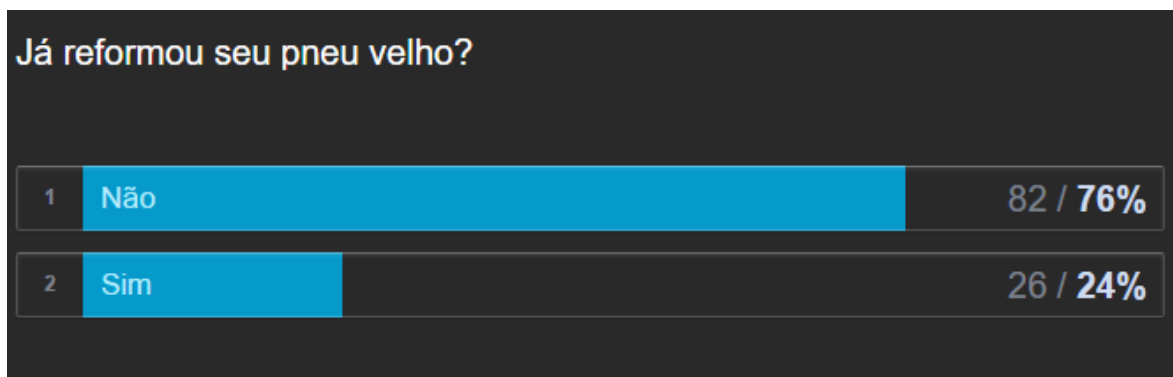


Figura 26: Análise das respostas referentes à questão 4.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Segundo a figura 27, a maioria das pessoas (76%) não possui a tendência de reformar seu pneu usado. Muitos fatores influenciam esses resultados, como a aversão da qualidade que o pneu poderá retornar e a falta de conhecimento sobre as vantagens e desvantagens de se reformar um pneu e quando pode ser reformado.

A quinta questão procurava localizar quais os principais destinos de descarte dos pneus por parte dos munícipes. Essa questão foi utilizada como um dos objetivos principais da pesquisa, de modo a averiguar o padrão de descarte por parte dos munícipes de Rio Claro. Podia se escolher mais de uma resposta. Os resultados podem ser verificados na figura 27:

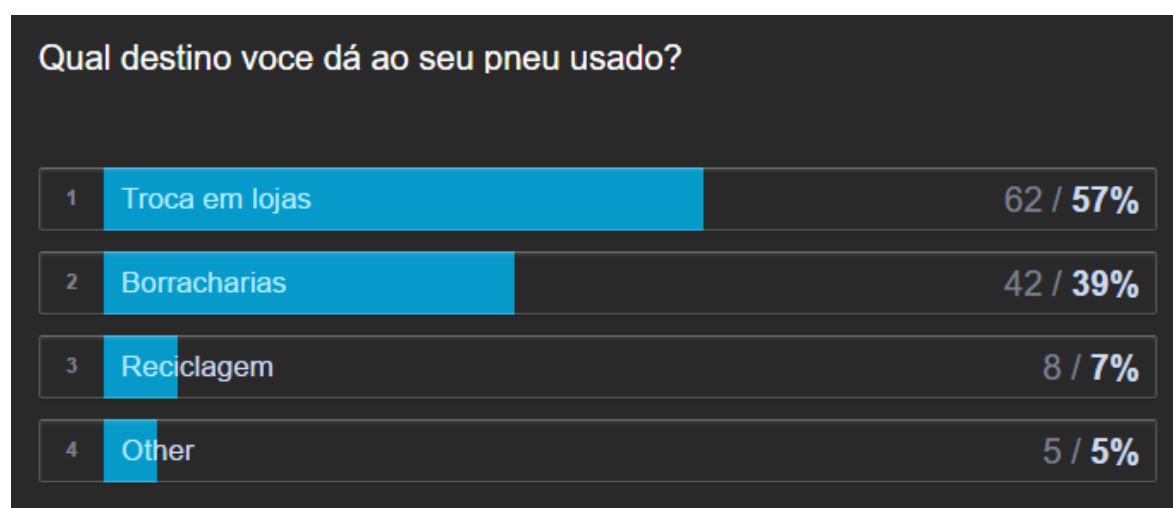


Figura 27: Análise das respostas referentes à questão 5.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Como se pode verificar, em um espaço amostral de 108 municípios, a maior quantidade de pneus destinados é na troca em borracharias e distribuidoras (57%), seguido de borracharias (39%), reciclagem (7%) e outros (5%).

Segundo a pesquisa realizada, a destinação póstuma era realizada tanto pelas borracharias como pelas distribuidoras, o que influenciava apenas nas vantagens de preço numa troca entre estabelecimento e consumidor.

A quinta e última questão procurou saber se os municípios utilizavam os ecopontos para descarte deste tipo de material. Essa questão de múltipla indicou qual o ecoponto mais utilizado para esse descarte. Os resultados podem ser verificados na figura 28:



Figura 28: Análise das respostas referentes à questão 6.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

De acordo com a análise, 89% dos municípios nunca utilizaram esse serviço para descarte de pneus. Segundo estudos dessa pesquisa, cada município pode descartar até três pneus em ecopontos. Procura-se entender se há realmente uma alternativa viável no

descarte de pneus em ecopontos de modo a facilitar e diminuir os custos da coleta para municípios e prefeitura.

Havia uma pergunta a mais no segundo questionário com o intuito de estimar o tempo de vida útil médio dos pneus em Rio Claro. Os resultados podem ser verificados na figura 29:

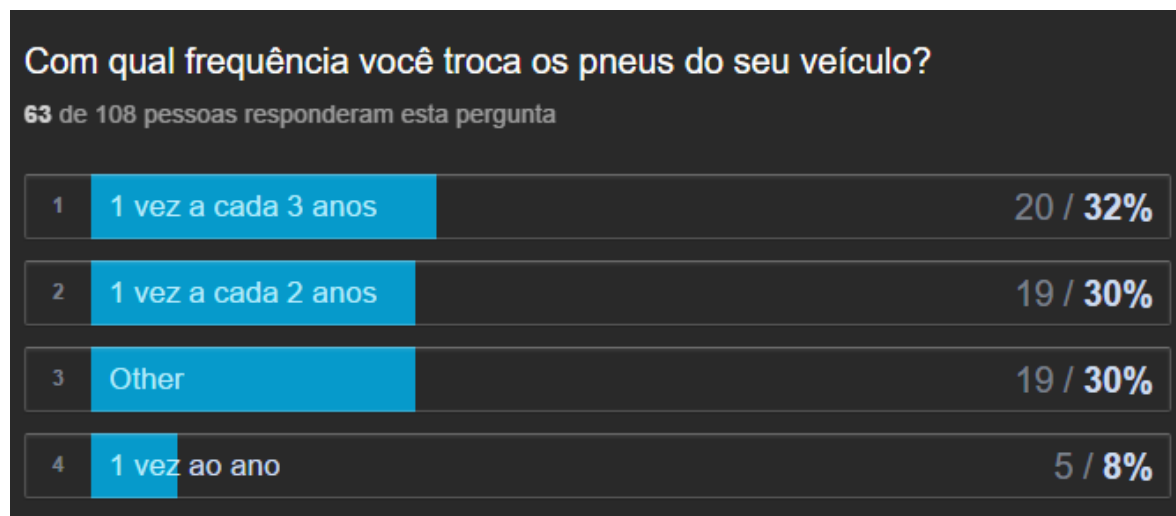


Figura 29: Análise das respostas referentes ao questionário 2, questão 4.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Existe uma série de vantagens da recapagem e recauchutagem de pneus. Segundo LAGARINHOS, 2008: “empregam 25% do material utilizado na fabricação de um pneu novo; o pneu é o segundo custo do transporte rodoviário; o pneu depois de reformado apresenta rendimento semelhante ao pneu novo, com custo 70% menor; os pneus de carga são reformados em média duas vezes, gerando três vidas para cada carcaça; economizam 57 litros de petróleo por pneu reformado, ou seja, representa uma economia de 798 milhões de litros de óleo diesel/ ano no Brasil; postergam a destinação final da carcaça, reduzindo com isso os impactos negativos ao ambiente.”

5.6 Questionário as distribuidoras/estabelecimentos

Foram visitados ao todo sete estabelecimentos entre borracharias e revendedoras de pneus, todas localizadas no município de Rio Claro. O questionário aplicado teve como objetivo identificar como funciona a coleta e o descarte de pneus de cada estabelecimento, assim como verificar a destinação dos pneus.

A primeira pergunta procurava analisar o conhecimento dos estabelecimentos sobre as políticas de logística reversa e se era aplicável em sua gestão. Todos estabelecimentos participantes responderam não conhecer ou conhecer muito pouco sobre o assunto.

Pelos dados levantados e pela pesquisa feita, entende-se que os pneus deixados pelos estabelecimentos ou são entregues ao anexo no aterro ou ao caminhão da Reciclanip que realiza a coleta pelo município. A Reciclanip fica responsável por toda a cadeia de logística reversa, dando uma destinação final adequada para esse resíduo.

A segunda pergunta procurava entender se os pneus inservíveis eram recolhidos pelos estabelecimentos. A maioria dos pneus recolhidos era negociada com o consumidor pois podia ser reaproveitados.

A terceira pergunta procurava analisar diretamente qual era a destinação final de todos os pneus inservíveis do estabelecimento. Por esse dado foi identificado um plano municipal que possibilitava o descarte desse material no anexo do aterro de Rio Claro. Para realizar o descarte adequado, é necessário entrar com uma autorização de descarte no Atende Fácil, setor que auxilia a comunicação dos munícipes com a prefeitura. A autorização deve ser renovada anualmente para assim possibilitar o descarte adequado pro anexo ao aterro municipal de Rio Claro.

A quarta pergunta procurava entender se os inservíveis eram coletados pelas indústrias e se as mesmas tinham algum compromisso com seu material. Apenas um estabelecimento afirmou que uma das fornecedoras realizava a coleta, a GWT. Essa empresa então ficava responsável pela destinação final adequada do inservível.

A quinta e última pergunta procurava entender como funcionava o comércio de usados com os novos da distribuidora, ou seja, se havia alguma facilidade na compra de um pneu novo para o comerciante. Todas responderam que sim, desde que o material estivesse em condições de reaproveitamento e pudesse ser recomercializado. Caso contrário, apenas recolhiam os inservíveis.

6. CONCLUSÃO

No Brasil, não existe nenhum incentivo por parte do governo para a reciclagem de pneus. Todo o processo de logística reversa é financiado pelos fabricantes e importadores de pneus novos. A desoneração de impostos para os resíduos sólidos, segundo o diretor da Marangoni, além de estimular o uso desses resíduos como matéria-prima, contribuiria na logística reversa onerosa dos pneus. “A matéria-prima resultante pode competir com o produto virgem na fabricação de diversos artefatos e ampliar a utilização nas ruas e estradas brasileiras por meio do asfalto-borracha”, explicou Bettiol (MORAES, 2017).

A logística de Rio Claro para coleta e descarte de pneus se apresenta promissora. Há alguns problemas facilmente reversíveis, como melhora da sinalização para chegada aos ecopontos, melhora da estrutura dos avisos dos ecopontos e melhora na gestão e armazenamento do material.

Uma das soluções que podem ser aplicadas ao município é uma comunicação mais eficiente dos estabelecimentos com os Ecopontos e com o anexo. Como recomendação, os estabelecimentos poderiam se comprometer em destinar os pneus ao anexo, de modo a facilitar a coleta e ajudando na participação na logística reversa do pneu inservível.

Uma outra solução adotada por outros países seria a trituração do material no próprio anexo, diminuindo o volume do material e facilitando a coleta por parte da empresa recicladora CBL. É interessante também procurar adotar algum tipo de micro tributação na compra de pneus novos, e que essa receita se transforme em investimentos para os ecopontos e para o anexo de Rio Claro.

A temática da reciclagem dos pneus apresenta grande importância para o panorama ambiental brasileiro de reciclagem, principalmente com o constante crescimento da frota de veículos no país. É de suma importância que pesquisas no setor não cessem e prevaleçam, de modo a melhorar continuamente a destinação final deste resíduo. Também se faz necessária uma melhora na fiscalização em toda a cadeia de coleta e destinação para que esses dados possam trazer exemplos e incentivos futuros.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro. 2004.

ANDRADE, Hered de Souza – **Pneus Inservíveis: Alternativas Possíveis de Reutilização**. 2007. Monografia para aprovação de disciplina de Ciências Econômicas. (CNM 5420 – Monografia). Universidade Federal de Santa Catarina.

ANDRIETTA, Antonio J. **Pneu e meio ambiente: um grande problema requer uma grande solução**. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>>. Acesso em 20 de setembro de 2016.

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Introdução, Fabricação e História do Pneu. Disponível em: <<http://www.anip.com.br/?cont=fabricacao>>. Acesso em 15 de setembro de 2016.

ANIP. **Livro branco da indústria de pneus – uma política industrial para o setor**. Estudo coordenado por Patricia Vêras Marrone. São Paulo. ANIP, 2015

ATRA. **Carbon Value Proposition: Resource Recovery Using Tyre Derived Fuel (TDF)**. 2016. Disponível em: <<https://atra.org.au/wp-content/uploads/2017/01/TDF-GHG-Report-final.pdf>>. Acesso em 14 de abril de 2017.

BERTOLLO, Sandra Ap. Margarido, et al. **Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Rio de Janeiro. Revista Limpeza Pública nº 54, jan.2000. Disponível em: <<http://www.revistaocarreteiro.com.br/ano2000/Edicao316/reciclagem.htm>>. Acesso em: 07 de novembro de 2016.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2015**. São Paulo. 2016.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999**. “Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequadas aos pneus inservíveis”. Publicada no DOU nº 230 Disponível em: <www.mma.gov.br/conama>. Acesso em 08 de fevereiro de 2016.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009**. Publicada no DOU nº 188. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <www.mma.gov.br/conama>. Acesso em 08 de novembro de 2016.

COSTA, Helson M. da et al . **Aspectos históricos da vulcanização. Polímeros**, São Carlos , v. 13, n. 2, p. 125-129, June 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282003000200011&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em 15 Fevereiro de 2017.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota nacional de veículos em 2017**. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017>>. Acesso em 18 de maio de 2017.

FREITAS, Sidcléa. **Benefícios sociais e ambientais do coprocessamento de pneus inservíveis. Estudo de caso na cidade de João Pessoa-PB**. 94p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2013. Frotas de veículos no município de Rio Claro**. Disponível em:

<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/frota.php?lang=_PT&codmun=354390&search=sao-paulo%7Crio-claro%7Cinfograficos:-frota-municipal-de-veiculos>. Acesso em 18 de maio de 2017.

FINNISH TYRE RECYCLING LTDA. **The pioneers of producer responsibility: How to make it work.** Publicado em maio de 2014.

KAMIMURA, E. **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil.** 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LAGARINHOS, Carlos Alberto F.; TENORIO, Jorge Alberto S.. **Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. Polímeros**, São Carlos , v. 18, n. 2, p. 106-118, June 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 25 de maio de 2017.

MORAES, Sonia. Em favor da sustentabilidade. Anuário de eficiência e gestão de frotas 2017. **OTM Editora**, São Paulo, ano 13, n. 13, p. 72-73, 2017.

NÉTO, J. M. B.. *Como se faz pesquisa de opinião pública*. Revista Eletrônica PRPE, Fev., 2004.

PIRELLI. **Pneus, informações técnicas.** Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br/pr/pneumatici/infotek/index.htm>>. Acesso em: 07 de novembro de 2016.

RECICLANIP. **O ciclo sustentável do pneu.** Disponível em: <www.reciclanip.org.br>. Acesso em: 05 de janeiro de 2017.