



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS PAU DOS FERROS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOEFFERSON ABRÃO PEREIRA SILVA

**ESTUDO DA DESTINAÇÃO DOS PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE PAU
DOS FERROS – RN**

PAU DOS FERROS

2016

JOEFFERSON ABRÃO PEREIRA SILVA

**ESTUDO DA DESTINAÇÃO DOS PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE PAU
DOS FERROS – RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Cláwsio Rogério Cruz de Sousa.

Co-orientador: Prof. Msc. Rogério de Jesus Santos.

PAU DOS FERROS

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586e Silva, Joefferson Abrão Pereira.
Estudo da destinação dos pneus inservíveis no
município de Pau dos Ferros - RN / Joefferson Abrão
Pereira Silva. - 2016.
89 f. : il.

Orientador: Dr. Cláwsio Rogério Cruz de Sousa.
Coorientador: Msc. Rogério de Jesus Santos.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2016.

1. Meio Ambiente. 2. Resíduos Sólidos Urbanos. 3.
Pneus Inservíveis. 4. Reutilização. 5. Logística
Reversa. I. Sousa, Dr. Cláwsio Rogério Cruz de,
orient. II. Santos, Msc. Rogério de Jesus , co-
orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

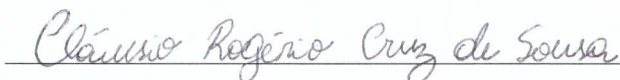
JOEFFERSON ABRÃO PEREIRA SILVA

**ESTUDO DA DESTINAÇÃO DOS PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE PAU
DOS FERROS – RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

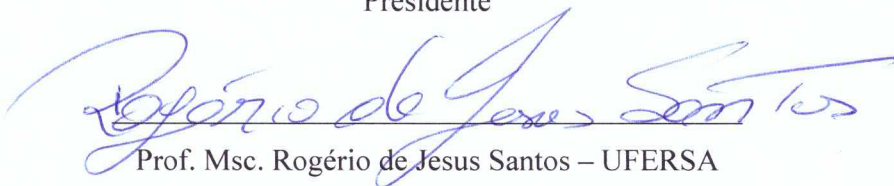
APROVADO EM: 28 / 05 / 2016.

BANCA EXAMINADORA



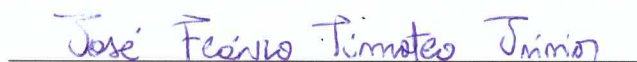
Prof. Dr. Cláudio Rogério Cruz de Sousa – UFERSA

Presidente



Prof. Msc. Rogério de Jesus Santos – UFERSA

Membro Examinador



Prof. Dr. José Flávio Timóteo Júnior – UFERSA

Membro Examinador

Aos meus pais, Josué e Edilza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade e graça que Ele tem me concedido de estar concluindo este curso, e passando para uma nova etapa da minha vida.

À minha família, que sempre me deu o maior suporte em meio a tantas dificuldades. Não me deixando desanimar, mas que sempre esteve do meu lado. Mesmo longe, porém em orações e conversas, estavam cuidando de mim. Sei bem que sem o psicológico e espiritual de vocês eu não teria conseguido chegar até aqui. Em especial, aos meus pais que nunca mediram esforços para dar-me à chance de estarem seguindo os meus sonhos, e por sempre me apoiarem em todos os momentos. Obrigado Pai e Mãe, por tudo que fizeram e fazem por mim.

À Bruna Araújo, pelo seu companheirismo e força durante esta minha caminhada distante de casa, pela paciência e coragem, por sempre ter me ajudado e ter sido meu porto seguro em várias situações.

Aos meus competentes orientadores e grandes amigos Dr. Cláwsio Rogério Cruz de Sousa e Msc. Rogério de Jesus Santos, pelas orientações e maravilhosas sugestões que foram determinantes para a realização deste trabalho. Agradeço também pelo companheirismo dentro e fora da Universidade. Obrigado pela paciência, auxílio, disponibilidade e confiança que me deram, por acreditarem e investirem nesse projeto, me estimulando a fazer sempre o melhor.

Ao professor Msc. André Rocha que mesmo à distância esteve me ajudando. A sua contribuição foi de grande valia para o desfecho deste trabalho.

Aos meus amigos Imperadores que me proporcionaram grandes alegrias, boas experiências, e que sempre estiveram dispostos a me ouvir, me suportar e me ajudar em várias situações. Como também aos meus companheiros de curso, os quais me ajudaram durante esse meu trajeto dentro da Universidade.

De igual modo, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

“O Senhor te guiará continuamente, te fartará até em lugares áridos e fortificará os teus ossos. Serás como um Jardim regado e como um manancial, cujas águas nunca faltarão. E os que procedem de ti edificarão as ruínas antigas”.

(Isaias 58. 11-12a, Bíblia Sagrada)

RESUMO

Atualmente, a geração de resíduos sólidos tem proporcionado intensa preocupação à sociedade, pois sua produção está diretamente ligada ao quantitativo populacional, aumentando assim gradativamente. Consequentemente, os municípios brasileiros possuem dificuldades em gerenciar estes resíduos, tratando-os de forma incorreta. Logo, o produto que compõe boa parte dos resíduos sólidos é o pneu inservível. Este, quando destinado de forma inadequada gera problemas ambientais de grandes proporções, principalmente por estar presente no meio urbano e passarem muitas vezes despercebido pela população. Neste contexto, o município de Pau dos Ferros é um gerador em potencial de pneus inservíveis, dado a sua grande frota de veículos; se inserindo também no rol de municípios com dificuldade no gerenciamento dos resíduos, consequentemente, destinando de forma incorreta os pneus inservíveis. A partir desta problemática, buscou-se analisar como é realizado o gerenciamento dos pneus inservíveis por parte das empresas e da prefeitura, bem como, calcular o quantitativo de produtos descartados, e verificar de que forma são descartados. Para este propósito, foram realizadas pesquisas bibliográficas e de campo, entrevistas e aplicação de questionários, para melhor entender quantitativamente e qualitativamente a execução deste serviço no município. Onde foi possível constatar que os estabelecimentos não tem conhecimento quanto às ferramentas que regulamentam e orientam a cerca das responsabilidades e cuidados com os produtos, como também, a falta de infraestrutura do município na gestão dos resíduos, resultando no incorreto gerenciamento dos pneus inservíveis.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos. Pneus inservíveis. Meio ambiente.

ABSTRACT

Currently, solid waste generation has intensively concerned the society, because its production is directly linked to the increasing population. Consequently, many municipalities in Brazil have had difficulties in managing this waste, treating it incorrectly. One of the products that make up most of the solid waste is the wasted tire. When allocated inappropriately it creates environmental problems of major proportions, especially because it is present in most urban areas and frequently go unnoticed by the population. In this context, the municipality of Pau dos Ferros is a potential generator of wasted tires, given its large fleet of vehicles; inserting itself in the list of municipalities with difficulty in the management of wasted tires. Thenceforth, we sought to analyze how businesses and the town hall take care of the management of wasted tires, as well as calculate the amount of discarded products, and check how they are discarded. For this purpose, bibliographic and field research were performed, as well as interviews and questionnaires, to get a better quantitative and qualitative understanding of the implementation of this service in the city. It was made clear that the establishments do not have knowledge about the regiments that govern and guide the responsibilities in the management of these products; it was also possible to observe the lack of municipal infrastructure in the correct treating of wasted tires, resulting in this incorrect handling.

Keywords: Solid waste management. Wasted tires. Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do pneu	26
Figura 2 – Corte frontal (pneu).....	26
Figura 3 – Foco de atuação da Logística Reversa	32
Figura 4 – Camadas de borracha no pneu.....	35
Figura 5 – Aplicação da nova banda de rodagem.....	36
Figura 6 – Forno de banda camelback.....	37
Figura 7 – Local de corte e picotamento dos pneus	38
Figura 8 – Processo de Pirólise realizado com o pneu	39
Figura 9 – Aplicação do asfalto modificado por borracha (AMB).....	42
Figura 10 – Amarração dos Pneus.....	43
Figura 11 – Resultado da construção do muro	44
Figura 12 – Proteção de Taludes	45
Figura 13 – Controle de erosão.....	45
Figura 14 – <i>Pavers</i> (piso) de concreto com adição de borracha.....	47
Figura 15 – Corpo de prova após ruptura à compressão simples	49
Figura 16 - Fluxograma	50
Figura 17 – Pneus inservíveis no “lixão” de Pau de Ferros	54
Figura 18 – Pneus inservíveis dispostos no “lixão” do município	54
Figura 19 – Local de queima dos pneus	55
Figura 20 – Local onde é acumulado o aço extraído do pneu	55
Figura 21 – Pneus e lixo domiciliar no “lixão” municipal	56
Figura 22 – Pneus dispostos no “lixão” local.....	57
Figura 23 – Galpão de acondicionamento dos pneus inservíveis.....	65
Figura 24 – Pneus inservíveis dispostos de forma incorreta no “lixão” do município.....	66
Figura 25 – Situação do galpão na segunda visita ao local	67
Figura 26 – Forma inadequada de estocar pneus.....	72
Figura 27 – Depósito incorreto de pneus.....	73
Figura 28 – Revitalização de espaços ociosos realizado pela SEMMA.....	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Nível de conhecimento sobre a PNRS	57
Gráfico 2 – Nível de conhecimento sobre Logística Reversa	58
Gráfico 3 – Empresas que desenvolvem trabalhos educativos.....	60
Gráfico 4 – Logística Reversa x desenvolvimento de conscientização dos consumidores	62
Gráfico 5 – Conhecimento da PNRS x Tempo de funcionamento da empresa.....	63
Gráfico 6 – Coleta de resíduos realizada pela prefeitura de acordo as empresas	68
Gráfico 7 – Destino dados pelos estabelecimentos aos pneus inservíveis	69
Gráfico 8 – Dificuldade para dar o destino correto aos pneus inservíveis	70
Gráfico 9 – Categoria de pneus que as empresas trabalham	71
Gráfico 10 – Porcentagem de empresas que reutilizam os pneus	73
Gráfico 11 – Motivo para a aplicação da logística reversa.....	75
Gráfico 12 – Empresas em que são recolhidos os pneus inservíveis pelo fornecedor.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química elementar do pneu	24
Tabela 2 – Porcentagem de materiais constituintes o pneu.	24
Tabela 3 – Atividade da Empresa.....	51
Tabela 4 – Destinação dos pneus inservíveis	52
Tabela 5 – Conhecimento a respeito da Logística Reversa	58
Tabela 6 – Procura de informações dos clientes sobre o destino dos pneus	59
Tabela 7 – Conhecimento sobre Logística Reversa x Trabalho de conscientização	61
Tabela 8 – Tempo de funcionamento x Desenvolvimento de conscientização dos clientes	62
Tabela 9 – Quantidade de Pneus descartados	64
Tabela 10 – Distribuição da frota de veículos no município de Pau dos Ferros - RN	65
Tabela 11 – Avaliação das empresas quanto ao apoio da prefeitura na destinação dos pneus	69
Tabela 12 – Quantitativo de empresas que revendem os pneus inservíveis.....	71
Tabela 13 – Porção de empresas que fazem o estoque de pneus.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABR – Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus

AMB – Asfalto Modificado por Borracha

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

C – Carbono

ART – Artigo

CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo

CE – Ceará

CNPJ – Sigla de Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CP – Corpo de Prova

CTF – Cadastro Técnico Federal

CVA – Coordenação da Vigilância Ambiental

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito

EUA – Estados Unidos

H – Hidrogênio

HIPS – Poliestireno de Alto Impacto

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

N – Nitrogênio

O – Oxigênio

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PUC – Pontifícia Universidade Católica

RN – Rio Grande do Norte

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RJ – Rio de Janeiro

S - Enxofre

SEINFRA – Secretaria Municipal de Infraestrutura

SEMMA – Secretária Municipal do Meio Ambiente

SO_x – Óxidos de Enxofre

ZnO – Óxido de zinco

TEC – Tarifa Externa Comum

UFC – Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. PROBLEMA.....	18
3. JUSTIFICATIVA.....	19
4. OBJETIVOS.....	21
4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
5. REFERENCIAL TEÓRICO	22
5.1. HISTÓRIA DOS PNEUS.....	22
5.2. DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUMÁTICOS	22
5.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	23
5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS PNEUMÁTICOS	25
5.5. PROBLEMA AMBIENTAL DOS PNEUS	27
5.6. LEGISLAÇÃO.....	28
5.7. LOGÍSTICA REVERSA.....	30
5.7.1. Logística reversa pós-consumo e pós-venda	31
5.7.2. Motivação para implantação da logística reversa	33
5.8. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	33
5.9. FORMAS DE REUTILIZAÇÃO DOS PNEUS	34
5.9.1. Recauchutagem/reforma.....	35
5.9.2. Remoldagem	36
5.9.3. Pneu como combustível.....	37
5.9.4. Pirólise	39
5.10. PNEUS INSERVÍVEIS COMO INSUMOS PARA A ENGENHARIA CIVIL	40
5.10.1. Misturas betuminosas	41
5.10.2. Utilização dos pneus na engenharia geotécnica	42
5.10.3. A borracha do pneu constituindo argamassas e matrizes cerâmicas de concreto ..	46
6. METODOLOGIA	49
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
8.1. SUGESTÕES	78
8.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	79
REFERÊNCIAS	80
ANEXO A - QUESTIONÁRIO	87
APÊNDICE A – MAPEAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS DE PNEUS	29

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial proporcionou à sociedade vários dilemas. Entre eles está a geração de resíduos sólidos, que devido à quantidade de produtos que são usados no mundo, está cada vez maior. A porção de resíduos em potencial que a massa global está produzindo e ainda irá produzir provoca grande preocupação, isto por que a qualidade de vida da sociedade está diretamente associada com o tratamento que é dado aos resíduos sólidos urbanos (MONTEIRO *et al.*..., 2001).

Apenas no Brasil a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no ano de 2014 foi de aproximadamente 78 milhões de toneladas. Segundo a ABRELPE (2014) este valor representou um aumento de 2,9% de um ano para outro, superando a taxa de crescimento populacional do país no mesmo período. Já a produção per capita de resíduos passou de 379,96 (kg/hab/ano) em 2013, para 387,63 (kg/hab/ano) em 2014, uma elevação de 2,02% na produção de RSU, demonstrando a facilidade no aumento de resíduos (ABRELPE, 2014).

Desta forma, a destinação final de todo aglomerado de resíduo sólido formado tem atormentado à sociedade, pois a inadequada alocação proporciona diversos malefícios, como por exemplo, a proliferação de doenças e de insetos, a contaminação dos rios e a poluição do meio ambiente.

Assim, Dias (2008, p. 68) descreve que “o agravamento das condições ambientais provocou ao mesmo tempo um aumento da consciência dos cidadãos sobre a importância do meio ambiente”, ainda relata que as empresas são as causadoras dos vários desastres ambientais, por isso, parte delas a responsabilidade desse aumento no interesse pelo cuidado do meio ambiente, mesmo que o faça de modo indireto.

Dentre os resíduos sólidos urbanos podem-se destacar os pneus. São materiais que compõem em grande número os RSU, e merecem muita atenção, pois têm um prolongado tempo de decomposição, até mesmo incerto, e são encontrados à beira de estradas, em terrenos baldios, locais totalmente inapropriados, promovendo a proliferação de agentes propagadores de doenças, como também, transformando-se em um grave problema ambiental e de saúde pública (ALTOÉ; MARTINS, 2015).

O ato de deixar os pneus em espaços incorretos é bastante reproduzido nas cidades brasileiras, onde a maior parte delas não teve um planejamento adequado de crescimento, ocorrendo assim, pela falta de consciência da população, como também pela precária infraestrutura dos municípios (SOUZA, 2009).

Uma vez que a má destinação dos pneus produz um grande problema ambiental, esta deve ser resolvida da forma mais urgente possível, necessitando assim de ações que minimizem o passivo ambiental causado pela reserva de pneus descartados.

Conhecendo a necessidade e na tentativa de introduzir orientações que se aplicam às questões ambientais, normas e diretrizes estão sendo estabelecidas para que um maior controle sobre as fontes de poluição e degradação seja efetivado.

Entre estas ações está a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que em 2010 foi elaborada para dar suporte e normatizar a forma de gestão dos resíduos. Nela são apresentados conceitos, definições e obrigações relacionadas à destinação e manejo adequado para com os resíduos sólidos.

Um dos instrumentos usados pela PNRS é a logística reversa, que expressa alguns procedimentos e meios que possibilitam a restituição dos resíduos ao um ciclo industrial e comercial, onde podem ser reaproveitados seus componentes ou até mesmo o produto por inteiro (CONAMA; BRASIL, 2010).

A logística reversa como ferramenta se caracteriza pelo processo de planejamento, implantação e controle eficiente do fluxo de matérias primas, estoque em processamento e produtos acabados, assim como o do fluxo de informação, desde o ponto de consumo até o ponto de origem (MELLO; SOUZA; TAVARES, 2015).

Com essa ferramenta definida, entra em ação a responsabilidade compartilhada, que vem tratar de forma igualitária o dever da indústria, do revendedor, do consumidor e dos outros membros da sociedade com relação ao destino e gerenciamento dos resíduos.

Portanto, para que ocorra uma melhor gestão desses resíduos, a logística reversa seja realizada com sucesso e a responsabilidade compartilhada possa ocorrer, é preciso que haja a utilização consciente dos pneus, a partir do consumo até o descarte apropriado, bem como a aplicação das práticas de reciclagem (SOUZA, 2009).

Assim, com o intuito de analisar a forma de descarte dos pneus inservíveis nos estabelecimentos comerciais do ramo, este trabalho está direcionado ao interior do Rio Grande do Norte, mais precisamente, o Alto Oeste Potiguar. Sendo realizado um estudo de caso no Município de Pau dos Ferros, com o objetivo de desenvolver e dar sugestões de ações práticas que viabilizem a melhor gestão e aplicação da logística reversa em escala municipal para os pneus inservíveis.

2. PROBLEMA

Compondo em grande número os resíduos sólidos urbanos, o quantitativo de pneus descartados no mundo chega, anualmente, a 800 milhões de unidades, gerando preocupação para as autoridades (FRAGMAQ, 2012).

Só no Brasil, segundo dados da Agência Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP, foram vendidos mais de 71 milhões de unidades de pneus novos apenas no ano de 2015, onde dado este valor, pode ser questionado quantos são descartados no Brasil anualmente.

São materiais que independente do bom desempenho quando novo geram prejuízo à população, como também aos cofres públicos. Pois, não sendo dado um correto tratamento acabam sendo alocados de forma indevida, e sua degradação é estimada em mais de 600 anos (RAMOS FILHO, 2005).

Tanto a má disposição como também seu transporte incorreto são tratados como vetores para alguns males, porquanto a sua carcaça pode se tornar abrigo para transmissores de doenças como o *Aedes aegypti*, o mosquito que propaga a dengue, entre outras doenças. Isso se dá devido aos pneus promoverem um ambiente com temperatura e condições favoráveis para reprodução de mosquitos, ratos e escorpiões (BOAVENTURA, 2011).

Logo, a maior parte dos municípios brasileiros não tem uma eficiente gestão de resíduos sólidos, nem mesmo um controle dos resíduos que estão sendo gerados e do problema que está se construindo por trás disto (MONTEIRO *et al.*..., 2001).

Desta forma, a parcela mais significativa dos resíduos sólidos é levada ao “lixão”, acabando por receber um tratamento totalmente inadequado. Não muito diferente, o município de Pau dos Ferros também realiza o gerenciamento dos resíduos pneumáticos de forma inadequada, levando-os para o “lixão”. Neste local, são colocados em meio a outros resíduos e até mesmo levados ao fogo, causando um dano com grandes proporções para a população e para o meio ambiente.

3. JUSTIFICATIVA

Conhecendo o alto fator de risco que é a incorreta destinação dos pneus, é possível observar que a gestão de resíduos sólidos, mais especificadamente a gestão de resíduos pneumáticos, é um trabalho muito relevante e de importância generalizada entre a sociedade. Primeiramente em relação à saúde pública, como também no aspecto econômico, legal (jurídico), entre outras áreas.

No contexto econômico e empresarial, a gestão dos resíduos sólidos juntamente com a execução da logística reversa com os pneus é importante por possibilitar a redução de custos com o uso de materiais reciclados. Retirando os pneus inservíveis dos locais inapropriados e gerindo-os para que se tornem insumos para outras indústrias como a Petrobrás, fábricas de cimento e asfalto, entre outras, evitando assim a extração de mais recursos naturais, tais como areia, minerais combustíveis, entre outros.

No âmbito jurídico, quando as empresas, indústrias, consumidores e órgãos públicos, destinam de forma correta os resíduos, estão apenas fazendo o exercício da lei. Se posicionando de maneira correta aos termos da norma.

Assim, considerando a quantidade de veículos cadastrados no sistema do Departamento de Trânsito do Rio Grande do Norte (DETRAN – RN, 2016), Pau dos Ferros detém uma frota de 17.810 veículos. Estes estão distribuídos entre várias categorias, a exemplo: automóveis, caminhonetes, caminhões, motocicletas, etc. (atualizado em 06/05/2016). Quando esta quantidade é associada ao tamanho da população local, se torna uma parcela bastante significativa, dado que a estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) para o ano de 2015 foi de aproximadamente 30 mil habitantes.

Desta forma, pode ser feita a hipótese de que aproximadamente 59% dos moradores do município dispõem de um transporte cuja locomoção depende de artefatos de borracha (pneus), seja ele automóvel, motocicleta, motoneta, etc.

Logo, o Município de Pau dos Ferros se apresenta como uma cidade com grande potencial de gerar resíduos pneumáticos, pois além de ter os seus próprios consumidores, esta cidade é o maior polo comercial do Alto Oeste Potiguar, reunindo-se nela grande parte da população das cidades vizinhas.

Por fim, Souza *et al.* (2015) relata que Pau dos Ferros apresenta um cenário preocupante em relação à gestão de resíduos sólidos, pois todos os resíduos sólidos coletados na zona urbana e na zona rural são levados para um “lixão” nas proximidades do município.

Partindo desse pressuposto, que o município passa por dificuldades para gerir os resíduos sólidos, este trabalho tem como intuito principal analisar e oferecer soluções adequadas para a destinação final de um tipo específico de resíduo sólido, o resíduo pneumático, através da aplicação de ferramentas da Política Nacional de Resíduos Sólidos e promovendo o correto gerenciamento destes resíduos.

4. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é sugerir a destinação adequada e viável para os pneus inservíveis no Município de Pau dos Ferros – RN, diante do que é realizado atualmente, na tentativa de reduzir o impacto ambiental gerado pela ineficaz gestão dos resíduos pneumáticos.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma revisão bibliográfica a respeito dos assuntos: pneus sua história, composição e classificação; implicações ambientais no descarte dos pneus; logística reversa de resíduos sólidos;
- Mensurar o quantitativo médio de descarte de pneus inservíveis no município local;
- Identificar o tratamento e gerenciamento dados aos pneus inservíveis nas empresas no município local;
- Verificar a forma de gestão dos órgãos municipais quanto aos resíduos sólidos, com ênfase nos resíduos pneumáticos;
- Sugerir formas viáveis de gerenciamento dos resíduos pneumáticos par ao município local.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. HISTÓRIA DOS PNEUS

Os avanços com a descoberta e utilização da borracha natural deram suporte para que muitos materiais fossem fabricados, sendo a borracha composição principal. Dentre os vários produtos fabricados tendo por base à borracha, foi criado o pneu. (RAMOS FILHO, 2005).

Várias experiências foram realizadas na tentativa de melhorar as propriedades da borracha natural, e a partir destas experiências foi desenvolvido o processo de vulcanização, que consiste na adição de enxofre à borracha no período de aquecimento, acompanhado de catalizadores. Esta técnica foi descoberta de forma inusitada por Charles Goodyear em 1845.

Goodyear acidentalmente deixou um malote de borracha, que estava fabricando para os correios, secar próximo a um forno com a temperatura muito alta. Assim, percebeu que a borracha tratada termicamente a altas temperaturas e na presença de enxofre mantinha suas propriedades e tornava-se mais resistente tanto no calor quanto no frio (GOMES FILHO, 2007).

Cerca de 40 anos depois deste invento, o escocês Jhon Boy Dunlop criou e patenteou o pneumático, que era nada mais do que um tubo de borracha com ar sob pressão que cobria o aro. Depois de vários anos e com o avanço da tecnologia, foi possível transformar essas duas ideias em uma estrutura com propriedades características de resistência mecânica, elasticidade, trabalhabilidade, conforto e leveza, resultando assim no conceito de pneumático (KLICK, 2003 *apud* GOMES FILHO, 2007).

5.2. DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUMÁTICOS

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Resolução N° 301, 2002) descreve pneumático como todo artefato constituído basicamente de borracha e materiais de reforço utilizado na rodagem de veículos automotores e bicicleta.

A resolução N° 258 do CONAMA em seu art. 2°, ainda define os tipos de pneus em: novo, reformado e inservível:

- ✓ 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;

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

Uma forma muito importante de se classificar o pneu é quanto a sua periculosidade. Desta forma, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 10.004/2004, classificou os resíduos em geral quanto aos potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Esta classificação envolve não apenas o produto final, mas também o seu processo de industrialização e fabricação, seus constituintes e suas características, sendo classificado como:

- Classe I: Perigosos
- Classe II: Não Perigosos
 - Classe II A: Não Inertes
 - Classe II B: Inertes

Logo, por apresentar composição com teor de metais, zinco (Zn) e manganês (Mn), no extrato solubilizado superior ao descrito na norma, os pneus podem ser classificados como Classe II A: Não Inertes.

O pneu é classificado desta forma também pelo fato de seus constituintes apresentarem características de combustibilidade, como é o caso da borracha, tanto a natural quanto a sintética; já que seu valor calorífico pode ser comparado com o valor de vários outros minerais, como também por sua biodegradabilidade, sendo um material que tem um incerto período de degradação.

5.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A estrutura desse produto é bastante complexa, pelo fato de que vários materiais o constituem. Estes materiais têm como objetivo proporcionar características ideais para o alto

desempenho do pneu. Ramos Filho (2005) descreve sua estrutura química e alguns percentuais de componentes utilizados a partir das tabelas 1 e 2:

Tabela 1 – Composição química elementar do pneu

Componente químico	Percentual (%)
Carbono (C)	89
Oxigênio (O)	7
Hidrogênio (H)	2,5
Enxofre (S)	1.2
Nitrogênio (N)	0.3

Fonte: Modificado (RAMOS FILHO, 2005).

Pela tabela 2 a seguir, é possível perceber que tanto para automóveis quanto para caminhões, mais de 40% de todo material que é usado no processo de fabricação do pneu é a borracha, seja ela sintética ou natural. 15% da composição dos pneus de automóveis são de aço, diferente do pneu de caminhão, que em média é composto por 25% de aço. É uma porcentagem muito grande quando confrontados com a quantidade de pneus que é produzida no mundo.

Tabela 2 – Porcentagem de materiais constituintes o pneu.

Componente	Automóveis (%)	Caminhões (%)
Borracha (natural e sintética)	48	45
Negro de fumo	22	22
Aço (Fe-C)	15	25
Tecido de nylon	5	-
Óxido de zinco (ZnO)	1	2
Enxofre (S)	1	1
Aditivos	8	5

Fonte: (RAMOS FILHO, 2005).

Como o procedimento de construção dos pneus é realizado por meio de vários processos produtivos, desde a preparação da borracha até a produção dos itens para compor o produto final, ele se torna bastante complexo. Desta forma, “as partes de um pneu contam com propriedades físicas e químicas diferentes” (ANIP, 2016).

Assim, não é possível definir as propriedades físico-químicas do produto final, podendo ser analisado o que cada material traz de benefício para o pneu. Como a borracha é o material que mais compõe o produto em questão, imediatamente, ela é o item a ser beneficiado, ocorrendo isto para que sejam aproveitadas as suas melhores particularidades.

Explorando cada material, Goulart (1999, *apud* Santos, 2012) descreve que o negro de fumo é usado para proporcionar à borracha uma maior resistência aos esforços mecânicos e à abrasão. O enxofre é usado para ligar as cadeias de polímeros dentro da borracha, como também para endurecê-la, prevenindo a deformação excessiva devido às altas temperaturas. Já entre os aditivos, é usado um acelerador, que exerce a função de um catalizador para o processo de vulcanização.

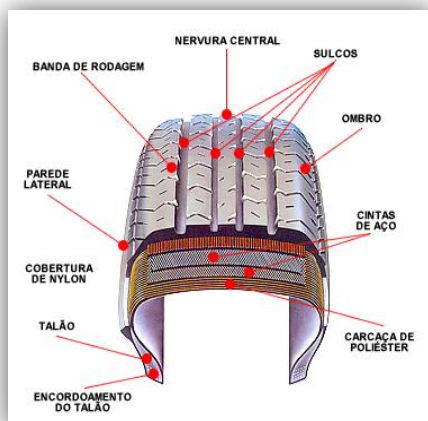
O autor também se refere a outros compostos, como óleos e produtos petroquímicos, onde os óleos “são misturas de hidrocarbonetos aromáticos que servem para conferir maciez à borracha e aumenta a trabalhabilidade durante a confecção dos pneus” (GOULART, 1999 *apud* SANTOS, 2012).

E em relação aos produtos petroquímicos, na borracha sintética é usado o Butadieno (C_4H_6), que compõe a banda de rodagem, atuando como modificador de impacto de poliestireno (Poliestireno de alto impacto - HIPS) e em resinas (ROCHA; SOARES; COUTINHO, 2007).

5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS PNEUMÁTICOS

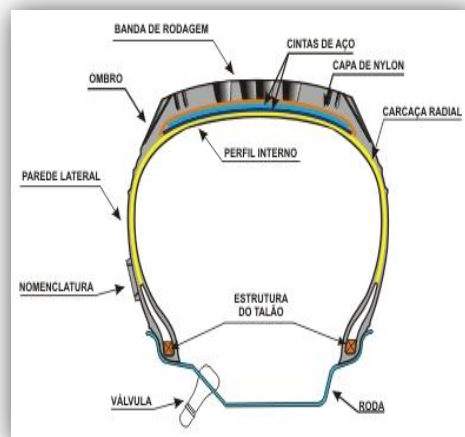
Existem dois tipos de pneus, o radial e o diagonal (convencional). A maior diferença observada entre eles é a carcaça, pois os materiais utilizados nesta parte se diferenciam entre os dois modelos. Os convencionais possuem lonas têxteis cruzadas uma em relação às outras, já os radiais constituem-se de lonas de cordonéis em paralelo e no sentido radial. A estrutura básica do pneu inclui a carcaça, flancos, talão e a banda de rolamento, todos ilustrados nas Figuras 1 e 2 a seguir:

Figura 1 – Estrutura do pneu



Fonte: DESGARRADOS (2016)

Figura 2 – Corte frontal (pneu)



Fonte: DESGARRADOS (2016)

Cada parte tem sua função característica, que visa o melhor desempenho do pneu. Abaixo seguem algumas características de cada parte que compõe o pneumático:

- Carcaça: Parte mais resistente, é nela que há a grande diferença entre radiais e convencionais, podendo ser formadas por lonas de poliéster, nylon ou aço;
- Talões: São formados por arames de aço que dão a fixação do pneu ao aro da roda;
- Parede lateral: É revestida por uma borracha de alto grau de flexibilidade e alta resistência à fadiga;
- Cintas de aço: Lonas estabilizadoras que são dimensionadas para suportar cargas em movimento;
- Banda de Rodagem: Parte do pneu que fica em contato direto com o solo e deve oferecer aderência, tração, estabilidade e segurança ao veículo;
- Ombro: Apoio do pneu nas curvas e manobras;
- Nervura Central: Proporciona um contato circunferencial do pneu com o solo.

Existem pneus sem câmara de ar, acamada interna da carcaça tem uma borracha que garante a vedação do ar, chamada de *liner*. Uma das vantagens dos pneus sem câmaras é o fator de segurança, quando perfurados secam de maneira lenta (RAMOS FILHO, 2005).

Contudo, o pneu em si não pode ser considerado como um problema ambiental, já que ele é fruto do desenvolvimento da tecnologia em benefício e conforto para o homem. Mas, a destinação inadequada deste gera uma grande preocupação.

5.5. PROBLEMA AMBIENTAL DOS PNEUS

Mesmo sendo totalmente indispensável e constituindo um dos mais ricos bens da sociedade, o pneu é relacionado como um dos produtos mais prejudiciais à saúde do ser humano, por isso é motivo de grande preocupação para o poder público e para ambientalistas de todo o mundo (SELUNG, 2012).

Quando os pneus já estão na posição de não se prestar ao processo de reforma ou recauchutagem, os inservíveis, chegam a contabilizar cerca 800 milhões de unidades em todo o mundo (FRAGMAQ, 2012).

No entanto, muitas pessoas não são conhecedoras, mas na composição do pneu existem materiais que podem levar mais de 600 anos para se decompor (RAMOS FILHO, 2005). Assim, acabam alocando-os em lugares inadequados, ofertando a proliferação de doenças que podem ser transmitidas por insetos e mosquitos, como é o atual caso do Zika vírus, Chikungunya, entre outros.

Quando exposto a certa quantidade de calor liberam gases, como dióxido de enxofre (SO_2) e carbono (C) que contaminam o ar. Há também na queima, a liberação de líquidos, que são produtos químicos tóxicos e metais pesados, capazes de poluidor o solo e os lenções freáticos, sendo os líquidos e gases liberados nocivos à saúde (DOURADO, 2011).

Lagarinhos (2011) descreve que o foco do problema está na instalação de grandes depósitos de pneus, já que estes ocupam imensas áreas e muitas vezes ficam expostos à queima, seja ela acidental ou provocada, e a intempéries.

Logo, devido aos aspectos sanitários, ambientais e econômicos, vários municípios, empresas e até particulares padecem com a dificuldade na destinação dos pneus inservíveis, já que seu acúmulo se deu na maioria das vezes de forma indesejada, e de forma lamentável é possível observar quantidades imensas de pneus inservíveis jogados em áreas livres, matas, rios, córregos, entre outros locais, deixando um péssimo aspecto à paisagem local, bem como, ameaçada a saúde da população (EVANGELISTA, 2009).

Portanto, os impactos causados pela produção desenfreada de resíduos sólidos têm levado os órgãos públicos, como também empresas e a sociedade a pesquisar e estudar melhores alternativas para a minimização da utilização excessiva e degradação da natureza, com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população (OLIVEIRA, 2007).

A constituição Federal estabelece, no art. Nº 225, a obrigação de defender o ambiente e de preservá-lo para as futuras e presentes gerações, impondo essa missão ao Poder Público,

de controlar a produção, comercialização, entre outras atividades que comprometam a vida e/ou a qualidade dela, como também o meio ambiente (BRASIL, 1988).

Logo, com a elevada quantidade de resíduos gerados atualmente, conseguir preservar de maneira eficaz o meio ambiente sem comprometê-lo às novas e presentes gerações é uma tarefa muito delicada, necessitando assim de uma eficiente gestão de resíduos.

Por mais que seja um considerado setor do saneamento básico, a gestão de resíduos sólidos não tem recebido a atenção necessária por parte do poder público, comprometendo assim a saúde da população e o meio ambiente a qual estará sendo poluído (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Esta gestão nada mais é um conjunto de ações, que da melhor forma, integram atividades que objetivam a eliminação de impactos negativos associados à produção e destinação do lixo (AMORIM, 2015).

No inciso VI e IX do art. 23º da Constituição Federal estabelece ser competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, não pertencendo apenas ao nível federal à obrigatoriedade de promover programas de melhoria do saneamento ambiental (MONTEIRO *et al.*, 2001).

No entanto há uma grande dificuldade em gerir os resíduos sólidos, pois são descartados em média 215.297 t/dia, já em termos por habitantes temos que a quantidade de resíduos chega a mais de 1 kg/hab/dia (ABRELPE, 2014).

Esse quantitativo é apenas uma das dificuldades encontradas pela maioria das empresas e governantes que tentam inserir uma forma para melhor gerir os resíduos sólidos. Porém, ainda existem outros, como exemplo a falta de recursos, locais apropriados para dar a destinação viável, empresas de reciclagem. No entanto, há alguns programas que ajudam aos órgãos e as empresas à melhor gerir esses resíduos, mesmo em meio a tanta dificuldade.

5.6. LEGISLAÇÃO

Percebendo a destinação inadequada dos pneus, o Brasil, como também outros países, está implantando instrumentos que tentam viabilizar o gerenciamento de pneumáticos inservíveis (ANDRADE, 2007).

Uma das primeiras medidas a ser tomada foi à publicação da Resolução CONAMA 258/99 que introduziu o princípio da responsabilidade pós-consumo. Estabelecendo às

empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos, a obrigação de coletar e dar uma destinação final viável e ambientalmente adequada aos pneus inservíveis que existem no País.

Nesta mesma resolução, o CONAMA em seu art. 9º deixa claro que é proibida a destinação final dos pneus inservíveis em locais inapropriados, como: em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto.

Já em outro momento, de uma forma mais rigorosa, na Resolução N°301 o CONAMA (2002) impõe as empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos uma proporção de fabricação/descarte, a cada dois pneus fabricados ou importados, novos ou reformados, a pelo menos um pneu inservível deve ser dado à destinação final correta.

Como também a Lei Federal 12.305, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta traz como uma das suas principais inovações jurídicas a responsabilidade compartilhada. Conforme está escrito, a responsabilidade de destinação dos resíduos ultrapassa a barreira das empresas e chega até sociedade, tornando responsáveis também os consumidores e efetivos do serviço de limpeza pública pela destinação e disposição dos resíduos (FREIRE, 2011 *apud* AMORIM, 2015).

Embora, essas resoluções e o regulamento estejam em vigor desde a publicação, o governo não dispõe de aparatos que consigam controlar e fiscalizar todos os locais de vendas e fabricação de pneus, já que são muitos no território brasileiro, deixando essa grande problemática a mercê da consciência de cada fabricante e revendedor.

Por outro lado, algumas empresas fabricantes de pneus no Brasil decidiram atuar em conjunto para cumprir essa resolução. Fundaram a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP, implantando um programa de coleta e destinação dessa classe de pneus. Esta empresa trabalha com mais de 180 Ecopontos para o recolhimento dos pneumáticos, sendo realizadas parceiras de prefeituras para juntos destinar de uma forma ecologicamente correta esse material (GOLDENSTEIN *et al.*, 2007).

A ANIP em 2007 instituiu a Reciclanip, empresa direcionada para destinação viável dos pneus inservíveis do País. A companhia é considerada uma das melhores iniciativas privada na área de pós-consumo da indústria brasileira, pois reúne mais de 800 pontos de coleta em todo território nacional. Desde a sua criação até o final de 2014 a Reciclanip já coletou e destinou mais de 3 milhões de toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 625 milhões de pneus de passeio (ANIP, 2016).

Como já foi dito, o pneu em sua composição traz alguns elementos prejudiciais à saúde, todavia a sua estrutura como num todo pode ser reaproveitada, podendo ser realizado a partir da aplicação da Logística Reversa.

5.7. LOGÍSTICA REVERSA

O reaproveitamento, reciclagem, reuso, entre outras atividades com a intenção de retornar o produto pós-consumo ao mercado não é uma singularidade da década atual (VIEIRA, 2009). No entanto, com uma maior geração de resíduos sólidos nos últimos anos, práticas como estas estão se tornando cada vez mais relevantes.

O gerenciamento e distribuição do material depois de consumido, possibilitando o retorno de bens e materiais constituintes ao ciclo produtivo, agregando valores econômico, legais e ecológicos, são os principais objetivos da ferramenta chamada logística reversa.

Sendo definida por Leite (2009) como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou a ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando valores de diversas naturezas ao produto.

Para Lagarinhos (2013) é um meio de retornar os produtos pós-venda e pós-consumo para a reforma, reparos, reutilização reciclagem entre outras atividades que deem uma destinação viável após o fim da vida útil do produto.

Roggers e Tibben-Lembke (1998, *apud* Lagarinhos, 2013) definiram a logística reversa como o processo que planeja, implementa e controla a eficiência, custo efetivo do fluxo de matérias-primas, produtos acabados e informações do ponto de consumo até a origem, na tentativa de recuperar o valor ou adequar o destino.

Porém, a definição de logística reversa sofreu várias modificações até chegar ao que é entendido atualmente. Em um primeiro momento, no Brasil, tinha como finalidade conter os impactos negativos que os produtos entregues com defeitos ou fora dos padrões de qualidade, provocavam nos consumidores, na tentativa de manter a integridade e imagem da empresa para o mercado. Posteriormente, o tema passou a ser tratado de forma diferente, exercendo um papel estratégico para a atividade econômica dos países, como também objeto de regulamentação por legislação específica (AMORIM, 2015).

Em termos de Lei Federal, a resolução do CONAMA de 2010, Nº 12.305 descreve Logística Reversa no inciso XII em seu artigo 3º 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 como o instrumento de desenvolvimento social e econômico. Este é caracterizado pelo conjunto de ações e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos

sólidos ao setor empresarial, para tentar reaproveitar os resíduos em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos.

Em termos gerais, logística reversa é definida como o processo que planejamento e administração esforços para encaminhar o produto no fim da vida útil para que possa ser extraíndo materiais que serão insumos de novos produtos ou até mesmo reintegra-lo, após beneficiamento, ao ciclo produtivo, representando o fluxo reverso do produto, partindo do consumidor para o produtor.

Lagarinhos (2013) também acrescenta que a logística reversa é um dos principais processos dentro da cadeia de reciclagem, na qual viabiliza economicamente e mantém a constância em toda cadeia, pois consegue a partir de um produto já usado, insumos para um produto novo, um ciclo de materiais produzidos de matérias-primas recicladas.

5.7.1. Logística reversa pós-consumo e pós-venda

A vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com a sua entrega ao cliente, os produtos tornam-se obsoletos, danificam-se ou estragam e, segundo as atuais leis ambientais, devem retornar a seus pontos de origem para conserto ou descarte, se tratando então da logística reversa, onde essa pode ser dividida em duas: pós-venda e pós-consumo (RAMOS FILHO, 2005).

Segundo Andrade (2013) os produtos pós-venda são caracterizados como produtos com pouca utilidade, que não são vendidos, ou até mesmo que estão com defeito. Esses precisam voltar para os seus ciclos produtivos.

Logo, o objetivo da Logística Reversa pós-venda é agregar valor ao produto devolvido por razões comerciais, e nessa categoria incluem-se os produtos com falhas, pontas de estoque, e os de erros de pedido, na tentativa de torna-lo atrativo e novamente negociável à venda (MELLO; SOUZA; TAVARES, 2015).

Andrade (2005, *apud* MELO *et al.*, 2015) destaca que “o fluxo de uma logística reversa de pós-venda funciona de tal maneira que o produto é coletado e selecionado, para então ser destinado a mercados secundários e varejos para ser reutilizado”, portanto, todos os esforços são somados para que o produto antes sem valor de mercado ganhe-o.

Tratando mais especificadamente da Logística Reversa pós-consumo, o produto depois de consumido e desperdiçado, necessita de algum tratamento e uma destinação final. A logística reversa pós-consumo trata diretamente dos produtos inservíveis, onde o seu estado final foi concebido e no seu ciclo de venda não se pode mais utiliza-lo.

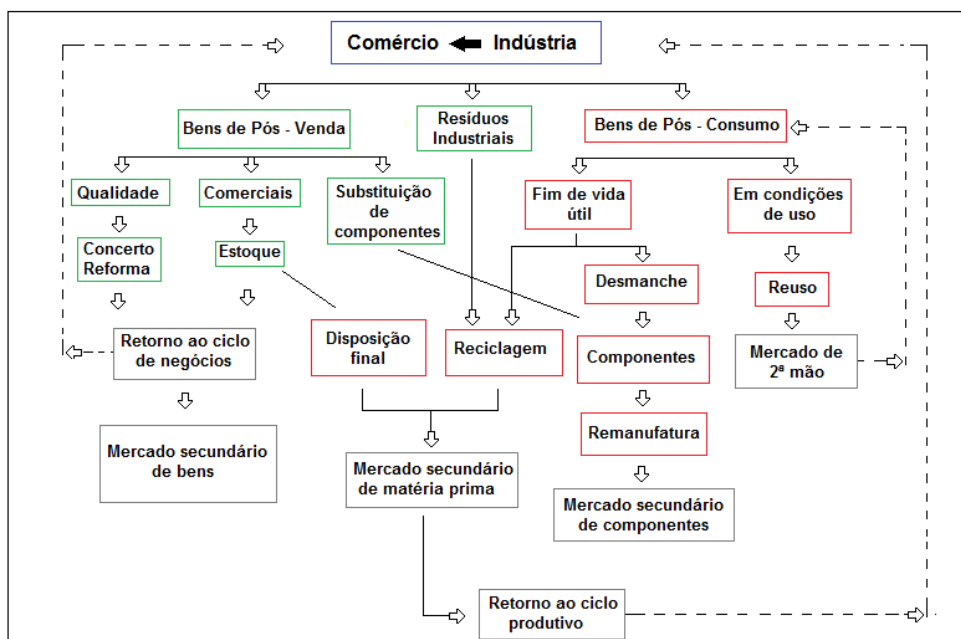
Andrade (2013) define que os bens pós-consumo são os produtos que já chegaram ao fim de vida útil, assim, depois de sua total utilização serão jogados no lixo, em aterros sanitários, como também podem ir para a reciclagem ou reutilização, mas sendo total inservível para a sua função principal.

Leite (2009, *apud* Vaz, 2012) descreve que os canais de distribuição pós-consumo são os fluxos reversos de uma parcela de produtos originados do descarte de produtos, depois de finalizada sua utilidade original, retorna a algum ciclo produtivo de alguma maneira. Esse retorno encaminha o produto antes inservível para ser insumo do seu próprio ciclo produtivo, ou até para outros ciclos produtivos, agregando valor ao material e aos seus constituintes.

Pensando nisso, o que é tratado com os pneus inservíveis é a logística reversa de pós-consumo, pois há uma tentativa de retorno deste material a algum ciclo produtivo, seja ele o mesmo, ou o ciclo produtivo de outro produto, retirando-os dos locais incorretos, ofertando uma destinação viável e agregando valor de mercado.

A Figura 3 resume da melhor forma o que foi explicado sobre Logística Reversa Pós-venda e Pós-consumo e a sua forma de atuação.

Figura 3 – Foco de atuação da Logística Reversa



Fonte: Modificado de LEITE (2002).

5.7.2. Motivação para implantação da logística reversa

Existem algumas razões que podem levar uma empresa a implantar a logística reversa, são elas de ordem econômica, legislativa e ecológica. Amorim (2015) expõe que as questões ambientais e ecológicas são fortes motivadoras para essa implantação, visto que a empresa pode utilizar-se disso para demonstrar aos clientes a preocupação com o meio ambiente.

Pois há, por parte da população, atualmente uma maior exigência por produtos limpos, onde ambientalistas e simpatizantes de uma produção sustentável pressionam as empresas a produzirem este tipo de produto (RAMOS FILHO, 2005).

Para Vaz (2012) as vantagens das empresas não se predem apenas nas questões ambientais, mas também em relação à diminuição de custos, aumento da oferta de empregos, uma melhor imagem da empresa, entre outros fatores.

Para Miner (2001, *apud* Ramos Filho, 2005) o crescente interesse pela logística reversa se deve principalmente à grande quantidade de produtos que são encaminhados para o lixo, mas que possuem um valor econômico a ser explorado, tanto em seus componentes que podem fornecer peças que poderão ser utilizadas em novos produtos, quanto o produto como um todo.

No âmbito legal, a implantação da logística reversa é amparada por lei. As empresas estão por lei, obrigadas a dar uma destinação aos resíduos dos materiais por elas produzidos ou revendidos, e esta destinação deve ser viável para utilização do material em seu ciclo produtivo ou de outros produtos (CONAMA, 2010).

De certo que, desde o momento em que as empresas estão cumprindo a lei, implantando a logística reversa dentro do seu ambiente de trabalho, estão trazendo pra si benefícios gerados a partir deste ato. Diminuindo gastos, economizando matéria-prima, cuidando do meio ambiente e lucrando com uma política de melhoria ambiental.

5.8. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Do ponto de vista logístico, as empresas que desenvolvem trabalhos ou projetos ambientalmente corretos são vistas de uma melhor forma no cenário comercial atual, pois o mercado vigente busca novos conceitos e políticas que cuidem do meio ambiente, ou que tenham preceitos de proteção ambiental em suas empresas. Assim, o meio ambiente é um determinante crítico da quantidade, qualidade, sustentabilidade das atividades humanas e desenvolvimento industrial.

A formalização do conceito de desenvolvimento sustentável aconteceu em primeiro momento na Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1983. Nesta, um relatório definiu desenvolvimento sustentável como um processo de transformação na qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos e a orientação do desenvolvimento tecnológico harmonizam e firmam o potencial presente e futuro, com o intuito de atender as necessidades humanas (OLIVEIRA, 2007).

Uma das forças que mais atuou e atua para que esse conceito fosse definido e colocado em prática são as evidências irrefutáveis dos efeitos negativos da geração de resíduos sólidos sobre o meio ambiente. A partir disso, a pressão tanto da sociedade quanto por parte dos órgãos competentes foram se intensificando, chegando ao que é percebido hoje (VAZ, 2012).

Assim, o conceito de consumo sustentável tem a conotação de um discurso que tenta oferecer soluções para os problemas ecológicos, na qual estes estão associados à produção industrial (DOLAN 2002, *apud* OLIVEIRA, 2007).

No entanto, há sérias divergências sobre o que seja de fato o desenvolvimento sustentável, mas diante do que é exposto por vários autores, as interpretações se baseiam em um equilíbrio de três eixos fundamentais, são eles: o crescimento econômico, a preservação ambiental e a equidade social. Logo, o predomínio de qualquer destes pontos, desvirtua o conceito verdadeiro (DIAS, 2008).

Assim, a questão mais desafiadora da gestão sustentável está na implantação de modelos cujo comando permita sua valorização, e não, a depreciação do produto (ABRAMOVAY, 2013). Exigindo comprometimento com as políticas econômicas saudáveis e um gerenciamento igualmente saudável como é relatado na Agenda 21 Global.

Em se tratando do desenvolvimento sustentável com pneus, há várias formas de se utilizar destes produtos no seu estado inservível, o tópico a seguir trata especificamente sobre esse tema, a logística reversa pós-consumo com os pneus e o desenvolvimento sustentável para uma melhor gestão desses resíduos.

5.9. FORMAS DE REUTILIZAÇÃO DOS PNEUS

O pneu não é composto apenas por borracha, mais da metade dos seus componentes são divididos em aço, negro de fumo, tecido de nylon, entre outros materiais. Assim, quando este artefato já está em seu estado de inservível para o tráfego pode ser reinserido em outros ciclos produtivos.

Uma das formas mais viáveis de se utilizar desse produto é com a sua carcaça completa, sendo usado em obras geotécnicas como contenção de encostas, barreira em pistas de corrida, quebra-mares, brinquedos infantis, drenagem de gases em aterros sanitários, entre outras coisas. No entanto, onde mais se utilizam os pneus inservíveis é no artesanato, também há a possibilidade de se fazer móveis a partir de pedaços da sua carcaça.

Porém, na tentativa de reinserir o material em seu próprio ciclo produtivo existem formas de uso, tais como remodelagem e recauchutagem. Entre os dois itens citados, a que é reproduzida com maior frequência no Brasil é a recauchutagem.

5.9.1. Recauchutagem/reforma

Consiste na remoção da banda de rodagem desgastada do pneu, para que através de um novo processo de vulcanização o pneu receba uma nova banda de rodagem. Não somente a banda de rodagem, mas outras camadas como os ombros da carcaça, como mostrado na Figura 4, são recobertos com uma camada de borracha não vulcanizada própria para reforma de pneus a quente, chamada de *Camelback*.

Figura 4 – Camadas de borracha no pneu



Fonte: JACKSON (2015).

O processo de recauchutagem emprega cerca de 20% da matéria-prima que seria utilizada em um pneu novo, e segundo a Associação Brasileira do Seguimento de Reforma de Pneus (ABR), o pneu reformado tem a mesma durabilidade do pneu original.

A reforma de pneus além de diminuir a quantidade destes no meio ambiente de forma incorreta, também repõe por ano no mercado mais de 8 milhões de pneus da linha caminhão/ônibus, que supera a quantidade de novos da mesma categoria. Promovendo ainda

mais de 250.000 postos de trabalhos, entre unidades reformadoras, borracharias e fornecedores de matéria prima (ABR, 2016). O processo de aplicação da nova banda de rodagem é mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Aplicação da nova banda de rodagem



Fonte: JACKSON (2015).

Calcula-se que pouco mais de um terço dos pneus produzidos anualmente para o mercado interno sejam reformados, caracterizando o Brasil como o segundo lugar em recauchutagem de pneus, ficando abaixo apenas dos Estados Unidos (GOMES FILHO, 2007).

5.9.2. Remoldagem

Outro meio de reutilização é o processo de remoldagem do pneu, uma nova tecnologia desenvolvida em países da Europa e que visa à reconstrução do pneumático usado, talão a talão, restituindo as características de um novo (SEMA-PARANÁ, 2005).

Consiste na remoção da borracha das carcaças, da parede (lateral) e nos ombros, talão a talão, em seguida, o pneu é totalmente reconstituído e sem qualquer emenda, reproduzindo a qualidade de um pneu novo, como: balanceamento, apresentação e segurança (LAGARINHOS, 2011).

A remoldagem é realizada somente em pneus de caminhões, prolongando a sua vida útil, sendo a diminuição do gasto em relação ao pneu novo de aproximadamente 90% do custo total de um produto novo (GOMES FILHO, 2007).

Santos (2002, *apud* RAMOS FILHO, 2005) descreve que esse processo chega a atingir cerca de 70% da frota de transporte de cargas e passageiros, pelo fato de aumentar a vida útil

do pneu e o seu valor de mercado ser menos da metade do pneu novo. O sistema de remoldagem pode ser visualizado na Figura 6 a seguir, onde o pneu é colocado no forno de banda *camelback* a quente, em torno de 150 °C.

Figura 6 – Forno de banda camelback



Fonte: ADPNEUS (2016).

Os processos relatados acima tentam de alguma forma renovar ou restaurar aquilo que foi desgastado. Porém, os pneus inservíveis necessitam de outro tipo de destino, já que não se prestam mais ao processo de restauração, sendo algumas formas de destino discutidas no tópico a seguir.

5.9.3. Pneu como combustível

Essa prática ocorre pelo fato de cada quilograma de pneu libera entre 8,3 a 8,5 quilowatts por hora de energia, representando 30% a mais do que a energia contida na madeira ou carvão, proporcionando uma economia de toneladas de óleo, se tornando viável pela quantidade de pneus disponível para ser usado como combustível no Brasil, chega a aproximadamente 500 mil unidade (ODA, 2000 *apud* GARDIN; FIGUEIRÓ; NASCIMENTO, 2010).

A forma inteira é preferível, já que o gasto para corta-los somaria custos a essa atividade, não apenas isso, mas também transporta-los e manuseá-los inteiro é melhor. Eles são geralmente utilizados para aquecer caldeiras, e essa pratica é regulamentada por lei, onde

determina que a fumaça que emana se enquadre na escala de Reingelmann no padrão I (KAMIMURA, 2002).

As indústrias se utilizam de parcerias com outras empresas para cortarem/picotarem o pneu e transforma-los em resíduos de granulometria aproximada 100 mm, ou até menores tamanhos, apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Local de corte e picotamento dos pneus



Fonte: BRANCÃO (2011).

Há pesquisadores que comentam sobre o processo de queima de forma positiva. Segre (1999) relata que a queima direta dos pneumáticos para gerar energia é uma das melhores alternativas de reutilização, pois a incineração dos pneus fornece uma energia de aproximadamente 8000 kcal/kg, que é compatível ou até acima da energia fornecida na queima de alguns tipos de carvão, sendo este o maior incentivo para se utilizar os pneus no processo de incineração.

Segundo Dourado (2011) o calor que é produzido a partir dos pneus pode ser utilizado em indústrias de aço e de cimento, pois uma tonelada de pneus pode ser segmentada em 530 kg de óleo, 40 kg de gás, 300 kg de negro de fumo e 100 kg de aço.

No entanto, quando os pneus são usados nessa atividade, ocorrem grandes emissões de gases tóxicos que prejudicam a saúde da população, tornando essa uma atividade digna de cautela (KAMIMURA, 2002).

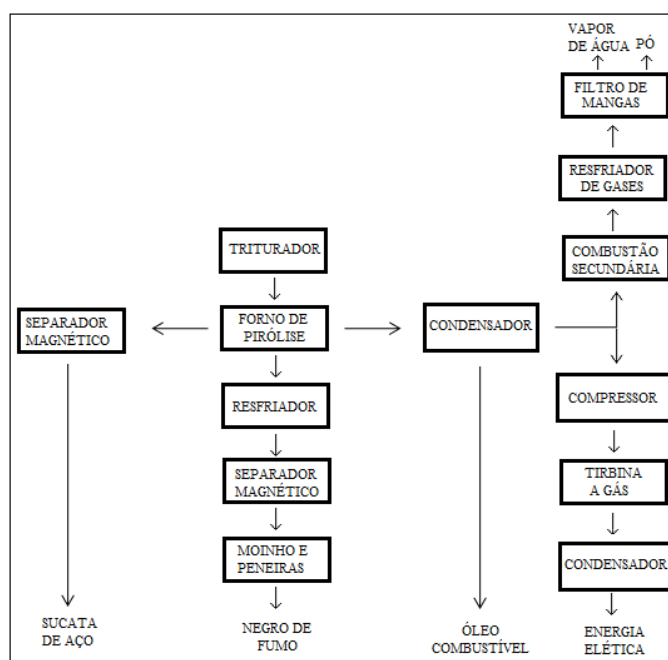
5.9.4. Pirólise

A partir da sua queima, existe também o processo de pirólise, que consiste no “processo de aquecimento dos pneus a uma temperatura superior a 1000°C, em um ambiente com teor de oxigênio muito baixo ou muito alto e com pressão abaixo da atmosfera” (ANDRADE, 2007, p. 66).

Segundo Lagarinhos (2011) a pirólise consiste na “decomposição térmica de materiais orgânicos na ausência de ar, com a utilização de nitrogênio, argônio ou no processo a vácuo”. Sua finalidade é superaquecer a borracha de uma forma que não chegue à combustão, fornecendo na forma líquida óleos e associações orgânicas, como também gases que poderão ser utilizados em outros processos industriais. Todo esse processo como já foi citado, é realizado em altas temperaturas, porém de forma apropriada (KIMIINURA, 2002). O

Do processo de pirólise, é obtido o gás que pode ser recuperado e queimado para produzir vapor; óleo, negro de fumo, energia elétrica, vapor de água e aço, utilizando todos esses materiais em diversas indústrias como: PETROBRAS, indústrias siderúrgicas, entre outras. O fluxograma do processo é exposto na Figura 8.

Figura 8 – Processo de Pirólise realizado com o pneu



Fonte: Modificado de ANDRIETTA (2016).

É citado por alguns autores como um bom processo de reaproveitamento dos componentes do pneu, porém SALINI (2000, *apud* KIMIMURA, 2002) atenta que foram constatados problemas de saúde em trabalhadores que exercem funções nesse processo, entre os males, o câncer é o mais ocorrente, devido à inalação de partículas de carbono.

5.10. PNEUS INSERVÍVEIS COMO INSUMOS PARA A ENGENHARIA CIVIL

A acedência no setor da construção civil vem gerando uma crescente retirada de materiais naturais do meio ambiente. Sendo esses recursos finitos, a partir do momento em que se utiliza de forma excessiva um material natural pode-se então comprometer a sua existência às futuras gerações, tornando-se assim um grave problema ambiental.

Chaves (2014) enfatiza que o impacto negativo que a construção civil firma sobre o meio ambiente chega a ser um dos maiores causados pela atividade humana ao planeta, e se intensifica nas fases de construção, operação, manutenção e demolição de edifícios. Essa geração de resíduos além de transformar e deteriorar o meio ambiente promove sérios transtornos à população (SANTOS; SOARES NETO, 2009).

Pensando nisso, pesquisas estão sendo desenvolvidas em busca de novos materiais produzidos através de métodos ambientalmente corretos (BOAVENTURA, 2011). Uma solução apontada por diversos pesquisadores é a reciclagem de resíduos industriais (ALTOÉ; MARTINS, 2015).

Assim, como alternativa de mitigar os impactos advindos da má destinação dos pneus, a utilização deste na construção civil é considerada de grande valia para a área, já que o material deixará de ser um passivo ambiental e passará a ser uma fonte alternativa para a Engenharia Civil (SILVA; OKIMOTO, 2009)

A multiplicidade de aplicações dos pneus inservíveis na construção civil se baseia pela fácil disponibilidade deste material no meio ambiente, como também o progresso tecnológico na tentativa de minimizar o dispêndio de recursos naturais.

Países da Europa e dos Estados unidos desde 1970 fazem a substituição dos agregados naturais, na tentativa de diminuir a sua extração, utilizando agregados artificiais que atendem as propriedades dos materiais substituídos. (SILVA, 2014).

Segundo Rodrigues e Santos (2013, *apud* Bravo, 2014), o uso de agregados reciclados de borracha em substituição dos agregados naturais da construção civil é bastante promissor, devido a várias características especiais do próprio material, tais como: leveza, elasticidade, absorção de energia, propriedades térmicas.

Logo, no tópico a seguir serão expostas algumas formas de reutilização dos pneus inservíveis na Engenharia Civil.

5.10.1. Misturas betuminosas

“Durante muitos anos, engenheiros e químicos trabalham misturando borracha natural (látex) e borracha sintética (polímeros) em ligantes asfálticos na tentativa de melhorar as propriedades elásticas do ligante asfáltico” (KAMINURA, 2002). No entanto, só depois dos anos 40 deu-se início a utilização dos resíduos de pneus como materiais para a pavimentação asfáltica.

Um material betuminoso nada mais é do que um produto de consistência variável, obtido em estado natural ou por diferentes processos físicos e químicos, com propriedades aglutinante e impermeabilizante, usado para pavimentação e no processo de impermeabilização.

Bertollo *et al.* (2000) indicam a adição dos resíduos de pneu em materiais betuminosos como uma forma de minimizar os problemas gerados pelos pneus, como também as propriedades da borracha melhoram o desempenho dos pavimentos, retardando o aparecimento de trincas e aumentando a impermeabilização proporcionada pelos revestimentos asfálticos.

Ao ser incorporado em misturas betuminosas geram alta resistência ao impacto na camada de borracha-betume, e a sua adesão nas camadas inferiores faz com que o material não apresente nenhum tipo de rachaduras em menos de 10 anos, podendo durar cerca de 3 vezes mais do que o material sem borracha (DOURADO, 2011).

Ocorre também uma melhora no comportamento perante a chuva e ao tempo frio, como também, um melhor desempenho em contato com os pneus dos veículos, ou seja, uma melhor aderência do pneu com a superfície. Logo, a adição desses resíduos também provoca uma diminuição nos ruídos nas rodovias e da reflexão da luz (SEGRE, 1999).

Outro ponto vantajoso dessa atividade é que menos de 10% da malha rodoviária brasileira é revestida por pavimento asfáltico, o que demonstra que se pavimentasse apenas 0,5 % (cerca de 7.800 km) do total de quilômetros de rodovias não pavimentadas, isso consumiria mais de 11 milhões de pneus inservíveis (GARDIN; FIGUEIRÓ; NASCIMENTO, 2010).

Em países de primeiro mundo, alguns estados obrigam a utilização do pó da borracha de pneu nos asfaltos. Tais imposições são baseadas nos benefícios mútuos causados por essa adição, melhorando assim as condições dos pavimentos (LAGARINHOS, 2011).

No Brasil, pouco se tem visto asfaltos com adição de resíduos de borracha, porém, desde a última década, em alguns estados da região Sul do Brasil já pode ser percebido o emprego deste tipo de asfalto. Faccio (2010, *apud* Lagarinhos, 2011) comenta que apenas em 2009, foram utilizados cerca de 1 milhão de pneus de automóveis nessa atividade.

Figura 9 – Aplicação do asfalto modificado por borracha (AMB)



Fonte: MAZZONETTO (2011).

Por mais que esse emprego consiga consumir boa quantidade de pneus, existem alguns impedimentos na aplicação desta tecnologia. Segundo Lagarinhos (2011) o asfalto-borracha é 30% mais caro do que o asfalto convencional. Isto se dá pelo custo da trituração e separação dos produtos obtidos no pneu.

Mas, à medida que as análises apresentarem resultados significativos sobre a viabilidade técnica dessa adição, políticas sustentáveis de incorporação dos resíduos pneumáticos no asfalto se intensificarão e certamente o uso do ligante asfalto-borracha se disseminará (ODA, 2000 *apud* KAMINURA, 2002).

5.10.2. Utilização dos pneus na engenharia geotécnica

Como a carcaça do pneu é fabricada para receber impactos de certas magnitudes, essa característica pode ser utilizada mesmo quando o produto se torna inutilizável para sua principal função, não nos carros, mas a sua utilização como composição de muros de contenção em encostas, uma prática que já é bastante difundida no Brasil.

Segundo Kamimura (2002), desde 1995 a PUC-Rio/RJ vem desenvolvendo uma ampla pesquisa com o apoio de outras instituições, no estudo de uma técnica de estabilização de taludes de execução simples e voltada ao grande consumo de pneus usados no país.

O projeto principal foi construir um muro experimental, executado com pneus inservíveis, colocados em camadas horizontais, onde estes foram amarrados horizontalmente com arame/corda e preenchidos com solo compactado (MEDEIROS *et al.*, 1997 *apud* SIEIRA, 2009).

A construção do muro de pneus baseia-se em várias camadas de pneus sobrepostas, amarradas e compactadas com solo no interior dos pneus, sendo seguidas de outras camadas, assim por diante até atingir o tamanho previsto em projeto (MEDEIROS *et al.*, 2000). A Figura 10 retrata o início e construção do muro.

Figura 10 – Amarração dos Pneus



Fonte: SAIRES (2009)

Na primeira etapa, foi utilizada uma malha de pneus de aproximadamente 243 unidades, dispostos em 16 camadas. A malha corresponde às seções do muro experimental construídas com 6 pneus na base e 4 pneus no topo, na segunda etapa, a malha foi construída com 451 elementos. O produto final pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Resultado da construção do muro



Fonte: SAIRES (2001)

O resultado visto no projeto é apresentado como uma solução que combina eficiência, sob o aspecto mecânico do material, e baixo custo, ao se comparar com soluções convencionais, obtendo maior relevância, pois proporciona uma vasta demanda substancial de um resíduo potencialmente nocivo ao meio ambiente (KAMINURA, 2002).

Existem também outros trabalhos em progresso com a utilização de pneus no solo, o denominado solo reforçado ou solo-pneu. Esta obra consiste na inclusão de materiais naturais ou sintéticos, que apresentam resistência à tração, no interior da massa de solo. A utilização destes permite que os projetistas possam ousar mais em seus projetos e reduzir o volume de terra com mais segurança (SIEIRA, 2009).

Ainda há a possibilidade do uso dos pneus na construção de barragens. Segundo Souza (2002) é viável o projeto de construção de uma barragem com pneus, no entanto, dentro de uma faixa de segurança de estabilidade e entre vários parâmetros. Assim, é possível realizar uma obra desta dimensão sem comprometer a estabilidade da estrutura.

Neste mesmo âmbito, os pneus inservíveis tem ganhado utilidade no controle de erosão e na proteção de taludes. Segundo Cappi (2004, *apud* SILVA, 2006) a utilização dos pneus para a recuperação de áreas erodidas apresenta custo operacional reduzido, dispensando o processamento de matéria prima. Além de se utilizar de grandes quantidades de pneus para preencher os espaços de solo que sofreram desgastes, bem como preservando o solo e não impactando o meio ambiente de forma negativa, como pode visto nas Figuras 12 e 13 a seguir.

Figura 12 – Proteção de Taludes



Fonte: GANDRA (2015)

Figura 13 – Controle de erosão



Fonte: VION (2015).

Os pneus também podem ser utilizados como recifes artificiais, como exemplo tem-se um projeto realizado por técnicos da Universidade Federal do Ceará (UFC) que propuseram a implantação de recifes artificiais formados por pneus na orla marítima do município de Fortaleza – CE, onde foi utilizado cerca de 700 pneus no primeiro recife (CONCEIÇÃO, 2003).

O recife artificial trouxe assim “condições ecológicas para o desenvolvimento de comunidades íctias compostas de pelo menos 40 espécies” (CONCEIÇÃO, 2003, p.68), mostrando eficiência e viabilidade de novos destinos para os pneus inservíveis em regiões costeiras.

Para destinações marítimas, os pneus ainda podem ser utilizados na construção de quebra-mares, protegendo os portos e as orlas de comércio dos efeitos das marés, gerando estabilidade para o solo marinho e para a praia, além de protegerem a orla das grandes correntes marítimas, estabilizando assim as dunas existentes (SANDRONI, 2005 *apud* ANDRADE, 2007).

E de uma forma mais robusta, os pneus são utilizados na construção de casas, pneus inteiros e solos são os constituintes de estruturas residenciais ecológicas. Segundo Kaminura (2002) essa é uma técnica de construção natural, onde os pneus juntamente com o solo são aplicados na confecção de paredes, diretamente assentadas no solo.

Há várias vantagens associadas à este tipo de construção, uma delas é o isolamento térmico, que consiste nos pneus com terra, fazendo a troca térmica natural, e mantendo o ambiente com temperatura agradável. Outra vantagem é a baixa liberação de carbono, consequentemente, a não contaminação do meio ambiente e por último, o baixo custo associado ao projeto (KAMINURA, 2002).

Contendo outras aplicações na área geotécnica, como sistema de drenagem de gases em aterros sanitários, drenagem em campo séptico, aterro em estradas, etc. (GOMES FILHO, 2007).

5.10.3. A borracha do pneu constituindo argamassas e matrizes cerâmicas de concreto

Segundo Silva (2009) os primeiros estudos dirigidos para a aplicação e utilização comercial do concreto com inserção de resíduos de pneus foram datados de 1971 nos Estados Unidos (EUA). De certo que essa aplicação se deu pelo desenvolvimento na tecnologia do concreto, que propiciou de forma significativa à inserção de novos componentes como agregados na matriz cerâmica (BRAVO, 2014). Como também a evolução da conscientização do setor de construção em relação aos problemas ambientais que o cercam (LACORTE, 2013).

Segundo Pires (2015) diante da dificuldade da correta destinação dos resíduos sólidos no país, a necessidade de inovações tecnológicas que absorvam estes resíduos e o destinem adequadamente vem gradativamente ganhando espaço.

Existem então, algumas propriedades das matrizes cerâmicas de concreto que podem ser aprimoradas utilizando-se esses resíduos pneumáticos, como a propagação de fissuras, a resistência ao impacto, permeabilidade, leveza, entre outras. Desta forma, os resíduos de

borracha de pneus como agregados interferem indiretamente nas propriedades mecânicas dos concretos e argamassas, mas de forma direta na durabilidade destes (NEVILLE, 1997 *apud* BOAVENTURA, 2011).

Alguns autores se propuseram a estudar a inclusão da borracha de pneus em argamassa e concretos, chegando à conclusão da viabilidade deste agregado artificial como substituição parcial do agregado natural, a exemplo de:

Fioriti, Ino e Akasaki (2007) que analisaram os blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus, onde incorporaram 8%, 10% e 12% dos resíduos como agregado miúdo na matriz cerâmica de concreto, chegando à conclusão de “que o aumento dos percentuais de resíduos no concreto dos blocos teve como consequência reduções na resistência mecânica das peças” em comparação com blocos sem os resíduos. A peça fabricada por eles é mostrada na Figura 14.

Figura 14 – *Pavers* (piso) de concreto com adição de borracha



Fonte: Fioriti (2006)

No entanto, eles descrevem que a ruptura dos blocos com incorporação de resíduos de borracha é comparável à dos blocos sem resíduos, se mostrando superior. Pois a ruptura dos blocos sem resíduo comporta-se de modo frágil, diferentemente dos blocos com resíduos, que se caracterizaram com uma ruptura de modo dúctil, não se fragmentando, mas se preservaram em seu formato original (FIORITI, INO, AKASAKI, 2007).

Em seu estudo, Gomes Filho (2007) descreve que a borracha em introduzida como agregado em peças de concreto *pavers* (piso) e meio fio, apresentou com 28 dias propriedades físicas, mecânicas e ambientais que permite a sua incorporação, pois atenderam as exigências de fabricação e também as normas ambientais de utilização.

Analisando as propriedades térmicas e mecânicas de argamassa com resíduo pneumático Ferreira (2009) argumenta que ocorreu uma redução relativa no peso dos corpos de prova. Essa redução também foi verificada no ensaio de resistência à compressão, onde quanto mais resíduo de borracha era inserido no corpo de prova, menor era a sua resistência mecânica.

O mesmo autor também relata que no ensaio de resistência à flexão houve uma melhora na amostra com 10% de incorporação de resíduo, chegando a um acréscimo de 56,02% à resistência mecânica. No estudo das propriedades térmicas, quando se deseja algo com baixa condutividade térmica, o resultado é satisfatório, apresentando bom isolamento térmico (FERREIRA, 2009).

Guimarães e Silva (2014) complementa que a reutilização destes resíduos pneumáticos na cadeia produtiva da construção civil como um agregado na produção de argamassas é muito promissora, pois este agrega valor ambiental à empresa, como também reduz o consumo dos recursos não renováveis. Associado a esses benefícios está à viabilidade econômica, o ponto crucial desta incorporação.

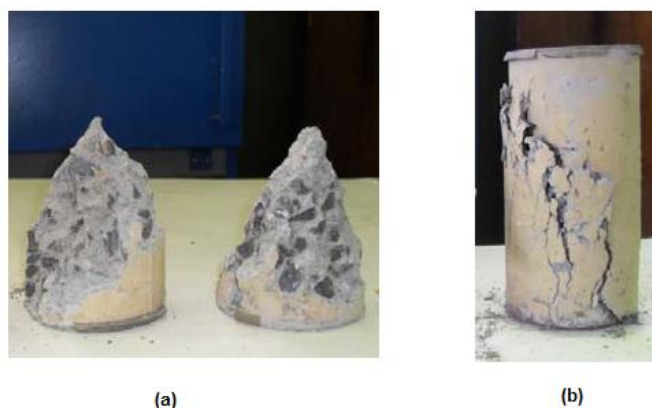
Segundo o mesmo autor, há um campo muito vasto para outros estudos serem desenvolvidos com esse tipo de agregado reciclado, justificado pela tecnologia; pois, além de sustentável possui baixo custo de produção (GUIMARÃES E SILVA, 2014).

Guerra (2010) relata sobre a adição dos resíduos de pneus em concretos, concluindo que essa introdução representa uma redução no custo total do concreto, visto que, o tipo de resíduo pode ser obtido sem custos, a partir de empresas de recauchutagem. Ajudando também a esta, resolver o problema de destinação dos resíduos de granulometria menor que sobram do processo de recauchutagem e recapagem.

Os ensaios realizados por Guerra (2010) também constataram que a adição dos resíduos de borracha de pneu concedeu ao concreto a capacidade de romper sem que houvesse uma fragmentação total do corpo de prova (CP). Podendo ser indício de um aumento da ductilidade do concreto com a adição de borracha, em comparação com o concreto sem a adição.

Como pode ser observado na Figura 15 a seguir, o CP sem borracha (a) se separou e o com adição de borracha (b) se mostrou mais rígido. Conferindo assim, uma maior durabilidade do concreto. Os dois corpos de prova foram moldados e submetidos ao ensaio de compressão simples conforme a NBR 5739:2007, com idade de 28 dias.

Figura 15 – Corpo de prova após ruptura à compressão simples



Fonte: Guerra (2010).

Baseando-se nos estudos descritos acima, e acreditando no potencial de utilização da borracha dos pneus em outros ciclos produtivos, a exemplo: asfalto-borracha, fabricação de solado para sandália, fabricação de blocos de concreto, como combustível, entre outros; como também na viabilidade desta utilização, este trabalho proporciona soluções viáveis para o gerenciamento de pneus inservíveis no município de Pau dos Ferros – RN.

6. METODOLOGIA

Para a execução deste trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica a respeito da história dos pneus e suas tecnologias, como também um estudo sobre sua estrutura, reciclagem e reutilização dos inservíveis, leis que regem a responsabilidade pós-consumo e a logística reversa. O levantamento foi realizado em diversas fontes de pesquisa, tais como: artigos, dissertações, teses, livros e também arquivos confiáveis disponíveis na internet.

Da forma como a pesquisa foi elaborada ela se classifica dentro do modelo quantitativo e qualitativo sobre a quantidade e o destino dos pneus inservíveis no Município de Pau dos Ferros – RN. Assim, fez-se necessário uma pesquisa de campo, onde por meio da aplicação de um questionário (Anexo A) nos estabelecimentos de revenda/borracharias de pneus do Município, pode-se chegar aos dados.

No cumprimento da pesquisa, foram aplicados os questionários dentre o período de 1 a 12 de abril de 2016, em 17 dos estabelecimentos do ramo descrito acima, significando aproximadamente 90% da população total de empresas.

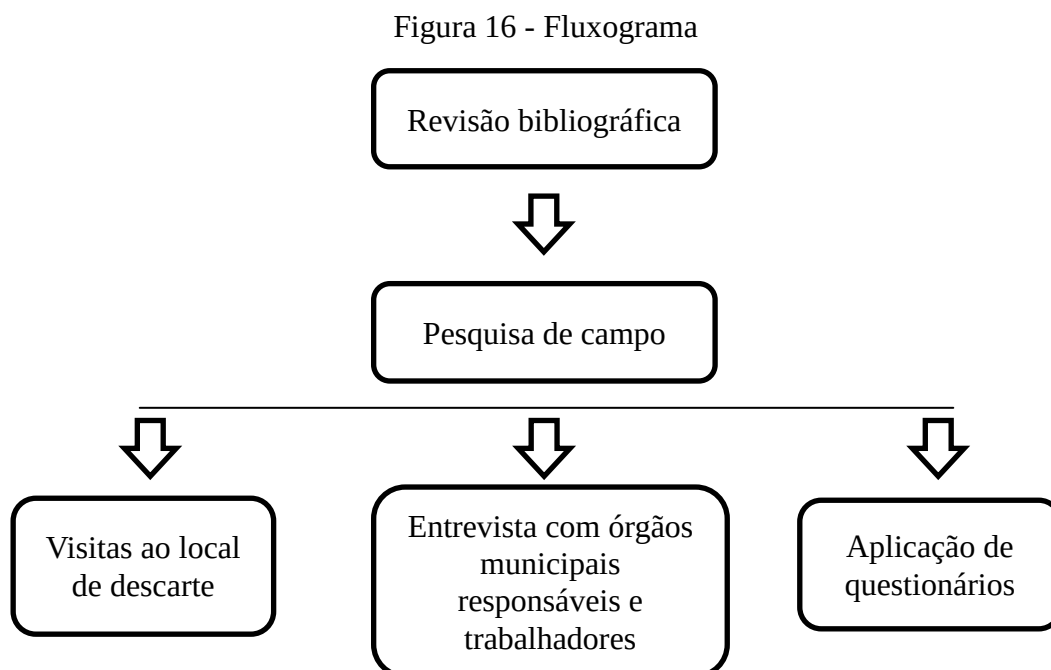
Logo, foram calculados os dados com base de 95% de confiança, o que demonstra apenas 5% de chance de ser encontrado um resultado não verídico na amostra. Como também

uma margem de erro 7,5% para mais ou para menos, resultante do pequeno quantitativo populacional. No entanto, para o cálculo da margem de erro, levou-se em consideração a variabilidade máxima, significando o pior cenário possível, trabalhando assim com uma metodologia de amostragem mais segura, robusta e conservadora.

A partir dos resultados foi possível ter uma visibilidade da quantidade de resíduos pneumáticos gerados e assim então sugerir formas viáveis de gestão desses produtos. Em seguida, foi realizada uma reunião com os gestores competentes da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e a Coordenação da Vigilância Ambiental da Secretaria de Saúde, ambas do município de Pau dos Ferros-RN, indagando-os sobre a posição da prefeitura em relação à gestão dos pneus na cidade frente aos resultados obtidos pelos questionários aplicados nas empresas do ramo.

Como também foram efetuadas duas visitas ao “lixão” municipal para entrevista com os moradores e trabalhadores locais, na tentativa de conhecer o local onde são armazenados os pneus coletados pelo Município, para que assim fossem concretizados os objetivos concernentes ao trabalho.

O fluxograma da metodologia realizada neste trabalho é mostrado na Figura 16.



7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção destina-se a analisar e discutir os dados obtidos através de pesquisa de campo realizada junto aos órgãos competentes, como à Secretária Municipal do Meio Ambiente, à Coordenação da Vigilância Ambiental (CVA) da Secretaria de Saúde do Município, como também, empresas responsáveis pela revenda de pneus e borracharias do Município de Pau dos Ferros – RN.

As empresas que fizeram parte deste estudo foram visitadas e em entrevista, responderam ao questionário, onde os resultados obtidos permitiram o alcance dos objetivos da pesquisa.

Dentre os 17 estabelecimentos visitados e questionados, foi possível constatar que 52,9% destes trabalham com revenda pneus e oferecem ao mesmo tempo o serviço de borracharia. No entanto, apenas 11,8% atuam exclusivamente como borracharias, não ocorrendo assim um equilíbrio entre os tipos de negócio, como mostrado na Tabela 3 a seguir, há um maior destaque dos revendedores de pneus, acumulando-se em aproximadamente 88%.

Tabela 3 – Atividade da Empresa

Ramo de atividade da empresa	Frequência	Frequência (%)
Revenda de pneus	6	35,3%
Borracharia	2	11,8%
Revenda de pneus e borracharia	9	52,9%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa

Em consulta a Câmara de Dirigentes Lojistas do Município (CDL) de Pau dos Ferros, apenas uma, dentre todas as empresas do ramo no município, estava cadastrada em seu sistema. Já a Secretaria Municipal do Meio Ambiente não dispõe de nenhuma empresa cadastrada em seu sistema ou muito menos algum tipo de plataforma para ser realizado o cadastro.

A Resolução Nº 416 de 2009, em seu art. 9º, deixa os estabelecimentos de comercialização de pneus na obrigação de: no ato da troca do pneu inservível por um novo, receber e armazenar por tempo indeterminado os pneus velhos, como também adotar medidas de gestão (controle, origem e destino) dos pneus, sem qualquer tipo de ônus.

Consequentemente, os órgãos responsáveis por fiscalizar e notificar as empresas ficam impossibilitados de dar continuidade aos seus trabalhos, já que não há nenhum banco de dados disponível para que o exercício das funções seja feito com maior eficiência, torna-se necessário um modelo de cadastro para este tipo de operação, pois as empresas se caracterizam como possíveis agentes poluidores do meio ambiente, exercendo atividades com um material que quando disposto de forma incorreta, torna-se nocivo.

Há na Resolução CONAMA Nº 416 /2009, o art. 4º que deixa claro a obrigatoriedade de empresas ou órgãos que exercem trabalho de fabricação, importação e destinação de pneus inservíveis se inscreverem no Cadastro Técnico Federal – CTF do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA.

Onde os inscritos podem ter acesso aos serviços prestados pelo IBAMA em seu sítio na internet. O cadastro fica disponível tanto para a pessoa jurídica quanto para pessoa física, no qual o IBAMA pode realizar o controle das atividades de uma melhor forma.

Esta é uma proposta muito relevante no que diz respeito ao controle dos possíveis geradores de impactos ambientais, no entanto, apenas o IBAMA tem acesso a esses dados, deixando os gestores municipais mais uma vez no dever de gerar um projeto, ou estratégia para obter o cadastro dos estabelecimentos.

Em entrevista com a Coordenação da vigilância ambiental, foi relatado que esta realizava a coleta dos pneus inservíveis apenas em locais notificados pela SEMMA. Como a Secretaria não mantém um contato regular com os empresários, os estabelecimentos são notificados apenas em casos de denúncia ou quando o próprio empresário solicita a coleta.

Mas, nem todos os proprietários são conhecedores da obrigação que é imposta por Lei em relação à destinação viável dos pneus inservíveis, ou quando conhecem, não o fazem, como mostra a Tabela 4, onde mais de 35% dos entrevistados não realizam a correta destinação dos resíduos pneumáticos.

Tabela 4 – Destinação dos pneus inservíveis

Destino dos pneus Inservíveis	Frequência	Frequência (%)
Queima	2	11,8%
Lixo	4	23,5%
Empresa revendedora	2	11,8%
Revenda	3	17,6%
Prefeitura	3	17,6%
Não Respondeu	3	17,6%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A diferença entre o quantitativo de empresas que fazem a destinação viável dos pneus e a destinação incorreta não é muito grande, chegando a aproximadamente 12%. Esse dado é bastante preocupante, já que o pneu inservível como foi comentando, necessita de uma adequada destinação para que não se torne um criatório de doenças nocivas à saúde da população.

Segundo Amorim (2015) “do ponto de vista da saúde pública, o descarte de pneus em terrenos baldios é igualmente danoso”. O pneu, pelo seu formato geométrico, gera condições favoráveis para a proliferação de transmissores de grandes males da sociedade.

Cappi (2014, *apud* SILVA, 2006) relata que os pneus se encontram acessíveis a vários agentes, podendo ocorrer queima accidental ou incidental, como também a incidência de aglomerados sólidos, resíduos, entre outros, que também causam sérios transtornos à população.

Mesmo assim, é evidenciado que existem 11,8% de empresas que fazem a queima de pneus. No entanto, essa atividade é vedada por lei. Sendo proibida tanto a queima a céu aberto, como qualquer tipo de queima sem um real controle.

Dourado (2011) afirma que as substâncias que são liberadas quando os pneus estão em combustão são altamente tóxicas, e causam efeitos nocivos à saúde das pessoas, tais como: irritação na pele, irritação nos olhos, problemas respiratórios, entre outros.

A queima produz males não apenas para a população, mas também para o ar e os lençóis freáticos. Ela não acontece somente por parte dos proprietários, podem ocorrer nos locais de descarte dos pneus, de forma accidental ou não, como no “lixão” municipal.

Mais de 23% das empresas destinam os pneus inservíveis ao “lixão”, como também pode ser observado na Tabela 4. Segundo os trabalhadores locais, esses pneus são levados junto com o lixo domiciliar, não ocorrendo assim, uma coleta seletiva, ou muito menos uma simples separação dos resíduos.

Em visita a este, observou-se grande quantidade de pneus inservíveis dispostos em locais inadequados e prontos para serem queimados, em uma área próxima, como é mostrado nas Figuras 17 e 18 a seguir. Sendo a disposição dos pneus em aterros sanitários uma ação também proibida por lei, vedada pela Resolução N° 416, de 30 de setembro de 2009 em seu art. N° 15.

Figura 17 – Pneus inservíveis no “lixão” de Pau de Ferros



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Quando indagados sobre o porquê dos pneus estarem dispostos naquele local, os moradores e trabalhadores relataram que alguns deles se utilizam dos pneus para queimar e retirar o aço que é coberto pela borracha, uma prática realizada rotineiramente.

Figura 18 – Pneus inservíveis dispostos no “lixão” do município



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Além de a atividade ser realizada sem nenhuma forma de controle, tanto dos gases, quanto dos líquidos que são liberados, foi percebido que ela é feita nas imediações das residências locais, gerando um maior dano à saúde dos trabalhadores e dos moradores da região, como mostrada na Figura 19, a seguir.

Figura 19 – Local de queima dos pneus



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Os moradores ainda comentaram que o aço retirado é ordenado e guardado próximo ao local, para que em um momento oportuno ele seja vendido. E todo o dinheiro que é arrecadado com a venda, é utilizado como fonte de renda para a comunidade. Porém, o aço, da mesma forma dos pneus, é apenas amontoado a céu aberto, como retratado na Figura 20.

Figura 20 – Local onde é acumulado o aço extraído do pneu



Fonte: Registro fotográfico do autor.

É perceptível também a pequena distância entre o local de queima e as residências locais, onde os moradores estão submetidos à liberação de monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SOx) e nitrogênio (NOx), além de outros gases que prejudicam em grande escala a saúde (DOURADO, 2011).

Quando questionados sobre o problema ambiental acarretado com a queima desses produtos, os residentes comentaram que esta é uma prática proibida, mas continuavam fazendo. Referiram-se também às conversas que outrora tiveram com a SEMMA, onde a mesma informou dos danos causados quando os pneus entram em combustão.

Silva e Alves (2011) estudaram mais a fundo o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no espaço urbano (RSU) de Pau dos Ferros, onde argumentaram que o problema da grande geração e acumulação dos RSU não depende apenas dos órgãos gestores, mas também, da população, que em boa parte dos dias, depositam seus resíduos em via pública, não se importando com o dia determinado para a coleta (SILVA, 2011).

Assim, muitos desses pneus foram encontrados em meio a outros resíduos, acumulados no grande aglomerado de lixo existente naquele local. As Figuras 21 e 22 a seguir revelam de forma precisa como é disposta a outra parte dos resíduos pneumáticos que são levados ao “lixão”. Esses pneus são levados tanto no carro de coleta do lixo doméstico, como também por particulares.

Figura 21 – Pneus e lixo domiciliar no “lixão” municipal



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Um dos proprietários afirmou que em certo período de tempo uma pessoa com carro de carroceria passava em sua empresa para levar os pneus ao “lixão”. Porém esse carro não estava vinculado à prefeitura, sendo feito de forma particular e sem periodicidade certa, confirmado pelos trabalhadores do local e como também por outros borracheiros.

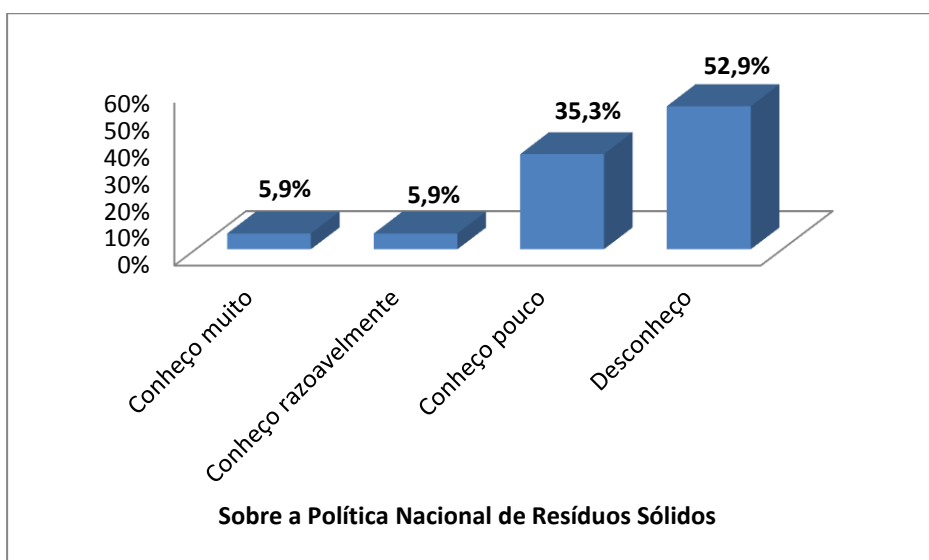
Figura 22 – Pneus dispostos no “lixão” local



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Um dado bastante interessante e que interage diretamente com o que foi relatado no trabalho de Silva e Alves (2011), mostrado também nas Figuras 21 e 22, é que a maior parte das empresas desconhece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, promovendo assim o descarte incorreto dos pneus, seja ele enviado ao lixo ou para queima. O Gráfico 1 demonstra a resposta das empresas quando indagadas sobre o conhecimento da PNRS.

Gráfico 1 – Nível de conhecimento sobre a PNRS



Fonte: Dados da pesquisa.

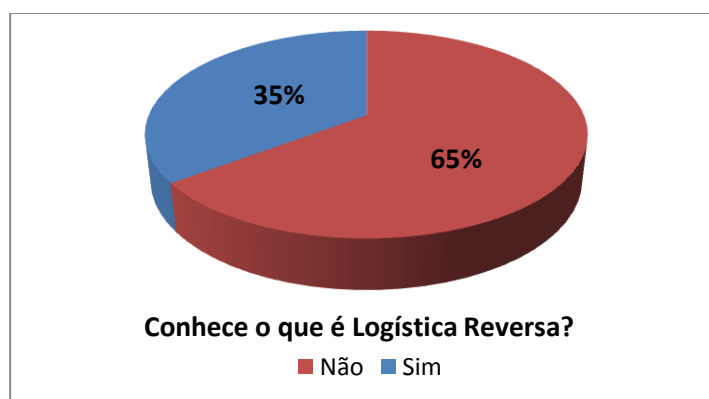
Esse é, portanto, um resultado preocupante, já que a PNRS é programa que contém instrumentos relevantes que permitem o avanço do País no confronto aos principais problemas

ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manuseio inadequado dos resíduos sólidos (MMA, 2016).

A partir do momento em que os proprietários não são conhecedores desta Política nem dos seus instrumentos, acabam por não saber gerir de forma eficaz os resíduos. Fazendo conforme bem entendem, não compreendendo que a má gestão interfere diretamente na qualidade de vida da população e no meio ambiente.

Dando ênfase neste momento em um dos instrumentos usados pela PNRS que foi citado no referencial teórico deste trabalho, os entrevistados foram questionados se obtinham o conhecimento sobre a logística reversa. Todavia, o resultado desta pergunta teve o mesmo seguimento da pergunta anterior, até mesmo superando-a em valores. Onde 65% dos entrevistados não tem o domínio do que seja este instrumento. Como mostra o Gráfico 2 e destacado na tabela 5.

Gráfico 2 – Nível de conhecimento sobre Logística Reversa



Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 5 – Conhecimento a respeito da Logística Reversa

Conhece o que é Logística Reversa?	Frequência	Frequência (%)
Não	11	64,7%
Sim	6	35,3%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Em meio às respostas dadas, é possível perceber, que há uma grande diferença entre as quantidades de empresas que conhecem sobre o assunto e as que não conhecem; menos da metade delas o conhecem. Demonstrando assim, a necessidade de serem elaborados trabalhos

voltados à instrução das empresas acerca da PNRS e seus instrumentos. Não apenas para as empresas, mas ações focadas à educação da população ao todo acerca do real destino que é dado aos pneus inservíveis e qual é a atitude correta a se tomar diante de tal situação.

Na intenção de trabalhar com a sociedade em geral, foram realizadas algumas ações por parte da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Pau dos Ferros. Entre elas, a realização da Semana Ambiental de Pau dos Ferros, que já conta com 6 edições. Tratando sobre práticas voltadas à preservação, conservação, e coparticipação da sociedade em práticas sustentáveis, tentando incentivar a participação da população na construção de um espaço sustentável.

Este evento também contou com práticas educativas direcionadas a todos os públicos, sendo elas: mutirões, oficinas, capacitações, blitz de conscientização, além de apresentações sobre a temática do evento.

Porém, diante de todos os trabalhos que são realizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, ainda se faz necessário à elaboração de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, já que tal plano é uma obrigação regulamentada por Lei e o município não dispõe do mesmo, perdendo assim, o acesso aos recursos do orçamento da União, onde os recursos estão disponíveis para serem aplicados em serviços relacionados à gestão dos resíduos sólidos.

Não podendo estabelecer a responsabilidade apenas aos órgãos públicos, é um compromisso de todos, e isto também está instituído na lei, a partir da PNRS, onde todos se tornam encarregados pela destinação dos resíduos, seja ele integrante qualquer parte do ciclo.

Este tema, nada mais é do que a responsabilidade compartilhada, colocando em mesmo nível de responsabilidade os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e cidadãos. Todos são grandes geradores de resíduos sólidos, porém, muitos não têm a consciência de dar destino correto aos resíduos que são gerados.

Postura que pode ser verificada com a ajuda da tabela 6 a seguir, que corresponde à parcela de empresas onde clientes procuram saber qual destinação é dada aos pneus.

Tabela 6 – Procura de informações dos clientes sobre o destino dos pneus

Os consumidores questionam sobre a destinação dada aos pneus inservíveis?	Frequência	Frequência (%)
Não	15	88,2%
Sim	2	11,8%
Total	17	100%

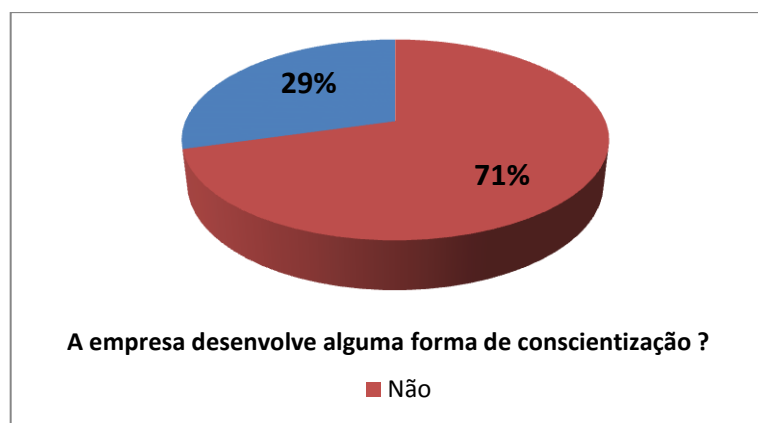
Fonte: Dados do próprio autor.

Apenas 11,8% dos estabelecimentos relataram que os clientes buscam esta informação, mostrando a omissão dos consumidores finais quando se trata do destino dos pneus inservíveis, evidenciando a necessidade de outras fontes educativas voltadas aos clientes a esse respeito.

Podendo ser: cartilhas, panfletos, adesivos, banners, entre outros. Meios que contenham instruções, princípios e elementos que motivem as pessoas a uma preocupação com a destinação dos resíduos pneumáticos. Onde os órgãos públicos responsáveis possam atuar diretamente com as empresas e assim com a população em geral.

A partir do Gráfico 3 fica evidente a necessidade deste trabalho em conjunto, já que quando questionado se os estabelecimentos desenvolviam algum tipo de conscientização dos clientes acerca dos problemas causados com o descarte incorreto dos pneus, o resultado também é negativo. Visto que 71% destes não realizam nenhum tipo trabalho educativo que leve os clientes a analisarem o descarte dos pneus.

Gráfico 3 – Empresas que desenvolvem trabalhos educativos



Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 3 ainda ressalta que o saldo de empresas que possuem um plano educativo para os clientes é de apenas 29%, o que pode ser fruto da falta de conhecimento sobre os planos de gestão, como já relatado.

Este posicionamento da maioria das empresas quanto ao desenvolvimento da conscientização dos clientes foi debatido com um dos proprietários entrevistados, na qual relatou que no serviço prestado não há tempo para educar acerca dos problemas ambientais, já que os consumidores esperam um serviço rápido e sem muitas conversas.

No entanto, neste estabelecimento não continha sequer uma cartilha ou muito menos adesivos que informassem sobre a importância do gerenciamento dos pneus inservíveis. O que

também foi percebido em outros pontos, demonstrando o desinteresse desse serviço por parte dos administradores da empresa.

Assim, foi analisada qual a correlação entre as empresas que realizam um trabalho de conscientização e o conhecimento delas sobre logística reversa. A Tabela 7 a seguir, expõe o resultado, em que a grande maioria das empresas que não realizam trabalhos de educação com os clientes, também não são conhecedoras da Logística Reversa, podendo ser uma justificativa para omissão dos estabelecimentos quanto à promoção de políticas de conscientização, por falta de conhecimento.

Tabela 7 – Conhecimento sobre Logística Reversa x Trabalho de conscientização

A empresa desenvolve alguma forma de conscientização dos consumidores sobre a importância da destinação dos pneus inservíveis?	Frequência	Frequência (%)
Não	12	70,6%
Sim	5	29,4%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

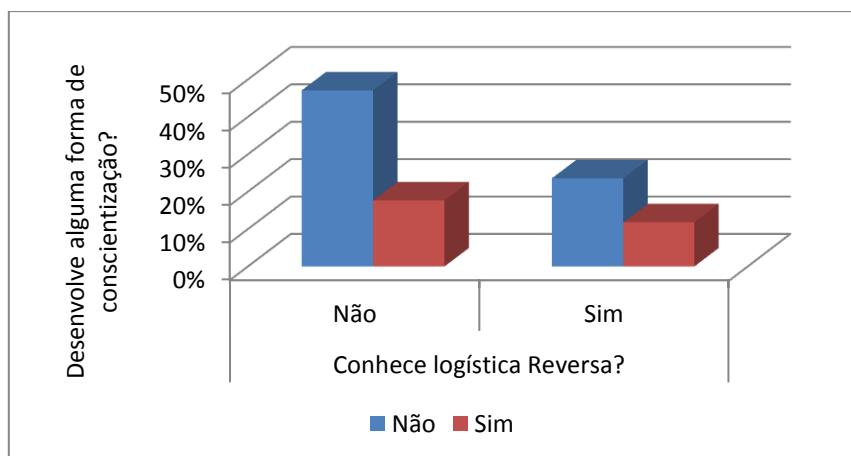
Como ser um educador, sem ter o conhecimento? É inviável educar sem obter uma instrução prévia sobre o tema. Logo, há um efeito cascata, pois a partir do momento em que a prefeitura não realiza parcerias solidárias de educação com as empresas, estas não tem o conhecimento e nem aparatos suficientes para educar os seus clientes.

Consequentemente, acabam por destinar de forma indevida os pneus, levando-os para ambientes inadequados, onde terminam sua vida útil a mercê dos agentes naturais, ou como relatado anteriormente, levados à queima, causando grande transtorno para a população.

Um resultado curioso e ao mesmo tempo adverso, está expresso no Gráfico 4 a seguir. Adverso, pois existem 23% do total das empresas que sabem a respeito da Logística Reversa, mas não difundem o conhecimento aos seus compradores acerca dos malefícios e o quão importante é destinar de forma correta os pneus, gerando uma dificuldade no diagnóstico do problema.

Visto que, estas empresas detêm o conhecimento, no entanto, não se manifestam com a intenção de passar esse conhecimento mais adiante. Já que o mesmo conhecimento, futuramente, se transformaria em um benefício para todos.

Gráfico 4 – Logística Reversa x desenvolvimento de conscientização dos consumidores



Fonte: Dados da pesquisa.

Analizando de forma mais precisa o sentido e a definição de Logística Reversa, o proprietário não tem nenhuma obrigação por conhecer essa ferramenta, repassar o conhecimento adiante, ou até mesmo propor educar os clientes a respeito. No entanto, essa atitude seria a mais esperada, pois uma empresa que faz fluxo reverso correto, motiva e proporciona outros a fazerem o mesmo.

Como relatado por um dos proprietários, o mesmo tenta de alguma forma dar a destinação viável aos pneus inservíveis colocando-o em um fluxo reverso porque aprendeu quando trabalhava em outra empresa que fazia a correta destinação. Mostrando que a empresa que realiza o trabalho de forma ambientalmente adequada e dentro das normas legais, se torna um modelo para outras empresas.

Logo, os estabelecimentos que assumem o tempo de funcionamento entre 5 e 10 anos são as que mais realizam o trabalho educador, como mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Tempo de funcionamento x Desenvolvimento de conscientização dos clientes

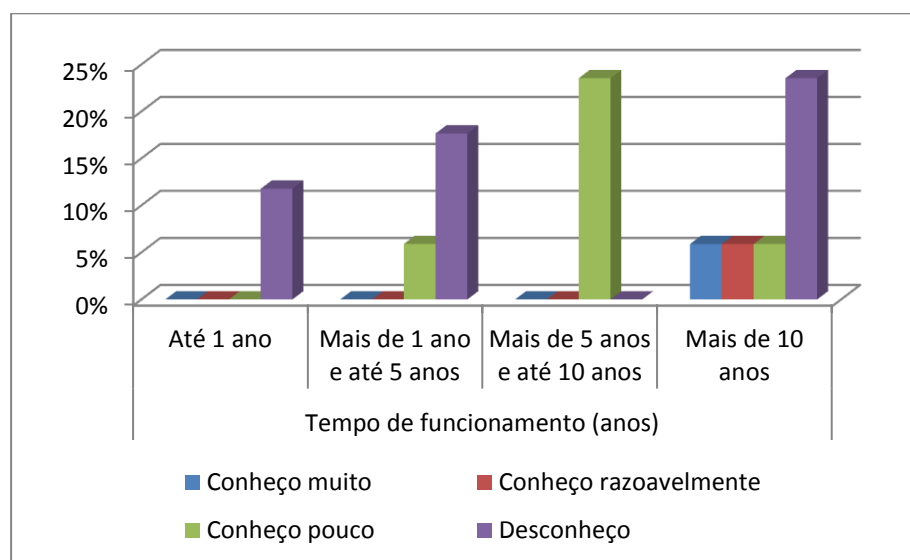
A empresa desenvolve alguma forma de conscientização dos consumidores sobre a importância da destinação dos pneus inservíveis?	Tempo de funcionamento (anos)				Total
	Até 1 ano	Mais de 1 ano e até 5 anos	Mais de 5 anos e até 10 anos	Mais de 10 anos	
Não	5,9%	23,5%	5,9%	35,3%	70,6%
Sim	5,9%	0,0%	17,6%	5,9%	29,4%
Total	11,8%	23,5%	23,5%	41,2%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa.

Diferente do que poderia ser imaginada, a quantidade de anos de trabalho não gera nos proprietários uma maior consciência para educar seus clientes, mostrando assim o inverso, pois com análise da Tabela 8, foi possível verificar que a maior parcela, mais de 35% dos trabalhadores antigos não interagem de forma educativa com seus clientes.

Quando se faz a relação entre o tempo de funcionamento e os conhecedores da PNRS, Gráfico 5, pode-se perceber mais claramente que para todas as faixas de tempo de trabalho é fundamental um intenso investimento de ações educadoras. Tanto as indústrias precisam educar, como também os órgãos públicos, fazendo-se indispensável este trabalho.

Gráfico 5 – Conhecimento da PNRS x Tempo de funcionamento da empresa



Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Loureiro (*apud*, Marchese, 2011) a educação ambiental é uma atividade educativa que afeta na construção de conceitos, habilidades e atitudes, onde são usadas como contribuição para atuação responsável dos integrantes da sociedade.

Marchese (2011) ainda direciona de forma correta quando comenta que o trabalho de ensino ambiental pode ser considerado como substancial na implantação das políticas relacionadas ao meio ambiente. Visto que, é necessário educar, unir e tornar participante, todas as pessoas; como relatado anteriormente, onde a massa receptora da informação não pode atuar apenas de maneira passiva. Mas de forma ativa e direta, sendo aberto à discussão e comentários, e utilizando-se vários métodos comunicação. Onde é possível enfatizar os trabalhos que já foram realizados pela SEMMA do município local, como também reuniões de grupos de discussão, congressos, seminários de reflexão, programas de rádio, televisão e

aplicativos virtuais que esclareçam a sociedade a respeito do tema e a faça interagir de forma eficaz entre si e com o meio ambiente.

Mansoldo (2006, p. 29) comenta que:

O sujeito quando educado para consciência de si e do mundo age espontaneamente pela redução de supérfluos, pela destinação adequada do lixo, pelo respeito das plantas, aos rios e aos animais, pelo cuidado com seu semelhante, como simples consequência de seu novo olhar para o mundo.

É necessário não apenas um trabalho de educação, mas, um projeto de conscientização e transformação, que mostre ao sujeito o dever de modificar seus hábitos. Isto, através da percepção direta dos geradores dos resíduos pneumáticos acerca do dano que pode ser causado com a incorreta destinação dos pneus.

A grande preocupação para que esta educação ambiental das empresas seja realizada, se dá também pelo fato de que a média de pneus descartados semanalmente no município de Pau dos Ferros, estatística efetivada com base nas empresas entrevistadas, chega a mais de 200 unidades, dados extraídos a partir da Tabela 9.

Tabela 9 – Quantidade de Pneus descartados

Quantidade de pneus descartados semanalmente	Frequência	Frequência (%)
Até 5 pneus	4	23,5%
Entre 6 e 10 pneus	2	11,8%
Entre 11 e 20 pneus	5	29,4%
Acima de 20 pneus	4	23,5%
Não respondeu	2	11,8%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Fato este que pode ser justificado pela grande cota de transportes do município de Pau dos Ferros, pois como comentando anteriormente e exposto a seguir na Tabela 10, o município chega a ter mais de 17 mil veículos cadastrados no sistema do DETRAN-RN. Excluindo a quantidade de carros utilizados pela população flutuante, que é o conjunto de pessoas que estão presentes na cidade apenas por certo período de tempo.

Podendo ser notado que a maior parcela de empresas, aproximadamente 30% do total, descarta uma média que varia entre 11 a 20 pneus inseríveis por semana, explicando a quantidade de pneus retratado no “lixão” público da cidade.

Tabela 10 – Distribuição da frota de veículos no município de Pau dos Ferros - RN

TIPO	QUANTIDADE	TIPO	QUANTIDADE
AUTOMOVEL	5.009	MOTOCICLETA	7.997
CAMINHAO	572	MOTONETA	2.217
CAMINHAO TRATOR	30	UTILITARIO	70
CAMINHONETE	1.222	ONIBUS	32
CAMIONETA	405	REBOQUE	114
CICLOMOTOR	28	SEMI-REBOQUE	50
MICROONIBUS	59	OUTROS	5
TOTAL		17.810	

Fonte: Adaptado DETRAN-RN (2016)

Os trabalhadores do “lixão” relataram que não é possível ter o controle de quantos pneus são recebidos, mas que eram levados em torno de 100 pneus ou mais a cada semana. E que os pneus destinados pela prefeitura ao local estavam separados do lixo comum.

Em reunião com a representante da SEMMA, a mesma relatou que os pneus recolhidos pela Coordenação da Vigilância Ambiental estavam sendo guardados em um galpão que ficava nas proximidades do “lixão”. Quando se procurou o galpão que foi comentando pela SEMMA junto aos trabalhadores que estavam exercendo atividades no “lixão”, eles sinalizaram onde este se localizava.

Logo, com facilidade foi possível chegar às imediações, no entanto, se tornou inviável adentrar. Já que o armazém estava contornado por uma grande quantidade de resíduos sólidos que impossibilitava uma chegada segura ao ponto, notado na Figura 23.

Figura 23 – Galpão de acondicionamento dos pneus inservíveis



Fonte: Registro fotográfico do autor.

É fácil notar que os pneus estão amontoados fora do galpão, não sendo dado o real cuidado no armazenamento. Quando foram indagadas, a SEMMA e a Coordenação da Vigilância Ambiental, sobre o porquê destes pneus não estarem armazenados dentro do

espaço fechado, ambos disseram que o local estava lotado com aproximadamente 800 pneus em seu interior, sendo necessário ser colocado na parte externa.

Porém, na primeira tentativa de visitar o ambiente de acondicionamento dos pneus, foi testemunhada a disposição destes também em meio aos outros resíduos, e próximos ao galpão.

Não se sabe ao certo quem os dispôs desta forma, se foram os trabalhadores locais ou os próprios encarregados por transportar estes resíduos até a instalação, porém, estavam alocados de forma incorreta, sendo o armazenamento de pneus inservíveis a céu aberto outra prática vedada pela Lei, Resolução CONAMA Nº416/99, mostrado na Figura 24.

Figura 24 – Pneus inservíveis dispostos de forma incorreta no “lixão” do município



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Cerca de um mês após a primeira visita, foi realizada outro comparecimento ao local, onde da mesma forma da primeira visita, não foi possível adentrar ao galpão, visto a falta de segurança que estava sendo percebida ali. Entretanto, outros pneus foram adicionados ao aglomerado mostrado anteriormente.

É impossível ter a certeza de que os pneus que no segundo momento estavam organizados também no local, mostrado na Figura 25 a seguir, foram levados após a realização da primeira visita, ou se foram inseridos ali apenas os que estavam dispostos no amontoado de resíduos.

Pois quando discutido com os trabalhadores locais a ultima vez que a prefeitura levou os pneus para o galpão, estes informaram que havia cerca de 2 meses que não havia o comparecimento desta para deixar pneus. Mas, segundo a Coordenação da Vigilância Ambiental, acontecia o recolhimento dos pneus nos pontos notificados em um período médio de 15 dias.

Figura 25 – Situação do galpão na segunda visita ao local



Fonte: Registro fotográfico do autor.

Contudo, na segunda visita não foram encontrados nenhum dos pneus que estavam jogados anteriormente próximos ao galpão junto com outros resíduos. Desta forma, deduz-se que foram guardados no local correto, ou então, levados para serem queimados junto com os que são levados por particulares e com o lixo domiciliar. Como não havia quem pudesse dar informações mais precisas sobre o que aconteceu com estes pneus, não há como concluir o seu verdadeiro destino.

A respeito dos pneus guardados no galpão, a SEMMA, em harmonia com o que foi relatado com a CVA, informou que os pneus estavam sendo preservados neste local a fim de uma destinação viável, onde os dois órgãos estavam em busca de uma empresa que se disponibilizasse recolher esses pneus e dar um destino ambientalmente adequado aos mesmos, visto que esta ação não é realizada pelo município;

Diante do que foi conversado com os responsáveis, não estava até o momento definida uma data, nem mesmo garantida uma empresa que fizesse este recolhimento. No entanto, a SEMMA se comprometeu em não medir esforços para dar um real e viável destino aos resíduos pneumáticos gerados no município. Medida que já deveria ter sido tomada há muito tempo.

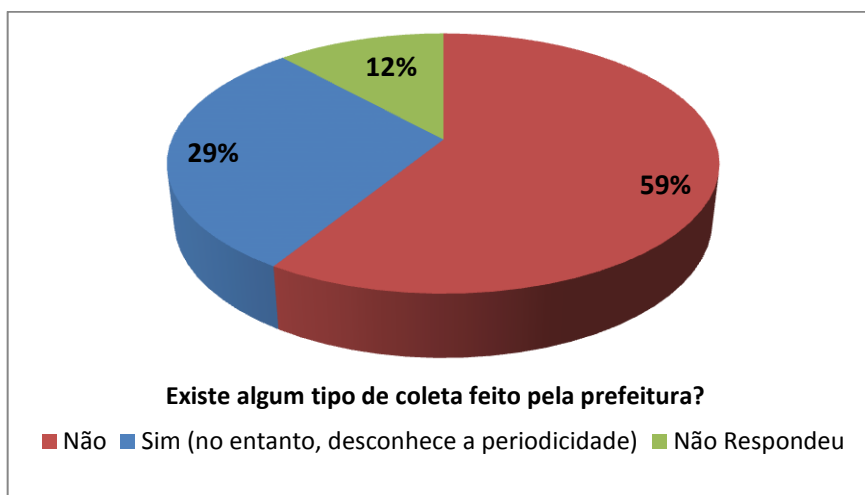
Outro fato que não pode passar despercebido é estrutura em maquinário que a SEMMA não dispõe, relatado até mesmo por sua administradora. De acordo com ela, “a SEMMA não tem estrutura em maquinário para fazer a coleta e dar a destinação”, transferindo a responsabilidade para a Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEINFRA. Pois segundo a gestora, esta Secretaria dispunha de toda estrutura em maquinário para conceder a correta destinação dos pneus, porém não o faz. E de forma improvisada, quem

efetua a coleta desde outubro de 2015 é a Coordenação da Vigilância Ambiental, nota exposta por um dos seus integrantes.

Quando o fato foi exposto à SEMMA e questionado quem fazia esta coleta antes da CVA, a mesma explicou que na gestão atual, nenhuma outra secretaria, ou responsável da prefeitura exercia essa operação. Eram os próprios lojistas os responsáveis por dar o destino aos pneus inservíveis.

A população comercial também reconhece a falta de coleta dos resíduos pneumáticos por parte da prefeitura. Onde 58,8% das empresas questionadas responderam que não há um recolhimento efetivo realizado por órgão municipal, como mostrado no Gráfico 6, evidenciando o não recolhimento dos resíduos antes da CVA.

Gráfico 6 – Coleta de resíduos realizada pela prefeitura de acordo as empresas



Fonte: Dados da pesquisa.

A maior parte das empresas não apenas negam o recolhimento efetivo feito por órgãos municipais, como também expressaram como ruim o apoio que a prefeitura oferece aos estabelecimentos. Conforme o Tabela 11, 58,8% dos estabelecimentos acreditam que o município não apoia de forma eficaz a destinação dos pneus. Fato justificado pela falta de infraestrutura da secretaria responsável, como relatado pela SEMMA anteriormente.

Como relatado pela CVA e também por a SEMMA, a coleta é realizada apenas em locais notificados ou quando o responsável comunicar a intenção de entregar os pneus à prefeitura, o que dificulta o processo de destino das empresas e acaba sendo motivo de indignação destes, onde a avaliação positiva não ultrapassou os 20%, sendo restringida a uma pequena parcela de empresas.

Tabela 11 – Avaliação das empresas quanto ao apoio da prefeitura na destinação dos pneus

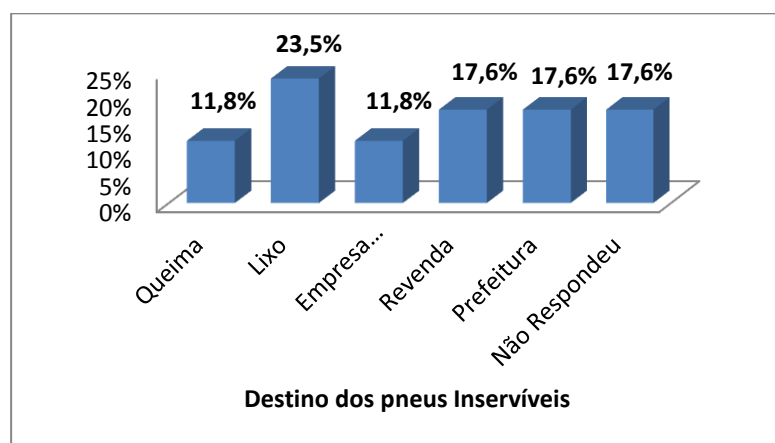
Como você avalia o apoio da prefeitura municipal na destinação dos pneus coletados por sua empresa?	Frequência	Frequência (%)
Bom	1	5,9%
Regular	2	11,8%
Ruim	10	58,8%
Não utilizo esse serviço	2	11,8%
Não Respondeu	2	11,8%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Todavia, realizar a correta destinação dos resíduos pneumáticos é responsabilidade de todos, uma tarefa compartilhada. E infelizmente, ainda predomina no pensamento das pessoas que esta prática é um dever apenas dos órgãos municipal, estadual ou federal. Consequência do desconhecimento das normas e políticas de orientação, como também falta de consciência ambiental vinda por parte dessas firmas.

Um fato curioso é relacionado com o Gráfico 7 e o Gráfico 8 a seguir. Onde apenas 17,6% das empresas destinam os pneus para a prefeitura, porém, quase 60% de todas as empresas souberam avaliar negativamente o apoio da prefeitura em relação à coleta dos pneus.

Gráfico 7 – Destino dados pelos estabelecimentos aos pneus inservíveis



Fonte: Dados da pesquisa.

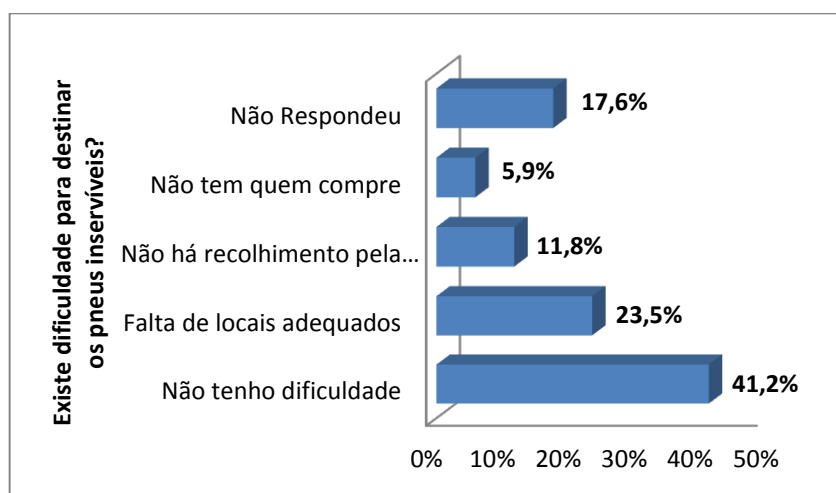
Esta divergência precisa ser avaliada, a entender se os estabelecimentos estão em busca desse apoio e como a prefeitura reage em meio à procura desta ajuda. Pois em meio aos

relatos, positivos e negativos, dos entrevistados, foi possível perceber que muitas empresas não foram em busca de ajuda, e as que foram, são amparadas pela prefeitura.

De certo que o órgão municipal deve fazer essa coleta com o maior nível de abrangência possível. Mas também, as empresas precisam dar um primeiro passo em procura deste apoio. Não há como saber a necessidade de uma empresa sem que a mesma se expresse.

Logo, a necessidade destas está bem expressa no Gráfico 8. Onde uma porcentagem expressiva de empreendedores do ramo, 41,2%, responderam que não há dificuldade nenhuma em destinar os pneus inservíveis.

Gráfico 8 – Dificuldade para dar o destino correto aos pneus inservíveis



Fonte: Dados da pesquisa.

O resultado referido no Gráfico 8 deixa claro os pontos em que é preciso ocorrer um maior desenvolvimento. As respostas não fogem da realidade evidenciada pelo município local. A cidade não dispõe de nenhuma empresa pública ou privada que receba os pneus para reutiliza-los em outro ciclo produtivo, sendo efetuada a revenda dos pneus para empresas privadas de outro estado.

Aproximadamente 60% das empresas revendem pelo menos um dos tipos de pneus ao qual trabalham e estão em seu estado inservível. Dividindo-se desta forma: 5 revendem apenas pneus de moto, no entanto dão destino diferente aos pneus de carro; outras 5 fazem o inverso, vendem os pneus de carro e dão destino diferente aos pneus de moto. Como mostrado na Tabela 12.

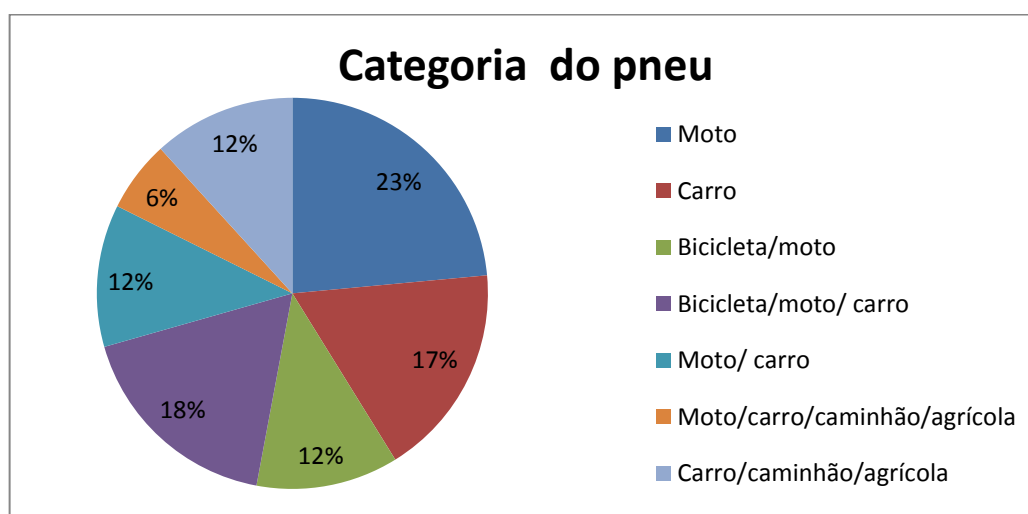
Tabela 12 – Quantitativo de empresas que revendem os pneus inservíveis

Existe coleta por empresa privada?	Frequência	Frequência (%)
Não	5	29,4%
Sim, pneus de carro	5	29,4%
Sim, pneus de moto	5	29,4%
Não respondeu	2	11,8%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa

Logo, as empresas se diferenciam entre as categorias de pneus com o qual exercem atividade. Como pode ser visto no Gráfico 9 a seguir, há um domínio por parte das empresas que trabalham apenas com pneu de moto e carro, seguido por carro/moto/bicicleta. Isto se torna bastante evidente quando é posto em discussão que o veículo que supera em quantidade nos dados já mostrados do DETRAN-RN (2016) é a motocicleta, com aproximadamente 8 mil unidades, significando quase 45% de toda a frota veicular do município de Pau dos Ferros.

Gráfico 9 – Categoria de pneus que as empresas trabalham



Fonte: Dados da pesquisa.

Para ser possível a revenda, os proprietários precisam fazer o estoque dos pneus, não apenas para este destino, mas para outros também. Logo, como esperado, mais da metade das empresas fazem o estoque dos pneus, totalizando 11 empresas, sendo expressa também em porcentagem na Tabela 13.

Tabela 13 – Porção de empresas que fazem o estoque de pneus

Faz-se estoque dos pneus inservíveis?	Frequência	Frequência (%)
Não	6	35,3%
Sim	11	64,7%
Total	17	100%

Fonte: Dados da pesquisa

Fazer estoque dos pneus inservíveis é um bom começo. Porém, não apenas a destinação, mas também a acomodação dos pneus é digna de precaução. Pois, os pneus quando estocados de forma inadequada também favorecem a proliferação de insetos, ratos, entre outros males. Desta forma, alguns pontos de comercialização de pneus foram encontrados formas incorretas de estocar os pneus, como podem ser observadas nas Figuras 26 e 27 a seguir.

Figura 26 – Forma inadequada de estocar pneus



Fonte: Registro fotográfico do autor.

O que se pode notar são formas incorretas de estocar os pneus. Locais ao ar livre, com a possibilidade de pegar chuvas, como também de sol intenso. São empresas situadas próximo ao centro do município, onde os males que esses pneus podem acarretar influenciam diretamente a vida de muitas pessoas.

Figura 27 – Deposito incorreto de pneus



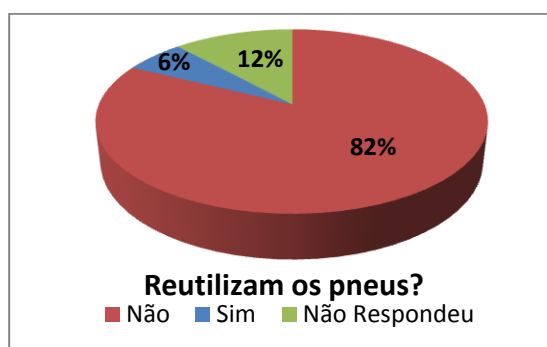
Fonte: Registro fotográfico do autor.

O que se pode notar são formas incorretas de estocar os pneus. Locais ao ar livre, com a possibilidade de pegar chuvas, como também de sol intenso. São empresas situadas próximo ao centro do município, onde os males que esses pneus podem acarretar influenciam diretamente a vida de muitas pessoas.

Assim, foram questionados sobre a reutilização dos pneus se as próprias empresas fazem algum trabalho com os pneus inservíveis. O resultado foi mínimo, onde apenas 6% destas empresas fazem a reutilização o equivalente a 1 empresa, e esta relatou que tentava reutilizar fazendo modificações e inserindo-o ao mercado novamente, com as características do principal do produto, como pode ser constatado pelo Gráfico 10, a seguir.

A grande massa, 82%, não reutiliza os pneus. Fazem apenas o estoque para revender ou até mesmo para não lançar sem nenhum tratamento ao meio ambiente. Entretanto, existem formas simples de reutilização dos pneus. Com custos bem pequenos é possível aplicar para técnicas de sustentabilidade, agregando valor as empresas e instituições do ramo.

Gráfico 10 – Porcentagem de empresas que reutilizam os pneus



Fonte: Dados da pesquisa.

Uma das formas mais interessantes e viáveis de reutilização é a decoração sustentável, uma implantação da logística reversa. Pois é a retirada de um material inservível do meio ambiente, o gerenciamento, reforma e transformação do mesmo, para que seja inserido em outro ciclo, como neste caso, o artesanato. É uma prática simples, e que pode transformar o conceito de muitas pessoas sobre os resíduos sólidos.

Prática realizada pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, segundo a responsável foram fabricados produtos de artesanato a partir dos pneus e colocado em exposição na Feira Ambiental já mencionada, como também são realizadas ações de revitalização de espaços ociosos com pneus. Todas essas, são práticas de incentivo da SEMMA na tentativa de introduzir uma consciência ambiental na população, verificado na Figura 28.

Figura 28 – Revitalização de espaços ociosos realizado pela SEMMA

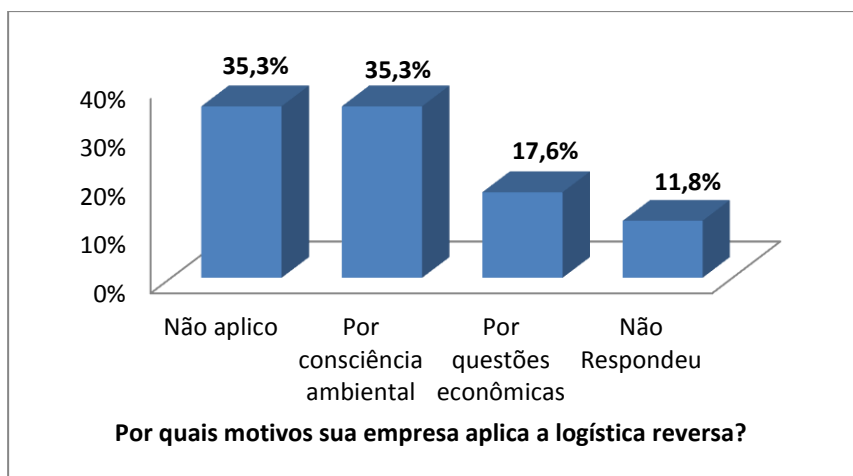


Fonte: Registro fotográfico do autor.

No entanto, a quantidade destinada a essa prática ainda é pequena comparada ao montante de pneus inservíveis que são recebidos nos estabelecimentos diariamente. Por isso, o município como um todo, empresas e entidades municipais, carece de um meio que seja viável para a destinação dos pneus.

Depois de ser posto ao conhecimento dos empresários qual o significado de logística reversa, estes foram questionados sobre o porquê aplicavam a logística reversa, mesmo sem saber qual o significado desta atitude. Logo se chegou ao resultado de que 35,3% aplicam a logística reversa por questões ambientais, referido no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Motivo para a aplicação da logística reversa



Fonte: Dados da pesquisa.

Estas pessoas, por saberem dos riscos, não necessariamente das políticas ambientais, tentavam evitar o depósito de lixo em locais inapropriados. Mesmo que sem um conhecimento mais profundo, esforçavam-se para destinar corretamente os pneus para não comprometer a saúde da população.

Porém, essa mesma porcentagem respondeu que não aplicava a logística reversa. Uma quantidade prevista diante dos resultados de outras perguntas. Há, entre os dados obtidos, um que gera grande curiosidade, também expresso no gráfico 11, o fato de que 3 empresas, 17,6%, aplicam a logística reversa por questões econômicas,

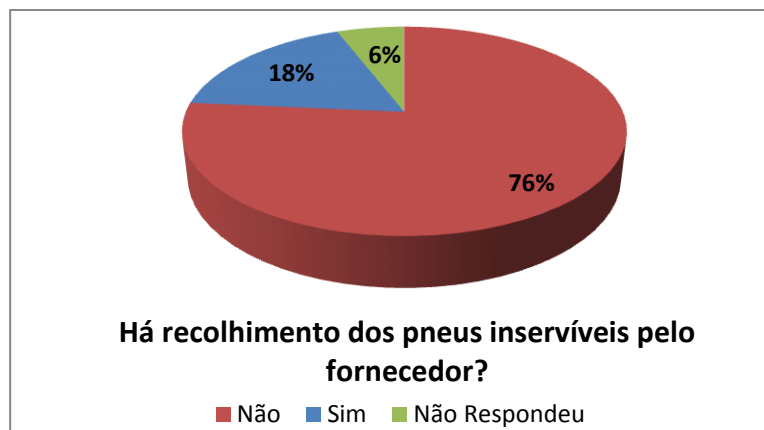
Esta porcentagem quando relacionada com a quantidade de empresas que se dispõem a fazer a destinação mesmo sem fins lucrativos leva a sugerir a implantação de firmas que usem os pneus inservíveis como insumos para suas atividades. Como por exemplo, fábricas que possam usar o pneu como combustível: fábricas de papel, de cal, celulose e cerâmicas, etc. A indústria poderia comprar os pneus inservíveis e utiliza-los como combustível, com custos menores que os minerais naturais e poder calorífico semelhante.

Podendo dar motivação até mesmo para os empresários que não aplicam a logística reversa. Pois, a maior parte das empresas ocupa seu tempo, e acabam gastando mais fazendo o estoque dos pneus para dar um destino muitas vezes errôneo. Visto que o mercado é movido pelo dinheiro, a busca por empresas que possam comprar os pneus e reutilizá-los é uma sugestão à prefeitura local. Pois os pneus descartados gerariam uma grande oferta para estas empresas.

Como responsabilidade compartilhada, também há o fato das empresas distribuidoras dos pneus coletarem os pneus inservíveis. Porém, quando levantada à questão, mais de 70%

dos estabelecimentos disseram que não há nenhum tipo de coleta realizado por a empresa revendedora, deixando mais uma vez para o lojista a incumbência de destinar os produtos inseríveis, como é mostrado no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Empresas em que são recolhidos os pneus inservíveis pelo fornecedor.



Fonte: Dados da pesquisa.

A omissão da maior parte fornecedores dos pneus se contradiz com o que é realizado pela indústria pneumática. Esta, através da RECICLANIP, realiza de forma viável a destinação de milhões de pneus ao ano. Certo que a destinação por parte dos fabricantes é regulamentada por lei. Porém, esta empresa foi criada no intuito de realizar o destino correto aos pneus fabricados pelas indústrias associadas, mas também aos pneus entregues nos pontos de coleta.

Como realizado pela Prefeitura de Fortaleza – CE, que segundo Amorim (2015), os pneus são coletados por caminhões agregados à prefeitura, onde estes visitam os revendedores e borracharias, como também recolhem os pneus que estão alocados incorretamente no meio ambiente. Logo após a coleta, os resíduos pneumáticos são levados para um Ecoponto da RECICLANIP, onde seguem para uma indústria de cimento na cidade de Sobral – CE.

A coleta, o depósito e a destinação ambientalmente correta dos pneus são ações que necessitam de comprometimento e responsabilidade, tanto dos órgãos públicos como das empresas e pessoas que se utilizam dos pneus. Pois, estar destinando corretamente é olhar para o bem-estar do meio ambiente hoje e também no futuro, onde as atitudes tomadas no presente serão refletidas no meio ambiente de amanhã.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o município de Pau dos Ferros o maior polo comercial e universitário do Alto Oeste Potiguar, ele está sujeito aos grandes impactos causados pelo crescimento acelerado e descontrolado das cidades, inserindo-se na lista dos municípios brasileiros com dificuldade em gerir os resíduos produzidos pela sua massa populacional.

A partir desta problemática e com a aplicação da metodologia escolhida, foi possível analisar o modo de gestão de resíduos sólidos do município, mais especificadamente, os resíduos pneumáticos; como também mensurar o quantitativo médio de descarte de pneus inservíveis. Com base nos dados exposto e com o conhecimento adquirido através do estudo feito no referencial teórico do trabalho foi possível atender aos objetivos estipulados.

Diante dos resultados, notou-se que o município carece de infraestrutura para gerenciamento eficaz dos pneus inservíveis. Fato evidenciado no relato da SEMMA, como também nas visitas realizadas ao “lixão” municipal. Os órgãos responsáveis do município não têm infraestrutura para atender as necessidades de todos os estabelecimentos comerciais do ramo, tornando-se negligentes quanto à sua parcela de responsabilidade no destino dos pneus. Uma vez que, quando destinados de forma incorreta acarretam maiores custos aos cofres públicos, tornando um grave problema ambiental e de saúde pública.

Em relação ao apoio informativo dado às empresas, verificou-se a ausência de trabalhos educativos que fossem específicos para este tipo de comércio. Visto que, os estabelecimentos demonstraram desconhecimento sobre as políticas públicas de tratamento dos resíduos sólidos, mais diretamente a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Logística Reversa. Por esta dificuldade, as empresas acabam por destinar e armazenar de forma incorreta os pneus inservíveis como demonstrado em Figuras e dados já apresentados. Se mostrando também omissas quanto à responsabilidade de dar destino viável aos produtos.

A falta de informação e controle também afeta a massa trabalhadora do “lixão” municipal. Grande quantidade de pneus é levada para aquele lugar, e por falta de um controle de gestão, espaços apropriados para descarte e preservação, acabam sendo destinados de forma inadequada, poluindo o meio ambiente, onde é até mesmo queimada, atitude descrita como rotineira pelos moradores da região.

Os fornecedores também se mostraram negligentes quanto ao apoio dado aos lojistas na destinação correta do resíduo. Porquanto, os estabelecimentos não recebem nenhum auxílio dos seus fornecedores com a coleta dos pneus inservíveis, sendo as indústrias de pneus obrigadas por lei a dar o destino viável para certa porcentagem de pneus fabricados.

Desta mesma forma os consumidores finais tomam posição em relação ao descarte dos pneus. Onde o quantitativo de empresas que relataram a preocupação dos clientes com o destino dos pneus foi mínimo, demonstrando a indiferença sobre o futuro deste bem. No entanto, os malefícios dos pneus podem tomar grandes proporções, sejam elas diretas ou indiretas, mas que afetam a todos.

Assim, nota-se uma dificuldade do município em gerenciar o descarte dos pneus inservíveis pela falta de entendimento com as empresas. Pois tais instituições, pública e privada, demonstraram, mediante entrevistas, o desejo de oferecer o correto descarte aos produtos pneumáticos inservíveis.

Mediante aos resultados obtidos, cabe ao próximo tópico sugerir soluções viáveis para o gerenciamento dos resíduos pneumáticos do município, atendendo ao último objetivo do trabalho.

8.1. SUGESTÕES

Diante do exposto, sugere-se que ocorra a destinação de uma maior parcela dos recursos públicos para o melhor gerenciamento dos resíduos sólidos, especialmente para os resíduos pneumáticos, diante da grande quantidade que é gerada. Necessitando-se assim de veículos apropriados para fazer a coleta, como também de um ponto para este, juntamente com um galpão de tamanho apropriado para o volume de pneus formado.

Além disso, para que haja um correto controle de coleta e comunicação entre a prefeitura e as empresas, faz-se necessário um banco de dados onde sejam mantidas as informações de cada estabelecimento, como: Nome; Endereço; CNPJ; Contato; Tipo de pneu comercializado; Quantidade média descartada; Período da coleta.

Como também um treinamento educativo aos comerciantes a respeito dos perigos ambientais e males causados a partir da destinação incorreta realizada; formas corretas de armazenamento; e informações para um melhor gerenciamento, uma vez que, há um número considerável de empresas não são conhecedoras dos instrumentos utilizados para o mais eficaz manuseio destes resíduos.

Não apenas as empresas, mas a população em geral. Trabalhos educativos que envolvam todas as faixas etárias, pois formando uma criança consciente, em um futuro muito próximo teremos um adulto educado, responsável e conhecedor de suas obrigações quanto ao meio ambiente e à saúde da população.

Assim, sugere-se também à prefeitura municipal que viabilize uma parceria direta com empresas que tenha a missão de dar destino correto e viável aos pneus. Como exemplo, a RECICLANIP, o convênio é feito apenas com prefeituras, e sem fins lucrativos. Onde pode ser reservado um local para a coleta dos pneus. Na qual, borracheiros, revendas de pneus, entre outros, também podem contribuir levando os pneus inservíveis até este ponto de coleta. Além de incentivos fiscais para que empresas que utilizam os pneus inservíveis em seu ciclo produtivo possam ser instaladas no município local, para que um objetivo ambientalmente correto seja dado a este tipo de resíduo.

Ocorrendo também a intensificação dos trabalhos já realizados pela prefeitura, como por exemplo, a Feira Ambiental; ensinando e utilizando os pneus como artesanato, e inserindo-os em outros ciclos produtivos. Bem como ações que visem à ampliação do ciclo de vida dos pneus, como a utilização em parques infantis e decoração.

8.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer da pesquisa notou-se a possibilidade de estender este trabalho na forma de:

- Um projeto que envolva a disseminação do conhecimento sobre o melhor tratamento dos resíduos pneumáticos para estabelecimentos comerciais do seguimento.
- Um aplicativo de cadastro e mapeamento dos estabelecimentos, abrangendo: os pontos de coleta, pedidos de coleta, entre outros itens de assistência à população.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014. 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

ABR, Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus. Cenário de reformas de pneus no brasil, dados de segmento. < <http://www.abr.org.br/dados.html>> Acesso em 11 abr. 2016.

Abramovay, Ricardo. Lixo zero : gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera / Ricardo Abramovay, Juliana Simões Speranza, Cécile Petitgand. – São Paulo : Planeta sustentável : Instituto Ethos, 2013.77 p;

ADPNEUS. Reforma de Pneus gera redução de custos para indústrias. Disponível em: <<http://www.adpneus.com.br/servicos-recapagem-pneus/reforma-pneus-linha-industrial/>>. Acesso em: 04 maio 2016.

ALTOÉ, Silvia Paula Sossai; MARTINS, Carlos Humberto. Estudo da potencialidade da utilização de cinza de bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de pneus inservíveis na confecção de blocos de concreto para pavimentação. Revista de Engenharia e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 7, n. 4, p.1-18, Não é um mês valido! 2015. Quadrimestral. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/view/358>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

ANIP, Agencia Nacional da Indústria de Pneumaticos. Disponível em: <<http://www.anip.com.br/?cont=institucional>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

ANDRADE, R., *et al.*. "Reverse logistics and competitiveness: a brief review of this relationship." POMS ANNUAL CONFERENCE, 24th. 2013.

ANDRADE, Hered de Souza. PNEUS INSERVÍVEIS: alternativas possíveis de reutilização. 2007. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

AMORIM, Edivaldo Santos. LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS: UMA PESQUISA-AÇÃO NO MUNICÍPIO DE TRÊS CORAÇÕES (MG). 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

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.lixo.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=150>. Acesso em 10 fev. 2016.

BERTOLLO, Sandra Margarido; JÚNIOR, José Leomar Fernandes; SCHALCH, Valdir. Benefícios da incorporação de borracha de pneus em pavimentos asfálticos. In: XVIII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. 2002.

BOAVENTURA, Márcio Carneiro. Avaliação da Resistência à Compressão de Concretos Produzidos com Resíduos de Pneus. 2011. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 março 2016.

BRASIL. Constituição Federal, capítulo VI – do Meio Ambiente. Art. 225. 1988. Disponível em:<<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/constfed.nsf/16adba33b2e5149e032568f60071600f/62e3ee4d23ca92ca0325656200708dde?OpenDocument>>. Acesso em: 15 março 2016.

BRANÇÃO, Otávio. CO-PROCESSAMENTO DE PNEUS EM FORNOS DE CIMENTO. 2011. Disponível em: <<http://blogdocumento.blogspot.com.br/2011/11/co-processamento-de-pneus-em-fornos-de.html>>. Acesso em: 04 maio 2016.

BRAVO, Rafael Segantini. Análise de blocos de concreto com resíduo de borracha de pneu e metacaulim. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira - Sp, 2014.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 301. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30102.xml>> Acesso em: 08 fev. 2016.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 258, 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>> Acesso em: 08 fev. 2016.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 416, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>> Acesso em: 08 fev. 2016.

CONCEIÇÃO, Raimundo Nonato de Lima. Ecologia de peixes em recifes artificiais de pneus instalados na costa do estado do Ceará. 2003. 99 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

CHAVES, Helena Oliveira. DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA. 2014. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

DETRAN - RN. Departamento Estadual de Transito – RN. Distribuição da frota do rio grande do norte, segundo o tipo de veículo. Disponível em <http://www2.detran.rn.gov.br/externo/est_Tipo.asp> Acesso em: 06/05/2016 às 01:23:20.

DESGARRADOS. TUDO SOBRE OS PNEUS. 2011. Disponível em: <<http://osdesgarrados.blogspot.com.br/2011/06/tudo-sobre-pneus.html>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

DIAS, Reinaldo. Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2008. 196 p.

DOURADO, David Cardoso. Poder calorífico e análise elementar de pneus automobilísticos inservíveis e de frutos de macaubeira. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

EVANGELISTA, O. F. de A.. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DOS RESÍDUOS GERADOS POR PNEUMÁTICOS. 2009. 17 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Faculdade Católica do Tocantins, Palmas, 2009.

FERREIRA, C. R. G. Análise das propriedades térmicas e mecânicas de compósitos de argamassa e resíduos de borracha. 2009. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

FIORITI, C. F.; INO, A.; AKASAKI, J.L. Avaliação de blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 43-54, out./dez. 2007.

FIORITI, C. F.; INO, A.; AKASAKI, J.L. Fabricação De Pavimentos Intertravados De Concreto Utilizando Resíduos De Recauchutagem De Pneus. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído – ENTAC. Florianópolis/SC. 2006.

FRAGMAQ. Descarte de pneus. 17 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://www.agmaq.com.br/blog/reciclagem-residuos-solidos/descarte-de-pneus/>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

GARDIN, Josy Alvarenga Carvalho; FIGUEIRÓ, Paola Schmitt; NASCIMENTO, Luis Felipe. Logística reversa de pneus inservíveis: discussões sobre três alternativas de

reciclagem para este passivo ambiental. Revista Gestão E Planejamento, Salvador, V. 11, N. 2, P.232-249, Jul./Dez. 2010.

GUERRA, Gabriel Jaime Zapata *et al.* Uso de Resíduos do Processo de Recapagem de Pneus no Concreto Portland para Calçadas. 2010. COBRAMSEG 2010: Engenharia Geotécnica Para O Desenvolvimento, Inovação E Sustentabilidade. © 2010 ABMS.

GUIMARAES E SILVA, V. Sustentabilidade na Produção de Argamassa: Substituição Total do Agregado Natural por Raspas de Pneus Usados e Areia Artificial. 2014. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

GOMES FILHO, C. V. Levantamento do potencial de resíduos de borracha no brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil. 138p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Engenharia do Paraná - IEP, Curitiba, 2007.

GOLDENSTEIN, Marcelo; Alves, Marcelo De Figueiredo; Barrios, Mariana Toniolo. Panorama Da Indústria De Pneus No Brasil: Ciclo De Investimento, Novos Competidores E A Questão Do Descarte De Pneus Inservíveis. BNDS Setorial, Rio De Janeiro, N.25, P. 107-130, Mar.2007.

GANDRA, Alana. Pneus podem ser base de muros de contenção em encostas no país. 2015. Disponível em: <<http://diariodepetropolis.com.br/Integra/pneus-podem-ser-base-de-muros-de-contencao-em-encostas-no-pais-75160>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações do Rio Grande do Norte – Pau dos Ferros. 2010. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/3OK>>. Acesso em 04 maio 2016.

JACKSON, Elson. O que é Recapar, Remoldar, Recauchutar um Pneu? pneus, recapar, recauchutar, remoldar. Disponível em: <Fonte: <http://www.belmontediario.com.br/2015/03/sergio-pneus-o-que-e-recapar-remoldar.html>>. Acesso em: 04 maio 2016.

KAMIMURA, Eliane. Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil. 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LACORTE, Patrícia Maria Ribeiro. Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil: APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2013. 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

LAGARINHOS, C. A. F.. Reciclagem de Pneus: Análise do Impacto da Legislação Ambiental Através da Logística Reversa. 2011. 291 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Metalúrgica e Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LAGARINHOS, Carlos A. F.; TENÓRIO, Jorge A. S.. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. *Polímeros*, [s.l.], n., p.49-58, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14282012005000059>.

LEITE, P. R. Fatores da Logística Reversa que Influem no Aproveitamento do “Lixo eletrônico” – Um estudo de caso no setor da informática. SIMPOI – ANAIS, 2009.

MANSOLDO, Ana. Como fazer educação (ambiental). *Ecologia Integral: Educação Ambiental*, Belo Horizonte, ano 6, nº 29, p.29-29, nov. 2006.

MARCHESE, Letícia de Quadros; KONRAD, Odorico; CALDERAN, Thanabi Bellenzier. Logística reversa e educação ambiental contribuindo para a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Caderno pedagógico*, Lajeado, v. 8, n. 2, p. 83-96, 2011.

MAZZONETTO, Caroline. Asfalto-borracha. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/asfalto-borracha-a-adicao-de-po-de-borracha-extraido-de-245173-1.aspx>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

MEDEIROS, L. V.; SAYÃO, A. S. F. J.; GERSCOVICH D. M. S.; SIEIRA. A.C.C.F. Reuso de Pneus em Geotecnia. Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, 2000 Fiesp/Ciesp, agosto, São Paulo, CD-ROM, 19 pgs.

MELLO, Keite Rodrigo de; SOUZA, Marcio Silva de; TAVARES, Thalles Guilherme Alves. Logística Reversa: Características, legislação, conceitos, e sistema de custeio aplicável. 2015. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Faculdade Padrão Goiânia - Unidade Iii, Goiânia, 2015.

MONTEIRO, J. H. P... [et al.]; Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 200p. 2001.

OLIVEIRA, O. J. de. Estudo da Destinação e da Reciclagem de Pneus inservíveis no Brasil. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu – PR. 2007.

PIRES, G. W. M. O. Avaliação de blocos intertravados manufaturados com concreto dosado com resíduos de pet como alternativa sustentável na construção civil. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2015.

RAMOS FILHO, Leonardo Sohn Nogueira. A Logística Reversa de Pneus Inservíveis: O Problema da Localização dos Pontos de Coleta. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R.. Resíduos Sólidos: Problema ou oportunidade?. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 158p.

ROCHA, Tereza C. J.; SOARES, Bluma G.; COUTINHO, Fernanda M. B.. Principais copolímeros elastoméricos à base de butadieno utilizados na indústria automobilística. Polímeros, [s.l.], v. 17, n. 4, p.229-307, dez. 2007. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14282007000400009>

SANTOS, Reniene Maria dos. Efeito da adição de borracha de pneus nas propriedades físico-químicas de compósito cimentício. 2012. 175 pag. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João del-Rei. Departamento de Engenharia Mecânica

SANTOS, Thiago Justino de Sousa; SOARES NETO, José Lopes. Identificação de aspectos ambientais e seus respectivos impactos em construção civil. 2009. Disponível em: <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-2/4-periodo/Identificacao_de_aspectos_ambientais_e_seus_respectivos_impactos_em_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2016.

SEMA-PARANÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. Desperdício Zero: Programa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2005. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/kit_res_8_pneus.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

SELUNG, Catiane Sebben. ESTUDO DO USO DE BORRACHA DE PNEU EM CONCRETO PARA CONFECÇÃO DE BLOCOS VIBRO PRENSADOS. 2012. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Área de Ciências Exatas e Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2012.

SEGRE, Nádia Cristina. REUTILIZAÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS USADOS COMO ADIÇÃO EM PASTA DE CIMENTO. 1999. 104 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - Sp, 1999.

SILVA, Tássia Duarte Romanne da; OKIMOTO, Fernando Sérgio. Resíduos de Pneu Inservível na Construção Civil. 2009. Disponível em: <www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2009/2009_artigo_178.PDF>. Acessado em: 07.02.2016

SILVA, Vinicius Guimarães e. SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA: SUBSTITUIÇÃO TOTAL DO AGREGADO NATURAL POR RASPAS DE PNEUS USADOS E AREIA ARTIFICIAL. 2014. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

SILVA, Daniella Fernanda Machado. Contenção de taludes com pneus: Uma alternativa ecológica e de baixo custo. 2006. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2006.

SIEIRA. A.C.C.F. Geossintéticos e Pneus: Alternativas de Estabilização de Taludes. ENGEVISTA, V. 11, n. 1. p. 50-59, julho 2009

SIEIRA. A.C.C.F. Simulação Numérica de um Muro Experimental Solo-Pneus. Boletim da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, v. VII, n. 2, p. 337-347, ISSN/ISBN: 14148374. 2001.

SOUZA, Renata Tatiana de. Análise da Logística Reversa de Pneus Usados e Inservíveis e Seus Impactos Ambientais Quando Descartados Inadequadamente: Estudo de caso: de uma Empresa de Transportes. 2009. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Logística, Faculdade Tecnológica da Zona Leste, São Paulo, 2009.

SOUZA, Everaldo Alves de et al. O cenário da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Pau dos Ferros/RN (2015). 2015 INTESA – Informativo Técnico do Semiárido(Pombal-PB), v.10, n 1, p 29-37, Jan - Jun , 2016

SOUZA, A. N. de. Muro de contenção utilizando pneus: Análise e alguns comparativos de custo. 2002. 121 f. Mestrado profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

VAZ, Letícia. Educação Ambiental e Logística Reversa. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia – GO. 2012.

VELOZO, Z.M.F. Ciclo de Vida dos Pneus. Ministério do meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/Zilda-Maria-Faria-Veloso-Ciclo-Vida-Pneus.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

VIEIRA, M. J. Logística Reversa Aplicado a Reciclagem de Lixo Eletrônico. Estudo de caso: OXIL MANUFATURA REVERS. São Paulo – SP, 2009. 44p.

VION, Construtora. O que são muros de arrimo? 2015. Disponível em: <http://aconstrutoravion.blogspot.com.br/2015_05_01_archive.html>. Acesso em: 13 abr. 2016.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS PAU DOS FERROS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ANEXO A - QUESTIONÁRIO

Empresa: _____

Endereço: _____

P0. Tempo de funcionamento (1) até 1 ano (2) mais de 1 ano e até 5 anos (3) mais de 5 anos e até 10 anos (4) Mais de 10 anos P1. Qual o ramo de atividade de sua empresa? (1) Revenda de pneus (2) borracharia (3) Revenda de pneus e borracharia P2. Tipo de pneu (1) Bicicleta (2) Moto (3) Carro (4) bicicleta/moto (5) bicicleta/moto/ carro (6) moto/ carro (7) moto/carro/caminhão/agrícola (8) carro/caminhão/agrícola P3. Sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. (1) Conheço muito (2) Conheço razoavelmente (3) Conheço pouco (4) Desconheço P4. Conhece o que é logística Reversa? (1) Não (2) Sim	P5. Por quais motivos sua empresa aplica a logística reversa? (1) Não aplico (2) Por consciência ambiental (3) Por questões econômicas (4) Por exigência legal (5) Outros P6. Faz-se estoque dos pneus inservíveis? (1) Não (2) Sim P7. Quantidade de pneus descartados semanalmente. (1) Até 5 pneus; (2) Entre 6 e 10 pneus; (3) Entre 11 e 20 pneus; (4) Acima de 20 pneus; (5) Não Respondeu. P8. Qual o destino dado para os pneus Inservíveis? _____ _____ P9. Reutilizam os pneus? (1) Não (2) Sim
---	---

P10. Existe algum tipo de coleta feito pela prefeitura? (1) Não (2) Sim P11. Existe coleta por empresa privada? (1) Não (2) Sim () Pneus de Moto () Pneus de Carro (3) Não Respondeu P12. Há recolhimento dos pneus pelo fornecedor? (1) Não (2) Sim P13. A empresa desenvolve alguma forma de conscientização dos consumidores sobre a importância da destinação dos pneus inservíveis? (1) Não (2) Sim	P14. Os consumidores questionam sobre a destinação dada aos pneus inservíveis? (1) Não (2) Sim P15. Como você avalia o apoio da prefeitura municipal na destinação dos pneus coletados por sua empresa? (1) Ótimo (2) Bom (3) Regular (4) Ruim (5) Não utilizo esse serviço P16. Existe dificuldade para destinar os pneus inservíveis? _____ _____
---	--

Referencia: Questionário modificado, ANEXO A do trabalho: AMORIM, Edivaldo Santos. **LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS: UMA PESQUISA-AÇÃO NO MUNICÍPIO DE TRÊS CORAÇÕES (MG).** 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

APÊNDICE A – MAPEAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS DE PNEUS



Fonte: adaptado Google Maps (2016).