

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL METALÚRGICA DE VOLTA REDONDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL

MARCELA AGUIAR PORTUGAL VIOTTI

A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS E A POLÍTICA NACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A REGIÃO
HIDROGRÁFICA DO RECURSOS HÍDRICOS- MÉDIO PARAÍBA DO SUL

VOLTA REDONDA
2020

MARCELA AGUIAR PORTUGAL VIOTTI

**A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS E A POLÍTICA NACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A REGIÃO
HIDROGRÁFICA DO RECURSOS HÍDRICOS- MÉDIO PARAÍBA DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador (a): Professor Dr. Felipe da Costa Brasil.

Volta Redonda, RJ
2020

Ficha catalográfica automática - SDC/BEM
Gerada com informações fornecidas pelo autor

V7991 Viotti, Marcela Aguiar Portugal
A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS E A POLÍTICA NACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A REGIÃO
HIDROGRÁFICA DO RECURSOS HÍDRICOS- MÉDIO PARAÍBA DO SUL /
Marcela Aguiar Portugal Viotti ; Felipe da Costa Brasil,
orientador. Volta Redonda, 2020.
90 f. : il.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense,
Volta Redonda, 2020.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PGTA.2020.m.10632612797>

1. Pneus inservíveis. 2. Resíduos sólidos. 3. Reciclagem.
4. Logística reversa. 5. Produção intelectual. I. Brasil,
Felipe da Costa, orientador. II. Universidade Federal
Fluminense. Escola de Engenharia Industrial e Metalúrgica de
Volta Redonda. III. Título.

CDD -

MARCELA AGUIAR PORTUGAL VIOTTI

A LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS E A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RECURSOS HÍDRICOS- MÉDIO PARAÍBA DO SUL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Aprovada em 7 maio de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Prof.(a) Dr.(a) Felipe da Costa Brasil – UFF
Orientador(a)



Prof.(a). Dr.(a) Sc. Ana Alice de Carli – UFF



Prof.(a). Dr.(a) Alexandre Lioi Nascentes- UFRRJ

Volta Redonda

2020

Dedico este trabalho ao meu amado filho que sempre foi minha grande inspiração, a minha família e principalmente a todos os professores que me ensinaram e tornaram este trabalho possível. A UNIFOA e a UFF pela parceria e por me formarem.

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento mais que especial para o meu pai que foi a minha fonte de inspiração e determinação para chegar até aqui, que sempre me deu muito apoio e carinho nas horas mais difíceis e que mais precisei. Sendo pai e mãe, guerreiro como sempre. Ao meu amado filho que é a minha principal fonte de inspiração e meu combustível para buscar sempre mais e melhor, um ser de um coração incrível que sempre leva alegria e felicidade por onde passa, contagiando não só a mim mais todos que conviveram e convivem com ele. Aos meus irmãos e minha família. Em especial ao meu amigo Fernando Raggi pela grande amizade, companhia e palavras de conforto quando tudo estava difícil.

Aos meus queridos mestres tanto da UFF como da UNIFOA que sempre me ensinaram e me motivaram a seguir a área acadêmica como em especial as professoras Carol Callegario, Denise Rodrigues, Joice Andrade e Thiago Mozzer minha gratidão por ensinar a amar a área acadêmica e seguir em frente neste sonho.

Ao meu orientador Felipe da Costa Brasil pelo carinho, companheirismo, dedicação e conselhos durante esta jornada que não foi fácil, mas que com você e o Afonso ao meu lado tornou-se menos angustiante e fez este projeto e sonho acontecer.

A todos os professores do PGTA pelos ensinamentos e pela busca incansável de informações e conhecimentos são graças a professores assim que podemos acreditar que a educação no nosso País ainda não acabou e quem acredita e corre atrás sempre alcança.

A Universidade Federal Fluminense por proporcionar toda a estrutura e dar todo o suporte para que este sonho se realize.

Minha eterna gratidão a todos que contribuíram para que este sonho se torne realidade.

Se você quiser alguém em quem confiar
Confie em si mesmo
Quem acredita sempre alcança!

RENATO RUSSO

RESUMO

Os pneus inservíveis ainda representam um grande passivo ambiental para o mundo e o Brasil. Não obstante a logística reversa dos pneus inservíveis ser obrigatória, ainda existe uma grande quantidade de pneus que são descartados na natureza de forma irregular. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o cumprimento das obrigações impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil no que tange a implantação da logística reversa de pneumáticos, em 11 municípios pertencentes à Região Hidrográfica do Recursos Hídricos-Médio Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro. Inicialmente foi realizada uma pesquisa exploratória com levantamentos bibliográficos, além de uma revisão das principais legislações referentes ao Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, e sua adequação em relação às obrigações legais a logística reversa dos pneumáticos inservíveis dos municípios estudados. Os resultados deste trabalho demonstraram que 7 dos 11 municípios da Região estudada ainda não tem os seus Planos Municipais de Resíduos Sólidos, e nenhum dos municípios criou legislação específica para a logística reversa de pneus. Isto significa, que praticamente as ações existentes para a logística reversa dos inservíveis ou ocorrem por iniciativas diretas relacionadas aos convênios com a Reciclanip ou através de iniciativas individuais tanto do setor empresarial ou da própria população para o reaproveitamento direto dos pneus inservíveis, como poderá ser visto posteriormente. Apenas 5 municípios da Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul possuem pontos de coletas cadastrados no IBAMA, sendo 11 pontos de coleta no total, com uma capacidade máxima declarada de 18.775 pneus por ano. Grande parte dos pneus inservíveis não estão sendo triturados para o reaproveitamento dos seus componentes, e sim estão sendo levados para a o aproveitamento energético por queima em fornos de coprocessamento em indústrias cimenteiras. Este aproveitamento energético não pode ser considerado o melhor destino para os inservíveis, uma vez que a borracha e seus demais componentes não vão voltar para o início de uma nova cadeia de produção de pneumáticos, o que pode inclusive ser considerado um tratamento térmico de resíduos e não uma logística reversa. Desta forma, pode-se concluir que o atual modelo de logística reversa de pneumáticos inservíveis estabelecido na Região estudada ainda precisa ser melhor difundido e ampliado, sendo fundamental uma maior interação entre os geradores finais, o poder público e os fabricantes de pneus, sendo ainda comum identificar nesta região a destinação de pneus inservíveis de forma incorreta nos logradouros públicos ou nos diferentes ambientes a céu aberto.

Palavras-chave: pneus inservíveis, resíduos sólidos, reciclagem, logística reversa.

ABSTRACT

Waste tires still represent a major environmental liability for the world and Brazil. Although the reverse logistics of waste tires is mandatory, there is still a large number of tires that are discarded in nature in an irregular way. The general objective of this work was to evaluate the fulfillment of the obligations imposed by the National Solid Waste Policy in Brazil with regard to the implementation of reverse logistics of tires, in 11 municipalities belonging to the Hydrographic Region of Water Resources - Middle Paraíba do Sul, in the State of Rio de Janeiro. Initially, an exploratory research was carried out with bibliographic surveys, in addition to a review of the main legislation referring to the Solid Waste Management, and its adequacy in relation to legal obligations to reverse logistics of unserviceable tires in the municipalities studied. The results of this work showed that 7 of the 11 municipalities in the studied region still do not have their Municipal Solid Waste Plans, and none of the municipalities created specific legislation for the reverse logistics of tires. This means that practically the existing actions for the reverse logistics of the unserviceable or occur through direct initiatives related to agreements with Reciclanip or through individual initiatives either by the business sector or by the population itself for the direct reuse of unserviceable tires, as can be seen posteriorly. Only 5 municipalities in the Hydrographic Region of Water Resources - Middle Paraíba do Sul have collection points registered with IBAMA, with 11 collection points in total, with a declared maximum capacity of 18,775 tires per year. Most of the waste tires are not being crushed for the reuse of their components, but are being taken to the energy utilization by burning in co-processing furnaces in cement industries. This energy use cannot be considered the best destination for the unserviceable, since rubber and its other components will not return to the beginning of a new tire production chain, which can even be considered a thermal treatment of waste and not reverse logistics. Thus, it can be concluded that the current model of reverse logistics for waste tires established in the region studied still needs to be better disseminated and expanded, with greater interaction between the final generators, the government and the tire manufacturers being fundamental, being still it is common to identify in this region the destination of waste tires incorrectly in public places or in different open air environments.

Keywords: scrap tires, solid waste, recycling, reverse logistics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Imagem ilustrativa de uma estrutura básica do pneu.	24
Figura 2- Volumes destinados de pneus inservíveis de 2001 a 2019.	49
Figura 3- Sistema de introdução de pneus inteiros em fornos com pré-aquecedor e pré- Calcinador	59
Figura 4- Processo de Laminação	59
Figura 5- Moedor/granulador e material granulado.	60
Figura 6- Processo produtivo de reciclagem de pneus pela técnica de trituração.	611
Figura 7- Processo de pirólise do pneu.	622
Figura 8- Utilização de pneus inservíveis na proteção de contenção de erosão e para brinquedos infantis.	634
Figura 9- Mistura asfáltica e Tapete de pneus inservíveis.	644
Figura 10- Utilização de pneus inservíveis como para-choques.	645
Figura 11- Projeto elaborado para utilização de pneus inservíveis para drenagem de gases em aterros sanitários.	645
Figura 12- Produtos artesanais feito com pneus inservíveis e Estruturas para recifes de coral feito com pneus inservíveis.	655
Figura 13- Localização dos 10 Municípios que participam integralmente da RH-III no Estado do Rio de Janeiro.	67
Figura 14- Quantitativo dos pneus inservíveis coletados no Município de Volta Redonda.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais Componentes de fabricação de pneus em percentual	234
Tabela 2- Ranking das 20 melhores fabricantes de pneus entre 2014 e 2017	26
Tabela 3- Principais indústrias fabricantes de pneus no Brasil.	29
Tabela 4- Composição dos subprodutos na descaracterização do pneu.	34
Tabela 5- Quantidade de pneus inservíveis destinados por regiões brasileiras (2018).	60
Tabela 6- Meta, destinação e percentual do cumprimento pelos fabricantes e importadores de pneus novos (2018).	60
Tabela 7- Tabela de tecnologia de destinação final e quantidade total de pneus inservíveis destinados.	633
Tabela 8- Municípios com ponto de coleta e a capacidade de coleta.	700

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Possíveis Gerações de Pneumáticos Inservíveis por Origem de Resíduos Sólidos no Brasil.	33
Quadro 2- Legislações municipais resíduos sólidos, de pneus inservíveis e demais ações para a coleta e destinação ambientalmente correta dos pneus.	69

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANIP	Associação Nacional de Pneumáticos
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DECEX	Departamento de Operações de Comércio Exterior
FIESP	Federação de Indústria do estado de São Paulo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
NBR	Normas Técnicas Brasileiras
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PGRS	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RECICLANIP implantado pela ANIP	Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis
SINPEC Camelback	Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de Ar e
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SLR	Sistema de Logística Reversa
STF	Supremo Tribunal Federal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	20
2.1. OBJETIVO GERAL	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1. DEFINIÇÃO, ORIGEM E COMPOSIÇÃO DOS PNEUS	21
3.2. A PRODUÇÃO MUNDIAL DE PNEUS	25
3.3. A PRODUÇÃO DE PNEUS NO BRASIL	28
3.4. CARACTERIZAÇÕES DOS PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS	30
3.4.1. Os pneus inservíveis e a classificação de resíduos sólidos no Brasil	31
3.4.2. Os impactos ambientais dos pneumáticos inservíveis	36
3.5. A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA APLICADA AOS PNEUS INSERVÍVEIS	39
3.5.1. Sobre a gestão e a importação de pneumáticos	41
3.5.1.1. Convenção de Basiléia	44
3.6. LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS NO BRASIL	45
3.6.1. Os Pneus e os Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Municipais.	51
3.6.2. Logística Reversa de Pneumáticos no Estado do Rio de Janeiro	54
3.7. PRINCIPAIS TÉCNICAS PARA O REAPROVEITAMENTO DOS PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS.	57
4. MATERIAL E MÉTODOS	66
4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	66
4.2. METODOLOGIA DE ESTUDO	68
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.1. LOGÍSTICA REVERSA DOS PNEUS INSERVÍVEIS NOS MUNICÍPIOS	71
6. CONCLUSÕES	81
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	82

1. INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, que se expandiu progressivamente da Inglaterra para o resto do mundo, podem ser destacados elementos marcantes de transformação profunda na interação dos homens com o meio ambiente e, conseqüentemente, das condições da saúde humana e da sustentabilidade ambiental. Estas mudanças nas condições de vida dos homens contribuíram para o crescimento populacional, a organização das sociedades de consumo, e para a necessidade de novas tecnologias para satisfazer as grandes demandas industriais de produção.

Com este novo padrão de comportamento da chamada sociedade industrial, que se intensificou na segunda metade do século XX, também foi gerada uma grande quantidade de resíduos, que ainda hoje vem crescendo tanto em quantidade, como na incorporação de elementos perigosos em sua composição. Além disto, o descarte inadequado destes resíduos no Mundo e no Brasil apresentaram, e continuam apresentando inúmeros problemas e riscos ambientais, tanto na disposição inadequada em vazadouros a céu aberto, também denominados de lixões, como na poluição e na contaminação do sistema solo-água-atmosfera-biota, tão marcantes no atual cenário de degradação ambiental do planeta.

Historicamente, principalmente em função dos avanços da indústria automotiva e de sua grande influência na logística mundial, entre os principais resíduos gerados e descartados de forma inadequada na natureza estão os pneus ou pneumáticos inservíveis, que até bem pouco tempo eram dispostos sem qualquer controle ou tratamento, muitas vezes dispostos no mar, em lixões, queimados a céu aberto, ou apenas na melhor hipótese, encaminhados para aterros sanitários como lixo comum, ou utilizado como utensílio de menor valor em diferentes usos doméstico ou agropecuário.

Estes pneus inservíveis quando descartados inadequadamente, além de ocuparem grandes volumes na natureza nos meios aquáticos ou terrestres, e produzirem gases tóxicos em sua combustão, no clima tropical estão diretamente associados à proliferação do *Aedes Aegypti* mosquito transmissor da dengue e de outras doenças tropicais.

No Brasil, especificamente a indústria de pneumáticos iniciou suas atividades em 1936 e, desde então, o avanço tecnológico contribuiu para que o pneu estivesse inserido de forma massiva na sociedade de consumo, principalmente nos veículos automotores de transportes de cargas, transporte coletivo, bem como nos veículos particulares. Entretanto, a preocupação com a gestão ambiental dos pneumáticos inservíveis, não acompanhou este

desenvolvimento da indústria, não havendo ao longo de grande parte do século XX nenhum dispositivo legal para a regulação dos resíduos de pneumáticos pós-consumo, o que ocasionou inúmeros impactos ambientais negativos com o descarte irregular da carcaça de pneus em todo o território nacional.

Não obstante as inúmeras possibilidades de reaproveitamento e reciclagem dos pneumáticos inservíveis, durante muitos anos, estes foram tratados como resíduo, sendo inclusive exportados dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento como subprodutos, ficando o rejeito final das carcaças dos pneumáticos dispostos inadequadamente nos territórios destes países, como ocorreu durante muitos anos com o Brasil, que importou grandes volumes de pneumáticos inservíveis dos Estados Unidos e da Europa para uso direto em seus automóveis.

A importação de pneumáticos inservíveis de países desenvolvidos foi proibida com a Convenção de Basileia em 1989, que foi um tratado internacional sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, e também pela Portaria nº 8 de 13 de maio de 1991, do Departamento de Operações de Comércio Exterior – DECEX, para que a responsabilidade dos pneumáticos inservíveis ficasse sob a responsabilidade dos países geradores, e não fosse mais transferida para o meio ambiente dos países importadores.

Somente em 1999, o Conselho Nacional de Meio Ambiente, através da Resolução CONAMA nº 258, que foi posteriormente alterada pela Resolução CONAMA nº 301 de 2002, determinou a obrigatoriedade das empresas fabricantes e das importadoras de pneumáticos em coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis, configurando assim, de forma ainda incipiente, as primeiras obrigações para a logística reversa da indústria de pneumáticos no Brasil.

Estas obrigações legais impulsionaram algumas iniciativas importantes na logística reversa de pneus no Brasil, tanto em relação à criação de novos dispositivos legais, bem como iniciativas dos fabricantes, sobretudo, nas regiões metropolitanas brasileiras, como por exemplo, na Região Sudeste.

Uma das primeiras iniciativas estaduais neste sentido, para a gestão de pneumáticos inservíveis, foi no Estado do Rio de Janeiro, com a Lei 4.430 de 2004, que proibiu a comercialização de pneus usados e importados, considerando a carcaça dos pneus usados oriundos de qualquer outro país, mesmo que tenha sido remoldado, recauchutado ou recapado no exterior ou no território nacional.

Em relação à atuação dos fabricantes, um marco importante para a gestão dos pneumáticos inservíveis, foi à criação da RECICLANIP, uma entidade sem fins lucrativos,

criada em 2007 pela Associação Nacional de Indústrias de Pneumáticos – ANIP que tem como empresas fundadoras a Bridgestone, Goodyear, Michelin, Continental, Dunlop, Pirelli, entre outras (ANIP, 2010).

Em 2009 foi instituída a Resolução CONAMA 416, que revogou as anteriores, e incluiu em seu texto além do conceito da logística reversa, o de prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. Esta nova resolução determina aos fabricantes e importadores de pneus novos, a coletarem e destinarem adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional, além de estabelecer a obrigatoriedade de implementação de pontos de coleta de pneus inservíveis em todos os municípios com população superior a 100 mil habitantes.

No ano de 2010, foi sancionada a Lei Federal 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, e as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, foi definido no art. 3º, XII, que a logística reversa deve ser instituída como um instrumento 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 o reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2019).

No artigo 33 desta mesma Lei Federal, tornou-se obrigatório a estruturação por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de sistemas de logística reversa, incluindo os pneumáticos inservíveis que estão citados no inciso III. Isto se tornou um grande desafio para o país, uma vez que grande parte dos pneus inservíveis gerados pós-consumo, é produzida por pequenos geradores distribuídos por todo o país, e principalmente, pela ausência de políticas municipais e estaduais de incentivo a consolidação deste novo sistema. Desta forma, ainda é comum que grandes quantidades de pneus no país sejam descartadas de forma inadequada sem retorno a nenhum dos atores previstos em Lei para a logística reversa.

Torna-se importante ainda destacar sobre a Lei Federal 12.305 de 2010, a obrigatoriedade de todos os municípios elaborarem seus Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos de forma individual ou integrada, sendo que a primeira data limite apresentada pela Lei era em 2012. Entretanto, uma constatação que tem sido relatada infelizmente, é que muitos municípios ainda não apresentaram estes Planos de Resíduos mesmo passados 10 anos da Lei, e a grande maioria que apresentou, não contemplou em seus Planos, a Logística Reversa de Pneumáticos Inservíveis.

De outra forma, principalmente nas regiões metropolitanas do país, ocorreram importantes avanços na logística reversa dos pneumáticos inservíveis, o que pode ser

constatado no Relatório editado em 2019, com os dados do ano base de 2018, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, onde somente na região Sudeste, foram destinadas 301.988,24 toneladas de pneus inservíveis, sendo 50.687,31 toneladas atribuídas ao Estado do Rio de Janeiro, o que representa 8,95% do total destinado no País.

Não obstante aos números apresentados pelo IBAMA para o Estado do Rio de Janeiro, e a Legislação Estadual para logística reversa de pneumáticos, ainda faltam dados consistentes sobre a logística reversa, considerando que não esta clara a relação entre o total de pneus novos comercializados, e a rastreabilidade de suas carcaças, que ainda podem, em grande parte, não serem destinadas a reciclagem e nem para as iniciativas disponibilizadas pelos fabricantes. Além disso, ainda é comum no Estado do Rio de Janeiro a destinação inadequada de pneumáticos inservíveis associadas à degradação ambiental e aos problemas de saúde pública, como por exemplo, a constante associação pela mídia popular, da proliferação do mosquito da dengue e das demais doenças transmitidas pelo *Aedes Aegypti* à má destinação dos pneus, o que tem sido uma preocupação constante do sistema público de saúde e da própria população.

Outra questão importante sobre a logística reversa e a rastreabilidade de pneumáticos inservíveis no Estado do Rio de Janeiro é a utilização de carcaças de pneus de forma direta em inúmeras iniciativas não contabilizadas e rastreadas pelos órgãos de fiscalização e controle. O uso de pneus inservíveis em iniciativas de recuperação de áreas degradadas, contenção de encostas, para a confecção de artesanatos, demais usos agropecuários e da construção civil, ainda é uma constante em muitos municípios fluminenses.

Uma das principais regiões industrializadas e estratégicas do Estado do Rio de Janeiro, que merece destaque nos estudos de Logística Reversa de Pneumáticos Inservíveis, em função de sua localização e desenvolvimento econômico, é a do Região Hidrográfica dos Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul localizada no extremo Sul Fluminense. Esta região, além de ser historicamente conhecida pela economia do setor siderúrgico-metalúrgico, nos últimos 20 anos vem se destacando como um dos mais importantes Polos de desenvolvimento econômico relacionados ao setor automotivo do país.

Segundo Nova (2019), a Região Hidrográfica dos Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul se desenvolveu através das indústrias de siderurgia do Grupo Votorantim e da Metalúrgica Barbará em Barra Mansa na década de 30, e da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional que se instalou em Volta Redonda em 1946. A partir de 1996, além de indústria dos mais variados setores que se instalaram na Região, se inicia o Polo Automotivo com a

instalação do Consórcio Modular da Volkswagen Caminhões em Resende, com a instalação da montadora PSA – Peugeot Citroën em Porto Real em 2001, a Hyundai em Itatiaia em 2013, a Nissan em Resende em 2014, e por ultimo com a montadora da Jaguar Land Rover em Itatiaia em 2016.

Além do crescimento do setor produtivo, como consequência a população desta região também vem crescendo em função das novas ofertas de emprego, e conseqüentemente ao aumento pela demanda de produtos industriais e demais bens de consumo, incluindo os automóveis e suas peças de reposição.

Um dos mais importantes desafios desta região é a conciliação entre este desenvolvimento econômico e a conservação ambiental, uma vez que os municípios da Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul, como o próprio nome já diz, estão localizados nas margens do principal rio do Sudeste, e o mais importante rio brasileiro para o abastecimento de água para o ambiente urbano, que é o Paraíba do Sul.

Não obstante a importância dos recursos hídricos nesta região, entre os principais problemas ambientais esta o saneamento básico e ambiental, com forte influencia dos resíduos sólidos urbanos e industriais, o que inclui também os pneumáticos inservíveis associados às questões ambientais e de saúde pública.

Cabe ressaltar, que assim como já relatado nesta introdução, a situação da Logística Reversa de pneus e a sua rastreabilidade na gestão de resíduos sólidos municipal, ainda carece de estudos específicos sobre o quantitativo de pneus inservíveis que são gerados nos municípios e que são coletados para a destinação final ambientalmente correta, bem como, a identificação da adequada integração e articulação dos Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos com as legislações Estaduais e Federais, e a atuação dos municípios como órgãos de fiscalização e controle da gestão de pneumáticos inservíveis no seu território.

Desta forma, considerando a obrigatoriedade legal da logística reversa de pneumáticos, dos dispositivos previstos nas Legislações Federal e Estadual de Resíduos Sólidos, com destaque a Resolução CONAMA nº 416 de 2009, e considerando a importância da Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro, este trabalho foi desenvolvido de maneira a avaliar o estado da arte das políticas públicas municipais de gestão de resíduos sólidos e seus impactos na logística reversa de pneumáticos nos principais municípios desta importante Região Fluminense.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o cumprimento das obrigações impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, e o atual cenário de implantação da logística reversa de pneumáticos na Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul no Sul Fluminense.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os principais impactos ambientais e de ocasionados pela má destinação/disposição final de pneumáticos inservíveis;
- Realizar um diagnóstico sobre o atual cenário da geração, do gerenciamento e da rastreabilidade de pneus inservíveis nos municípios da Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul;
- Identificar os principais modelos utilizados para a logística reversa e consequente destinação final ambientalmente adequada de pneus inservíveis na Região estudada;
- Avaliar o atual cumprimento das principais obrigações legais estabelecidas pela Legislação Federal e a implementação das políticas públicas municipais de gerenciamento de resíduos sólidos nos municípios da Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta revisão de literatura procurou-se estudar os pneus (ou pneumáticos), sua origem e classificação, como, os principais impactos da indústria de pneumáticos na socioeconomia mundial e brasileira, e as obrigações legais que devem ser cumpridas no Brasil em relação à gestão dos pneumáticos inservíveis, que se destaca como um importante resíduo gerador de impactos ambientais negativos, não obstante as diversas oportunidades de reaproveitamento direto e indireto de seus componentes, já instaladas no país e no mundo.

Para tal, foram identificados os principais dados relativos à produção dos pneumáticos, e conseqüente geração dos inservíveis, destacando o atual cenário da logística reversa destes inservíveis no Brasil, tomando-se como base a Lei Federal 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira, e as demais legislações pertinentes e vigentes ao tema.

De forma mais específica para esta revisão, e visando um maior embasamento para o estudo de caso de caráter regional, foram levantados os principais dados relativos à logística reversa de pneumáticos inservíveis no Estado do Rio de Janeiro, estado este, onde esta a Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul, que foi objeto deste estudo.

Além disso, considerando a logística reversa de pneumáticos inservíveis foram pesquisadas as principais técnicas para o tratamento e reaproveitamento dos pneus, considerados importantes resíduos sólidos pela legislação brasileira.

3.1. DEFINIÇÃO, ORIGEM E COMPOSIÇÃO DOS PNEUS

Em 1493, durante viagem ao Haiti, à tripulação do navegador Cristóvão da Gama notou que os nativos brincavam com bolas que ao tocarem o chão subiam a grandes alturas. Essas bolas eram produzidas com uma goma chamada pelos nativos de "CAUCHU", que na língua indígena significava "Árvore que Chora", mais que na verdade era a substância denominada de látex. produzida por algumas espécies vegetais. Levado para a Europa, esse material foi batizado com o nome de "Borracha", que em espanhol e português arcaico significava "Recipiente para Bebidas". Extraída basicamente da seringueira (*Hevea*

Brasilienses), também conhecida no Brasil como "Árvore de Borracha", o látex pode ser obtido a partir de outras árvores, como a Maniçoba e a Balata, entre outras. A partir dessa goma foram produzidos uma série de materiais impermeabilizantes e elásticos, mas que tinham algumas características indesejáveis: eram grudentos e variavam de forma, de acordo com a temperatura ambiente (MICHELIN; SINPEC, 2019).

No princípio, a borracha não passava desta goma "grudenta" na linguagem popular, utilizada para impermeabilizar tecidos e, quando era exposta a temperaturas elevadas, apresentava sério risco de se dissolver. Depois de muitos experimentos iniciados pelo americano Charles Goodyear, por volta de 1830, foi confirmado acidentalmente, que a borracha cozida a altas temperaturas com enxofre mantinha suas condições de elasticidade no frio ou no calor. Estava descoberto o processo de vulcanização da borracha, anunciado somente em 1843. Tal processo possibilitou dar forma ao pneu, aumentar a segurança nas freadas e diminuir as trepidações nos carros (ANIP, 2018; FIESP, 2019).

Em 1845, os irmãos Michelin foram os primeiros a patentear o pneu como um produto industrial. As etapas iniciais deste desenvolvimento ainda passaram pelo feito do inglês Robert William Thompson que, dois anos mais tarde, colocou uma câmara cheia de ar dentro do pneu para deixá-lo mais resistente, resultando também em maior conforto. Os primeiros modelos de pneus popularmente conhecidos como diagonais surgiram por volta de 1904, e eram reforçados com lonas de algodão com faixas sobrepostas, o que dava mais estabilidade e conforto ao motorista, sendo que sua durabilidade até então era considerada muito baixa (PLANETA CAMINHÃO, 2015).

Atualmente também podem ser produzidos pneus utilizando as borrachas sintéticas, obtidas através do petróleo ou do gás natural (ALVES *et al*, 2015).

De acordo com informações disponibilizadas pela FIESP em seu site (www.fiesp.com.br/sinpec), com base no Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de Ar e Camelback (Sinpec), os pneus de automóveis são projetados para suportar altas velocidades, enquanto os pneus de carga são fabricados de acordo com o peso que deverão sustentar.

Desta forma, o percentual de borracha na composição dos pneus é variável, sendo que um pneu convencional de carro contém 18% de borracha, cerca de 1.35 kg por pneu. Esse número aumenta para 40%, cerca de 22.5 Kg, de borracha natural, em pneus para caminhões.

Para um pneu de engenharia civil ou popularmente denominado de “fora de estrada” muito comum em veículos para mineração e grande obras de engenharia, como por exemplo, o modelo MICHELIN GC5, considerado o maior pneu disponível no mercado, é necessário cerca de uma tonelada de borracha natural (MICHELIN, 2019).

ANDRADE (2007) descreve que o Pneu é composto pelos seguintes materiais: estrutura em aço, náilon, fibra de aramide, rayon, fibra de vidro/poliéster; borracha natural e sintética, além de diversos tipos de polímeros; reforçados químicos como carbono preto, sílica e resinas; antidegradantes (ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão (sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e produtos auxiliares.

De forma simplificada, Ramos (2005), apresenta como principais matérias prima utilizadas para a fabricação de pneus as seguintes: negro de fumo, arame de aço, nylon e poliéster e outros produtos químicos, conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1- Principais Componentes de fabricação de pneus em percentual

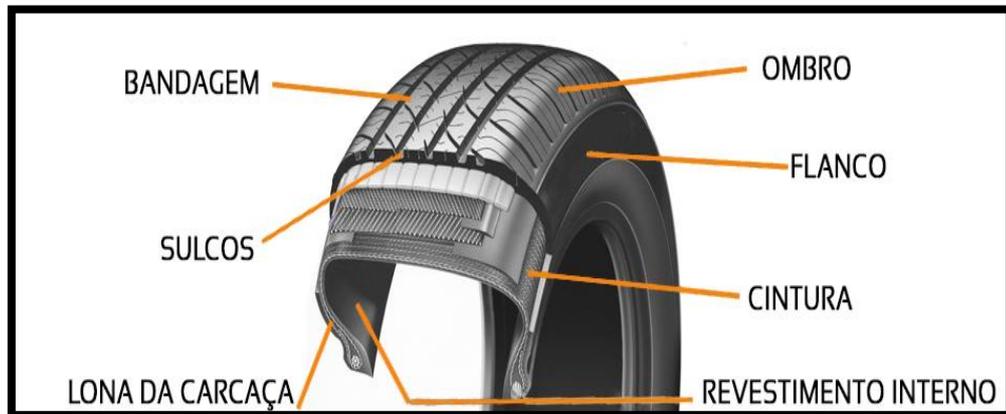
Componente	Percentual
Negro de Fumo	28%
Borracha sintética	27%
Borracha natural	14%
Arame de aço	10%
Óleo Extensor	10%
Produtos Químicos	7%
Fibras Orgânicas	4%

Fonte: BNDES, 1998.

Os Pneus também recebem outras classificações em função de sua utilização e aptidão, como por exemplo, a classificação da carcaça em dois grupos: radiais e convencionais (ou diagonais). Os radiais possuem maior teor de borracha natural, que lhes proporciona, aliado aos reforços estruturais e novos desenhos da banda de rodagem, maior resistência, durabilidade, aderência e estabilidade que os convencionais (BNDES, 1998).

Na Figura 1, de acordo com SCUDERIA (2019) esta apresentada uma imagem ilustrativa como os seus principais componentes, tais como: Bandagem, ombro, sulcos, flanco, cintura, lona de carcaça, e o revestimento interno.

Figura 1- Imagem ilustrativa de uma estrutura básica do pneu.



Fonte: SCUDERIA, (2019).

As estruturas que compõem o pneu são:

Banda de Rodagem: É a parte do pneu que entra em contato com o solo proporcionando aderência. Possui desenhos para garantir frenagem e tração. É composto de borracha com alta resistência a abrasão e ruptura.

Cintura ou Lonas: São camadas de cintas (lonas estabilizadoras) projetadas para estabilizar os arames da estrutura radial e distribuir as cargas no sentido diagonal de forma homogênea permitindo um melhor assentamento da banda de rodagem com o solo proporcionando dirigibilidade, durabilidade e segurança.

Revestimento (Liner): Face interna do pneu constituída de componentes de borracha que tem a função de evitar o vazamento de ar (para pneus sem câmara) e de atenuar o atrito com a câmara nos pneus deste tipo.

Flanco: É a parte da carcaça que vai da Banda de Rodagem ao talão. Tem a função de proteger a carcaça e é constituído por compostos de borrachas com alto grau de resistência a flexão.

Ombro: Região do pneu onde ocorre a junção da banda de rodagem com a lateral. É uma região crítica, pois concentra a flexão da carcaça e o acúmulo de calor, é constituída de compostos de borracha condutor de calor a fim de dissipar rapidamente o calor e alta flexibilidade para absorver as flexões.

Carcaça: É a estrutura do pneu, constituída de uma ou mais camadas sobrepostas de lonas (camadas de fios de aço, nylon, rayon ou outros materiais com elastômeros) e projetada para suportar o peso do veículo.

Talão: Possui a forma de um anel e tem a função de manter o pneu acoplado ao aro. É constituído por diversos arames de aço de alta resistência, unidos e recobertos por borracha.

Sulcos: Localizados na banda de rodagem, também chamados de esculturas. São formados por partes cheias chamadas de biscoitos e vazias chamadas de sulcos, têm a função de otimizar a aderência ao solo, drenar água e refrigerar a carcaça.

3.2. A PRODUÇÃO MUNDIAL DE PNEUS

A demanda mundial por pneus deriva do mercado de reposição e o mercado das montadoras. A frota mundial de veículos forma o mercado de reposição devido à necessidade de troca de pneus em função do desgaste com o passar do tempo, no caso do mercado das montadoras acontece em função de cada novo veículo de passeio demandar cinco novos pneus. Para os pneus de passeio a demanda é de 60% para reposição e 40% para veículos novos, enquanto no caso de pneus para ônibus e caminhões esta relação é a ordem de 85% reposição e 15% veículos novos. É desta forma que se estima a produção mundial anual dos pneumáticos (SANTOS; AGOSTINHO, 2010).

Atualmente, a produção global de pneus com referência ao ano de 2019, atingiu a marca de 19,25 milhões de toneladas, com uma tendência de crescimento médio de 3,4 % o anual, demonstrando que até o final 2024, o mundo poderá produzir em torno de 22,75 milhões de toneladas de pneus (Evans, 2019). Cabe ressaltar, que estes dados foram estimados anteriormente à pandemia da COVID19, e, portanto, poderão sofrer variações importantes nos próximos anos.

A revista Tire Business (2018) apresentou um ranking mundial, dentre os 75 fabricantes de pneus de maior expressão, considerando o período de 2014 a 2017, apresentando ainda os dados referentes à localização da empresa, ao faturamento anual e à produção anual. Na Tabela 02 estão sintetizadas as informações deste estudo.

Tabela 2- Ranking das 20 melhores fabricantes de pneus entre 2014 e 2017

Ranking	Companhia/ Sede	2017	
		Venda de pneus em milhões de dólares	% Total do corporativo de vendas
1	Bridgestone Tokyo/ Japão	24,350.0	75%
2	Grupo Michelin Clermont- Ferrand/ França	23,560.0	95%
3	Goodyear Tire & Rubber Co Akron/ Ohio	14,300.0	93%
4	Continental Hanover/ Alemanha	11,325.0	28.5%
5	Sumitomo Rubber Industries Ltd Kobe/ Japão	6,755.1	85.7%
6	Pirelli Milão/ Itália	6,034.2	100%
7	Hankook Tire Co Ltd Seoul/ Coreia do Sul	5,535.0	92%
8	Yokohama Rubber Industries Ltd Tóquio/ Japão	4,862.4	81.6%

Tabela 3- Ranking das 20 melhores fabricantes de pneus entre 2014 e 2017

9	Maxxis International Yuanlin/ Taiwan	3,955.5	100%
10	Zhongce Rubber Group Co. Ltd. Hangzhou/ China	3,621.9	96.4%
11	Giti Tire Pte. Ltd. Singapura	3,403.0	100%
12	Toyo Tire & Rubber Co. Ltd. Hyogo/ Japão	2,920.5	80.8%
13	Coper Tire & Rubber Co. Findlay/ Ohio	2,854.7	100%
14	Kumho Tire Co. Inc. Seoul/ Coréia do Sul	2,523.5	99%
15	MRF Ltd. Chennai/ India	2,407.5	99%
16	Apollo Tyres Ltdad. Kerala/ India	2,182.5	100%
17	Sandong Linglong Group Co. Ltd Shandong/ China	2,175.3	100%
18	Shandong Hengfeng Tyre Co. Ltd. Guangrao/ China	1,997.0	100%
19	Sailun Jinyu Tyre Co. Ltd. Dongying/ China	1,977.0	100%
20	Nexen Tire Corp. Seoul/ Coréia do Sul	1,654.0	95%

Fonte: Adaptada de TIRE BUSINESS, 2018.

A revista Tire Business classifica os fabricantes de pneus com base em sua receita com a venda de pneus (TIRE BUSINESS, 2018).

3.3. A PRODUÇÃO DE PNEUS NO BRASIL

A produção brasileira de pneus destacou-se em 1934, quando foi implantado o Plano Geral de Viação Nacional, que se concretizou em 1936 com a instalação da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha, mais conhecida como Pneus Brasil instalada no Rio de Janeiro, que só no seu primeiro ano fabricou mais de 29 mil pneus. Entre os anos de 1938 e 1941, outras grandes fabricantes do mundo passaram a produzir seus pneus no país, elevando a produção nacional para 441 mil unidades. No final dos anos 80, o Brasil já tinha produzido mais de 29 milhões de pneus (SINPEC, 2019).

Atualmente o Brasil conta com a instalação de 18 fábricas de pneus de maior expressão tanto nacionais como internacionais, como a Bridgestone Firestone, Goodyear, Pirelli e Michelin. Considerando a produção destas grandes multinacionais e as demais fabricantes nacionais, hoje, da produção mundial, o Brasil é o sétimo na categoria de pneus para automóveis e o quinto em pneus para caminhão, ônibus e camionetas (SINPEC, 2019; TIRE BUSINESS, 2018).

Este setor de fabricação de pneumáticos em conjunto com a fabricação das câmaras de ar, responde por cerca de 0,7% do PIB industrial brasileiro, gerando em referencia ao ano de 2018, uma estimativa de 29,5 mil empregos diretos e 160 mil indiretos, e atendendo a todos os segmentos fabricantes de veículos, além da cadeia de revenda para reposição, constituída por uma rede com mais de 4.500 pontos de venda no Brasil e cerca de 40 mil empregados (ANIP, 2015).

Só o mercado de reposição de pneus novos contabilizou 729.214,04 toneladas em 2016, 839.863,06 toneladas em 2017 e 821.334,06 toneladas em 2018 (IBAMA, 2018).

Na Tabela 03 está apresentada uma listagem das principais indústrias de Pneus instaladas no Brasil, sua localização, ano de abertura, quantidade de funcionários, tipos de pneus produzidos e capacidade de produção estimada, com os dados em referência ao biênio 2017-2018.

Tabela 4- Principais indústrias fabricantes de pneus no Brasil.

Indústrias e Localização	Ano de abertura	Quantidade de Funcionários (u)	Tipos de pneus	Capacidade Estimada
Bridgestone do Brasil Industria e Comercio Ltda. (Bridgestone Corp.)				
Camaçari, Bahia	2007	853u	1,2 (r)	9.800 un/d
Santo André, São Paulo	1940	2,651u	1,2,3,4,6 (r,b)	23.500 un/d
Companhia Goodyear do Brasil Produtos de Borracha Ltd. (Goodyear)				
Americana	1971	2,000u	1,2,3,4,6 (r,b)	35.000 un/d
Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda. (Continental A.G.)				
Camaçari/Bahia	2006	2,000	1,2,3 (r)	8.200 un/d
GROUP MICHELIN				
* Soc. Michelin de Participações Industria e Comercio Ltda.				
Campo-Grande, Rio de Janeiro	1981	2,855	3,6 (r)	146,500 ton/ano
Itatiaia-Resende, Rio de Janeiro	1999	1,302	1,2 (r)	4.000 un/dia
* Levorin Pneus e Câmaras				
Manaus	2012	625	5 (r,b)	5.000 un/ano
São Paulo	1960	981	5 (r,b)	5.000. un/ano
Grupo Industria Brasil Ltda. (Prometeon Tyre Group s.r.l.)				
Gravatá, Bahia*	—	2,320	2,3,4,5	39.000 un/dia
Santo Andre	—	2,140	3,4,6 (r,b)	4.500 un/dia
Maggion Inds. de Pneus E. Máquinas Ltda.				

Tabela 5- Principais indústrias fabricantes de pneus no Brasil.

Guarulhos, São Paulo	1961	650u	1,2,4,5,7 (b)	60 ton /dia
Pirelli Pneus Ltda. (Pirelli & C. S.p.A.)				
Campinas, São Paulo	1970	2,160u	1,2 (r)	34.000 un/dia
Feira de Santana	1986	1,500	1,2,3 (r,b)	15,200 un/dia
Gravataí, Bahia	1976	—	5 (r,b)	—
Rinaldi S.A. - Indústria de Pneumáticos				
Bento Gonçalves, Rio Grande	1969	700u	4,5,7	3.000 un/ano
Rodaco Brasil (Camsol Ltd.)				
Porto Alegre	—	—	7 (b)	—
Sumitomo Rubber do Brasil Ltda. (Sumitomo Rubber Industries Ltd.)				
Fazenda Rio Grande, Paraná	2013	1,269	1,2 (r)	1.700 ton/ano
Titan Pneus Do Brasil Ltda. (Titan International Inc.)				
São Paulo	1939	600u	2,3,4,6 (r,b)	4.500 un/d

* Legenda da Tabela dos Tipos de Pneus: 1–Auto; 2–Caminhão Leve; 3– Caminhão/ ônibus; 4–Agricultura; 5–Motocicleta; 6–OTR; 7-Industrial; 8–Aeronave; 9–Corrida. r–Radial; b–Bias-ply

Fonte: Adaptada de TIRE BUSINESS, 2018.

No Brasil a indústria de pneus que mais produz é a Goodyear e a Grupo Industria Brasil Ltda. (Prometeon Tyre Group s.r.l.) com uma produção de 35.000 un/d e 39.000 unidade/ dia. A empresa Goodyear é a que produz maior variedade de tipos de pneus, desde pneus de automóveis, OTR, caminhão e motocicleta, deste o radial, concencional e diagonal (Bias play).

3.4 CARACTERIZAÇÕES DOS PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS

Inicialmente eram considerados pneu ou pneumáticos inservíveis no Brasil, de acordo com a Resolução CONTRAN N° 558/80, os pneus que apresentassem quebras, trincas, deformações ou consertos, em qualquer dos eixos do veículo de transporte coletivo de passageiros acima de oito lugares (CONTRAN, 1980).

A definição para pneumático inservível mais recente é dada pela Resolução CONAMA n° 416/2009, Art. 2°, inciso V, que descreve como inservível o pneu usado que apresente danos irreparáveis em sua estrutura, não mais se prestando mais à rodagem ou à reforma (CONAMA, 2009).

Desta forma, por esta definição, os pneumáticos usados sem danos irreparáveis, utilizados para a recauchutagem não podem ser considerados e classificados como inservíveis, pois se trata de uma reutilização ou recuperação direta das carcaças do pneu para uma nova rodagem (DA SILVA & PACHECO, 2004).

A partir do momento que este pneu inservível é descartado no meio ambiente de maneira incorreta passa a ser um problema de saúde pública e para o meio ambiente (DA SILVA & PACHECO, 2004).

3.4.1 Os pneus inservíveis e a classificação de resíduos sólidos no Brasil

No Art. 3° da Lei Federal 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos-PNRS, em seu inciso XVI, foi oficializada uma nova definição para resíduos sólidos no Brasil, tornando-se obsoleta a definição de resíduos sólidos anterior, definida na Norma da ABNT-NBR 10.004 de 2004, que continua sendo utilizada para a classificação de Resíduos por “periculosidade” como será descrito posteriormente ainda neste item.

Pela nova definição, resíduo sólido é todo o material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS, 2010).

A PNRS também ampliou a classificação de resíduos sólidos por origem prevista na ABNT – NBR 10.004 de 2004, e em seu Art. 13., inciso I, definiu a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

No contexto desta pesquisa torna-se importante destacar as diferentes origens previstas na Lei Federal, uma vez que os pneumáticos inservíveis são gerados em diferentes origens e em diferentes etapas dos processos produtivos e de pós-consumo.

Embora possa parecer que a origem de maior importância para os pneumáticos inservíveis seja a da alínea j deste artigo 13, da PNRS, referente a resíduos de serviços de transportes dos mais diversos modais terrestres, obviamente com maior destaque ao rodoviário, deve-se considerar que em todas as origens existem logísticas que dependem de veículos automotivos, como por exemplo, a dos automóveis particulares no ambiente doméstico, e dos demais veículos de estrada e fora de estrada utilizados nas atividades industriais, do turismo, do agronegócio e mineração, entre outros.

No quadro 1 abaixo, elaborado por esta autora, estão sugeridas algumas das possíveis gerações de pneumáticos inservíveis para as principais origens de resíduos sólidos classificadas na PNRS.

Quadro 1- Possíveis Gerações de Pneumáticos Inservíveis por Origem de Resíduos Sólidos no Brasil.

Origem dos Resíduos Sólidos	Gerações de Pneumáticos Inservíveis
Resíduos domiciliares	Automóveis, reboques, carrinhos de mãos, etc.
Resíduos de limpeza urbana	Caminhões, Tratores e demais veículos de coleta de rejeitos e resíduos, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Caminhões, Tratores e demais veículos de coleta de rejeitos e resíduos, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Veículos de distribuição e venda de produtos, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos industriais	Caminhões, Tratores e demais veículos de cargas internas e externas, manutenção de jardins, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos de serviços de saúde	Ambulância, veículos de coleta de resíduos de saúde, e demais veículos da área administrativa.

Quadro 2- Possíveis Gerações de Pneumáticos Inservíveis por Origem de Resíduos Sólidos no Brasil.

Resíduos da construção civil	Caminhões, Tratores, demais Máquinas e Equipamentos, veículos de carga, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos agrossilvopastoris	Caminhões, Tratores e demais veículos agrícolas, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos de serviços de transportes	Caminhões, Tratores e demais veículos de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.
Resíduos de mineração	Caminhões, Tratores e demais veículos e equipamentos utilizados na mineração, transporte de passageiros, demais veículos da área administrativa, etc.

Desta forma, os pneumáticos inservíveis se encaixam na definição de resíduo sólido por estar enquadrado principalmente como objeto e bem descartado após sua utilização nas diferentes origens de sua geração, tanto quando mantem a sua forma original ou mesmo depois de decomposto nos diferentes materiais da sua composição pelos diferentes métodos de trituração, desmontagem, etc.

De acordo com Andrade; Jesus; Cruz, (2015), a partir do processo de descaracterização dos pneus inservíveis obtêm-se três resíduos, onde cada resíduo tem seu percentual de composição e valor de acordo com a Tabela 4 abaixo:

Tabela 6- Composição dos subprodutos na descaracterização do pneu.

Subproduto	Porcentagem
Aço	20%
Borracha	79%
Nylon/Lona	1%

Fonte: Andrade; Jesus; Cruz, (2015).

Neste mesmo Art. 13. da PNRS, em seu inciso II, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Esta classificação segundo o grau de periculosidade da PNRS esta em consonância com os critérios estabelecidos na Norma da ABNT-NBR 10.004 de 2004. A periculosidade de um resíduo é a característica apresentada por um resíduo qualquer que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar:

- a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

De acordo com a Norma NBR 10.004 de 2004 os resíduos são classificados da seguinte forma:

Resíduos classe I: perigosos – apresentam risco a saúde pública ou ao meio ambiente ou apresentam as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ex.: Óleos derivados de petróleo, Tintas, Solventes, resíduos Patogênicos etc.

Resíduos classe II: não-perigosos

Classe II A: não inertes – quando não se enquadram como classe I ou II B. Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Ex.: Resíduos de refeitório (resto de alimentos), sanitários (banheiros), etc.

Classe II B: inertes – quando submetidos a contato estático ou dinâmico com água, não tem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Ex.: plástico, papel, papelão, vidro, etc.

De acordo com estes padrões estabelecidos pela NBR 10.004/2004 os pneus são classificados como Classe II A, não inertes, por apresentarem teores de metais (zinco e manganês) no estrato solubilizado superiores aos padrões preestabelecidos pela NBR 10.004/2004 (LESCANO et al, 2017).

No Anexo H desta mesma NBR 10.004/ 2004, os pneus estão classificados como não perigosos e o código da referida norma é A008 (FARIA, 2015)

3.4.2 Os impactos ambientais dos pneumáticos inservíveis

O aumento da demanda por veículos automotores acarreta maior produção de novos pneus, que após o término de sua vida útil se transformam em inservíveis, e consequentemente em um passivo ambiental de difícil descarte adequado, tanto pela demora em se decompor quanto por seu grande volume (SILVA et al., 2019)

Apesar de o pneu ser um material inerte e não conter metais pesados em sua composição, não ser solúvel em água e, portanto, não sofrer lixiviação (carregamento pela água da chuva de materiais que são carregados ao lençol freático), seu descarte ou disposição final requer gerenciamento específico. Desta forma, o descarte incorreto dos pneus inservíveis representa um dos grandes problemas ambientais e de saúde pública, pois sua disposição inadequada pode causar grandes danos ao meio ambiente e a saúde pública, por favorecer a proliferação de vetores que causam doenças ao ser humano (ODA; FERNANDES JÚNIOR, 2001; ANDRADE, 2007).

A norma ISO 14.001 (ABNT, 2015) define impacto ambiental como sendo qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.

A Lei no 6.938/81 (BRASIL, 1981) que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu Art. 3º, apresenta algumas definições que permitem compreender, de maneira mais ampla, o conceito de impacto ambiental. São elas:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

A Resolução CONAMA nº 01/86 (CONAMA, 1986) complementa essas informações através de seu Art. 1º com a definição de Impacto Ambiental, estabelecendo o mesmo como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetem:

- a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- qualidade dos recursos ambientais.

Os pneus inservíveis que não são destinados corretamente podem causar inúmeros problemas de degradação, poluição e contaminação ambiental. Se sofrerem combustão a céu aberto por exemplo, o que é muito comum ainda, podem liberar substâncias tóxicas como monóxido de carbono (CO), óxido de enxofre (SOx), óxido de nitrogênio (NOx) e compostos orgânicos voláteis, além de dioxinas, furanos, ácido clorídrico e benzeno (ALVES, *et al.*, 2015).

Segundo Lagarinhos e Tenorio (2008), os dois principais subprodutos da queima dos pneus a céu aberto que constituem o maior risco de contaminação ao meio ambiente são: o óleo pirolítico e as cinzas. De acordo com estes autores, devido às condições de diminuição da quantidade de oxigênio no ar e o calor intenso que se gera durante uma queima incontrolada de pneus, ocorrem reações de pirólise, produzindo como consequência um alcatrão oleoso, que consiste em mistura de nafta, benzeno, tiazóis, aminas, etilbenzeno, tolueno e outros hidrocarbonetos. Além do óleo, nas cinzas resultantes da queima podem existir em altas concentrações, como no caso do chumbo, do cádmio e do zinco. Estes autores alertam ainda, que a água utilizada para combater os incêndios em grandes pilhas de pneus, pode aumentar a produção do óleo pirolítico e proporcionar uma maior contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas dos locais de descarte e queima de pneus.

Alves *et al* (2015) acrescenta, ainda, possíveis problemas sanitários ocasionados pela má destinação, como a proliferação de vetores, em especial a dengue, ocasionado pela água parada nos pneus mal acondicionados.

Mesmo quando os pneus inservíveis são destinados em aterros sanitários legalizados, esta não é uma boa destinação, pois além de ter baixa compressibilidade, o que contribui com a redução da vida útil dos aterros, os pneus absorvem os gases que são liberados pela decomposição dos outros resíduos, inchando e podendo até estourar, o que prejudica a cobertura dos aterros (ODA; FERNANDES JÚNIOR, 2001).

Já quando este material é disposto em terrenos a céu aberto, o acúmulo de água da chuva pode servir de criadouros para micro e macro vetores como, por exemplo, o mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue e o surgimento da leptospirose, pois como o pneu é de difícil decomposição servirá como abrigo para animais peçonhentos e ratos; (RODRIGUES JORGE *et al.*, 2004; ANDRADE, 2007; VIOTTI, 2017).

A questão da Dengue no Brasil tem cada vez mais importância, e o descarte ou simples armazenamento inadequado dos pneus estão sempre na linha de frente das medidas preventivas, estando o maior número de casos da doença sempre concentrado nas grandes metrópoles da região Sudeste (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Além da preocupação com o descarte dos inservíveis, novas iniciativas surgiram em relação às questões ambientais na indústria de pneumáticos, um exemplo é com relação a produção de pneus mais leves e com atrito menor, proporcionando assim uma economia de

4% de combustível, reduzindo as emissões na atmosfera. Além disso, em relação a contaminação ambiental, algumas empresas estão investindo no desenvolvimento dos pneus aplicando mais borrachas natural e menos negro de fumo (BNDES, 2018).

3.5 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA APLICADA AOS PNEUS INSERVÍVEIS

A Resolução CONAMA nº 258/ 1999 determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis (CONAMA, 1999).

O Art. 5º determina que o IBAMA poderá adotar, para efeito de fiscalização e controle, a equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis. Em seu ART. 6º as empresas importadoras deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, previamente aos embarques no exterior, a destinação fina, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no ART. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades a serem importadas, para efeitos de liberação de importação junto ao Departamento de Operações de Comércio Exterior- DECEX, do Ministério do desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (CONAMA, 1999)

A Resolução CONAMA nº 416/2009 fixou regras de prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis que consiste na sua destinação ambientalmente adequada. Os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2 kg, ficam obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida pela citada Resolução (CONAMA, 2009).

O Art. 1º, § 1º, determina que cabe aos fabricantes e importadores realizar a coleta, dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida. Sendo de responsabilidade dos distribuidores, revendedores, destinadores, consumidores e Poder Público atuar em articulação com os fabricantes e importadores para implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país (CONAMA, 2009). Seguindo as determinações da Resolução em questão, os fabricantes e os importadores de pneus novos, deverão implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros.

O sistema de logística reversa funciona por meio de parcerias, em geral com prefeituras, que podem disponibilizar áreas de armazenamento temporário para os pneus inservíveis. Os pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental que pode resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública. O ideal é que este resíduo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura (SINIR, 2019).

A Resolução também determina que os fabricantes e importadores de pneus novos devem declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de 01 (um) ano, por meio do CTF, a destinação adequada dos pneus inservíveis de acordo com o estabelecido pelo Art. 3º (CONAMA, 2009). A Instrução Normativa Ibama nº 1, de 18 de março de 2010, estabelece os procedimentos e métodos para verificação do cumprimento da Resolução Conama nº 416/09.

Em relação ao tratamento dos Pneumáticos inservíveis como resíduos sólidos, o que já foi conceituado no item 3.3.1 desta revisão, a Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) torna-se balizadora no contexto desta pesquisa bibliográfica. Seu principal objetivo é determinar soluções e responsabilidades ao governo e instituir a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos incluindo os pneumáticos inservíveis: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo (BRASIL, 2010).

A PNRS tem como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável além de conscientizar o aumento da reciclagem, a reutilização dos resíduos sólidos e conscientizar a população para a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Esta Lei permite que o País avance enfrentando os principais problemas ambientais, sociais e econômicos que é ocasionado pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos. Além destas relevâncias citadas a Lei também cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e também coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva (BRASIL, 2010).

É importante destacar alguns artigos desta referida Lei, que também serão discutidos e referenciados no decorrer desta revisão, os quais demonstram a preocupação por parte do Poder Público em garantir uma gestão de resíduos sólidos eficiente.

São eles:

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

...

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II - lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;

IV - outras formas vedadas pelo poder público.

...

Art. 49. É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação (BRASIL, 2010).

3.5.1 Sobre a gestão e a importação de pneumáticos

No decorrer da década de 90, em meio às diversas restrições legais aplicadas à importação de pneumáticos usados, o Brasil precisou responder a liminares cuja finalidade era assegurar a algumas empresas a manutenção de suas importações de pneumáticos usados. Uma das alegações da indústria da reforma de pneus importados era de que a qualidade e quantidade das carcaças nacionais não atenderiam a demanda da produção brasileira e com isso as indústrias teriam um enorme prejuízo, ocasionando uma possível dispensa da mão de obra, por falta de carcaças para a produção industrial do setor. O Uruguai questionou a posição brasileira no âmbito do MERCOSUL, pois, com a proibição, os pneus provenientes do referido país estariam sendo impedidos de adentrar no Brasil. Concomitantemente, a União Europeia também questionou a postura brasileira na Organização do Mundial do Comércio (OMC), indagando sobre a legalidade referente à proibição de importação de pneus usados do

referido Bloco Econômico, uma vez que foi aberto um precedente para a entrada de pneus provenientes do Uruguai e também a entrada daqueles amparados por liminares concedidos pelas justiças dos Estados (SILVA, 2011).

Diante disso, a legislação brasileira adotou uma série de medidas a fim de minimizar os possíveis impactos ambientais que poderiam ser gerados pela importação de pneumáticos usados.

Vejamos um resumo dessas medidas legislativas elencadas por Pereira (2011) e Sávio (2011):

Portaria nº 8 de 13 de maio de 1991, do Departamento de Operações de Comércio Exterior – DECEX – Dispõe sobre os procedimentos administrativos aplicados na importação e, em seu art. 27, estabelece a proibição de importação de bens de consumo usados. Conseqüentemente, a importação de pneumáticos usados também passou a ser proibida.

Portaria Normativa nº 138 – N, de 22 de dezembro de 1992, do IBAMA, com base na Convenção de Basileia, colocou os pneus usados na categoria de resíduos sujeitos à importação proibida.

Resolução CONAMA nº 7, de 4 de maio de 1993, trouxe o conceito de resíduos indesejáveis, considerando assim, aqueles que não são necessariamente perigosos na sua conformação original, mas se tornam ambientalmente inconvenientes e de risco à saúde pública quando de seu manuseio, tratamento, processamento ou disposição final.

Resolução CONAMA nº 23, de 12 de dezembro de 1996, dispõe sobre as definições e tratamentos a serem dados aos resíduos perigosos. Classificou os pneus usados como resíduos inertes, classe III, cuja importação seria proibida, pois a depender da sua disposição final, poderia ser considerado perigoso.

Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis, na proporção de um pneu inservível para quatro pneus novos fabricados ou importados, a partir de 1º de janeiro de 2002, de um pneu inservível para cada dois pneus fabricados ou importados a partir de 1º de janeiro de 2003, de cinco pneus inservíveis para quatro pneus reformados a partir de 1º de janeiro de 2004 e de quatro pneus inservíveis para cada três reformados importados a partir de 1º de janeiro de 2005.

Resolução CONAMA nº 301, de 21 de março de 2002, altera dispositivos da CONAMA nº 258/1999 ampliando a obrigação de se

dar tratamento ambientalmente adequado àqueles pneus que ingressassem no território nacional. As empresas importadoras, como o fabricante nacional, poderiam manter instalações próprias ou contratar serviços de terceiros para dar cumprimento ao disposto da Resolução CONAMA nº 258/1999. Também ficavam proibidas as ações consideradas ambientalmente inadequadas (disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços e queima em céu aberto).

Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, dispõe sobre as penalidades por motivo de conduta e atividades lesivas ao meio ambiente.

Decreto nº 3.919, de 14 de setembro de 2001, prevê multa de R\$ 400,00 (quatrocentos reais), por unidade, na importação de pneus usados e reformados.

Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009, dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, além de revogar as Resoluções CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, e nº 301, de 21 de março de 2002.

RESOLUÇÃO Nº 452, de 02 de julho de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.

Em 2009, o Supremo Tribunal Federal (STF) confirmou a constitucionalidade das leis brasileiras que proíbem a importação de pneus usados. A proibição era válida para toda e qualquer importação, mesmo que baseada em decisão judicial, inclusive de países do Mercosul. Segundo o STF a importação de pneus usados, configura para a nação um enorme risco para o meio ambiente brasileiro. O governo federal, vinha desde 1991 procurando meios para proibir a importação de pneumáticos usados sem, no entanto, lograr êxito, porquanto sempre era impedido por liminares judiciais que permitiam a importação regular desse produto estrangeiro, adentrando as fronteiras brasileiras sistematicamente e em grandes volumes (STF, 2009; SILVA, 2011).

Da mesma forma, e com a aplicação direta sobre a importação dos Pneus Inservíveis, a já citada PNRS instituída pela Lei Federal nº 12.305 de 2010, em seu Art. 49 determina que é proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação.

A importação de pneumáticos usados também é proibida no Brasil pelo Art.6º da Resolução Conama nº 452 de 2012, onde define em seu Art. 6º, que não estão sujeitos à restrição de importação os Resíduos Inertes - Classe IIB, desde que não controlados pelo IBAMA e não combinados com Outros Resíduos ou rejeitos, à exceção dos pneumáticos usados cuja importação é proibida.

3.5.1.1 Convenção de Basiléia

A Convenção de Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito aconteceu na Suíça em 22 de março de 1989 e foi responsável por um tratado internacional com 187 países objetivando minimizar a geração de resíduos perigosos através do monitoramento dos impactos ambientais das operações de depósito, recuperação e reciclagem destes resíduos, modificações nos próprios processos produtivos e a redução do movimento transfronteiriço desses resíduos. O tratado também estabeleceu a necessidade de consentimento prévio, por escrito, por parte dos países importadores e a correta administração ambiental dos depósitos de resíduos (ANDRADE; FONSECA; MATTOS, 2010); BRASIL (2019).

A Convenção de Basiléia foi internalizada na íntegra por meio do Decreto Nº 875, de 19 de julho de 1993, sendo regulamentada pela Resolução CONAMA nº452, 02 de julho de 2012. A convenção busca coibir o tráfico ilegal e prevê a intensificação da cooperação internacional para a gestão ambientalmente adequada destes resíduos (BRASIL, 2019).

Em 1994 ocorreu a 2ª Reunião das Partes da Convenção da Basiléia na qual foi aprovado o Basel Ban determinando a proibição de importação e exportação dos produtos perigosos que pertencem aos países membros da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) (ANDRADE; FONSECA; MATTOS, 2010).

Em 1999, na Quinta Conferência das Partes, os pneus foram incluídos através do documento “*Technical Guidelines on the Identification and Management of Used Tyres*” devido à preocupação que os pneus representam à saúde humana, vegetal e animal. Esta medida foi adotada para não acelerar a formação deste passivo ambiental (BASEL CONVENTION, 2014).

Segundo a Convenção de Basileia (BASEL CONVENTION, 2014), cada parte envolvida deverá tomar as seguintes medidas:

assegurar que a geração de resíduos perigosos e outros resíduos dentro dele é reduzido ao mínimo, levando-se em conta os aspectos sociais, tecnológicos e aspectos econômicos;

garantir a disponibilidade de instalações adequadas de eliminação, para gestão ambientalmente saudável de resíduos perigosos e outros resíduos, que devem estar localizados, na medida do possível, dentro dele, o local de sua disposição;

assegurar que as pessoas envolvidas na gestão de substâncias perigosas os resíduos ou outros resíduos no seu interior tomam as medidas necessárias para evitar poluição devida a resíduos perigosos e outros resíduos provenientes de gestão e, se tal poluição ocorrer, minimizar as consequências para a saúde humana e o ambiente;

garantir que o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos e outros resíduos é reduzido ao mínimo compatível com o manejo ambientalmente saudável e eficiente de tais resíduos, e é conduzido de uma forma que proteja a saúde humana e o ambiente contra os efeitos adversos que podem resultar de tais movimento;

não permitir a exportação de resíduos perigosos ou outros resíduos para um Estado ou grupo de Estados pertencentes a uma integração econômica e / ou política organização que são Partes, particularmente países em desenvolvimento, proibiram por sua legislação todas as importações, ou se têm motivos para acreditar que os resíduos em questão não serão geridos de forma ambiental boa maneira, de acordo com critérios a serem decididos pelas partes na sua primeira reunião;

requerer que a informação sobre uma proposta transfronteiriça circulação de resíduos perigosos e outros resíduos seja fornecida à Estados interessados, de acordo com o Anexo VA, para indicar claramente os efeitos do movimento proposto para a saúde humana e o meio ambiente;

impedir a importação de resíduos perigosos e outros resíduos, se razões para acreditar que os resíduos em questão não serão geridos de maneira ambientalmente sadia;

cooperar em atividades com outras Partes e interessados diretamente e através do Secretariado, incluindo a disseminação de informação sobre o movimento transfronteiriço resíduos perigosos e outros resíduos, a fim de melhorar a gestão ambientalmente saudável desses resíduos e alcançar a prevenção do tráfico ilegal.

3.6. LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS NO BRASIL

Os riscos decorrentes de disposição imprópria de determinados produtos no meio ambiente podem recomendar, em alguns casos, a criação de sistemas de coleta seletiva mantidos por seus fabricantes. Adota-se, em tais casos, o conceito de logística reversa que faz retornar ao produtor, para tratamento e descarte adequados, o bem no fim de sua vida útil, numa fase designada pós-consumo (VALLE, 2004).

A logística reversa caracteriza-se por ser um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial. A preocupação com o destino dos pneus, em especial, os pneus inservíveis têm sido uma constante, tanto para quem trabalha com o ramo dos pneumáticos quanto para a população em geral, que sofre as consequências do inadequado destino dado a este tipo de material (KRANZ, 2015).

Seguindo esta lógica da logística reversa, o pós-venda e o pós-consumo ganham importância nas estratégias de sustentabilidade e no crescimento dos negócios das empresas. A partir da aprovação de legislações restritivas com relação à disposição final dos produtos no final da vida útil nos países do primeiro mundo e emergentes, algumas empresas aceitam previamente o retorno dos seus produtos dos consumidores finais, para uma possível reutilização, reciclagem no seu ciclo produtivo ou em outros ciclos, ou mesmo para a disposição final (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2012).

Como já visto, a PNRS determina uma série de diretrizes que devem ser cumpridas para o gerenciamento ambiental dos resíduos sólidos, e que neste caso, como já explicado anteriormente, se aplica diretamente aos Pneumáticos inservíveis.

No Art. 9º da referida Lei fica estabelecido que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ou seja, os resíduos gerados devem ser processados de forma ambientalmente adequada antes de serem conduzidos para a destinação final.

Neste mesmo contexto, Cimino e Zanta (2005) afirmam que algumas estratégias devem estar associadas à gestão de um produto a fim de reduzir a extração de recursos naturais e a geração de resíduos.

Em relação aos pneumáticos inservíveis, tais estratégias envolvem:

Redução na fonte: ampliando a vida útil do produto, por meio de melhoria de técnicas de manufatura, e de manutenção; pesquisa de materiais; pesquisa de reinserção dos resíduos de borracha na cadeia produtiva;

Reutilização: na recuperação do pneu usado, por meio de recapagem, recauchutagem ou remoldagem; e com novo uso para os pneus inservíveis inteiros, como recifes artificiais, quebra-mares, flutuantes, playgrounds, elementos estruturais, cercas rurais, entre outros usos;

Reciclagem: reinserindo o pneu inservível como matéria-prima para novos produtos, por meio de aplicação física (inteiros, como combustível alternativo em fornos de cimenteiras; e triturados, como combustível alternativo, TDF, na pavimentação asfáltica via processo seco, e em passeios públicos) e, química (os pneus processados podem ser empregados como borracha regenerada, elementos e componentes construtivos, pisos para áreas de lazer e recreação, solados e saltos de botas, pavimentação asfáltica via processo úmido, entre outras aplicações).

A responsabilidade estendida de fabricantes e importadores em relação aos produtos após sua vida útil e as próprias embalagens, está tornando-se cada vez mais comum em todo o mundo, e o rigor das legislações ambientais tem impulsionado as ações de concretização do Sistema de Logística Reversa (SLR) (COUTO; LANGE, 2017).

A eficiência destes processos do SLR está diretamente ligada à interação entre o poder público, setores industrial e comercial e sociedade civil uma vez que a PNRS, também prevê em seu Art. 33. a obrigatoriedade por parte dos envolvidos na estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

O Art. 3º, inciso X da Lei Federal 12.305/2010 define o gerenciamento de resíduos sólidos como sendo um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.

Em relação aos Pneumáticos inservíveis no Brasil, o modelo de logística reversa adotado, se dá através da disponibilização pelos Fabricantes de pontos de coleta para posterior coleta e transporte para os diferentes destinadores finais, como por exemplo, às empresas de trituração que os transformam em pedaços de borracha, denominados chips, que podem ser moídos com separação do aço e tecido para gerar novos produtos como asfalto borracha, pisos, tapetes, etc., ou destinados à cogeração energética, substituindo outros combustíveis (ANIP, 2019).

Na figura 2, esta apresentada uma ilustração sobre o principal ciclo de destinação do SLR dos Pneumáticos inservíveis no Brasil.

A Resolução CONAMA nº 416/2009, estabelece que, para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras devem dar destinação adequada a um pneu inservível (relação 1:1).

A meta de destinação a ser cumprida é calculada a partir da conversão, em peso, dos pneus comercializados no mercado de reposição, considerando o desconto de 30%, em peso, pelo fator de desgaste do pneu novo.

Com isto, o mercado de reposição de pneus é o resultante da Equação 1, a seguir.

$$MR = (P + I) - (E + EO)$$

Sendo:

MR – Mercado de Reposição

P – Total de pneus produzidos

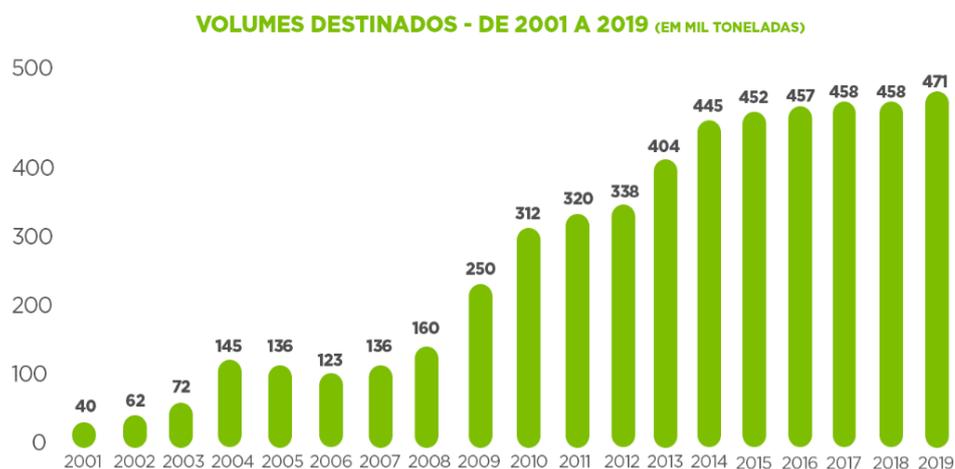
I – Total de pneus importados

E – Total de pneus exportados

EO – Total de pneus que equipam veículos novos

O volume de pneus destinados no Brasil é registrado anualmente no IBAMA, para posterior apresentação oficial dos relatórios de pneumáticos inservíveis destinados à logística reversa. Na figura 2 abaixo, é apresentado um gráfico com a evolução dos volumes de pneumáticos inservíveis entre os anos de 2001 a 2019.

Figura 2- Volumes destinados de pneus inservíveis de 2001 a 2019.



Fonte: RECICLANIP, 2020.

De acordo com a figura 2, pode-se observar que o quantitativo de pneus inservíveis vem aumentando anualmente, ressalta-se que este aumento passa a ser mais expressivo a partir de 2009, após imposições das metas pelo o CONOMA, significando também um aumento no quantitativo de pneus novos produzidos (RECICLANIP, 2020).

A Tabela 5 apresenta a quantidade, em toneladas, e distribuição percentual do total de pneumáticos inservíveis destinados para o cumprimento da meta, por região do País, com referência aos dados coletados para o Ano Base de 2018, sendo este o último relatório apresentado pelo IBAMA no final de 2019.

Tabela 7- Quantidade de pneus inservíveis destinados por regiões brasileiras (2018).

Região	Destinação (t)	Percentual/ País
Sudeste	301.988,24	53,32%
Sul	132.766,30	29,44%
Centro-Oeste	75.860,41	13,40%

A Região que apresentou o maior quantitativo de pneus inservíveis foi a Região Sudeste, por ser uma região com grandes frotas de veículos, ter maior concentração de indústrias, possuir três grandes aeroportos, maiores portos, grande densidade populacional, maiores rodovias, contribuindo, assim, para um grande número de pneus inservíveis (IBAMA, 2018).

O cumprimento da meta de destinação de pneus inservíveis em relação aos fabricantes e importadores de pneus pode ser verificado através da Tabela 6.

Tabela 8- Meta, destinação e percentual do cumprimento pelos fabricantes e importadores de pneus novos (2018).

	Meta (t)	Destinação (t)	Cumprimento da meta (%)
Fabricantes de pneus	426.393,51	446.988,93	104,83
Importadores de pneus	148.540,33	119.334,91	80,34

Fonte: IBAMA, 2018

Segundo este relatório, os fabricantes de pneus conseguiram superar a meta de 1:1 para o recolhimento de inservíveis em relação a sua própria fabricação de pneus novos, enquanto os importadores ainda estão abaixo desta meta, tendo alcançado apenas 80% do recolhimento e pneus importados.

Deve-se ressaltar que estes dados não estão associados ao passivo de pneus não recolhidos ou destinados de forma incorreta nos anos anteriores, eles estão contabilizados

apenas em função da quantidade de pneus inservíveis coletados, independente do seu ano de fabricação. Estima-se que exista ainda no Brasil um passivo ambiental representado por 152,5 mil toneladas de pneus inservíveis de responsabilidade dos importadores que não cumpriram sua meta. São 604 importadores de pneus novos registrados no Cadastro Técnico Federal (CTF) do IBAMA, (incluindo os 11 fabricantes e suas subsidiárias) (ANIP, 2019).

Estes dados também sugerem que os fabricantes do país estão se comprometendo a cumprir o compromisso ambiental e legal de recolher os pneus inservíveis de sua responsabilidade, de acordo com as metas anuais estabelecidas pelo IBAMA.

O sucesso para o cumprimento destas metas previstas pelo CONAMA está associado principalmente à atuação da ANIP – Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos e o Programa Nacional e Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis criado em 1999 e a criação em 2007 da Reciclanip, entidade voltada exclusivamente para a realização deste trabalho no país.

A Reciclanip é uma referência mundial em logística reversa de Pneumáticos Inservíveis, sendo a maior da América Latina no setor de pneus, reunindo mais de 1.026 pontos de coleta distribuídos por todo o país. Desde o início da operação até o final de 2019, em aproximadamente 1026 pontos de coleta distribuídos por todo o país, foram coletados e destinados adequadamente mais de 5,23 milhões de toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 1,04 bilhão de pneus de passeio. A indústria nacional já investiu R\$ 1,6 bilhão nesta operação (ANIP, 2019).

Este trabalho de logística reversa da Reciclanip já recebeu vários reconhecimentos, como o Prêmio E, concedido pela UNESCO em parceria com a Prefeitura do Rio de Janeiro e o Instituto E; o Prêmio FIESP como exemplo de ação de sustentabilidade; e o Prêmio Opinião Pública (POP) dos Conselhos de Relações Públicas pelo trabalho de conscientização da população sobre o recolhimento e destinação adequada dos pneus inservíveis.

Segundo dados recentes da Reciclanip só nos primeiros dois meses de 2020 já foram destinados 58.188 pneus.

3.6.1. Os Pneus e os Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Municipais.

Para MAROUN (2006), o plano de gerenciamento deve conter todas as etapas que envolvem a geração do resíduo, a caracterização, o manuseio, o acondicionamento, o armazenamento, a coleta, o transporte, a reciclagem, o tratamento e a destinação final, devendo apresentar os objetivos e metas.

De acordo com o Art. 18 da PNRS, a elaboração de Plano Municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

O Art. 19 da referida Lei estabelece o conteúdo mínimo para a elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, sendo:

- I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;
- II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;
- III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;
- IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;
- VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;
- VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;
- IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;

- X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;
- XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;
- XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;
- XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;
- XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;
- XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;
- XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;
- XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

O governo de Estado de Minas Gerais, por exemplo, produziu uma série de diretrizes básicas para com o objetivo de orientar os municípios mineiros na gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos. Dentre elas, a elaboração e implantação de um Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Pneumáticos – PGIRPN.

Esse Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Pneumáticos – PGIRPN, segundo Mattioli *et al*, (2009) deve ser dividido em duas etapas:

1ª etapa: Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos Pneumáticos, elaborado, implementado e coordenado pelo município.

2ª etapa: Projetos de Gerenciamento de Resíduos Pneumáticos, elaborados e implementados pelos geradores.

Mattioli *et al*, (2009) também sugere que para elaboração desse programa que compõe o PGIRPN, o município poderá seguir as seguintes etapas básicas:

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

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

Elaboração do diagnóstico da situação atual dos resíduos pneumáticos São obtidas informações como:

- caracterização dos resíduos (levantamento qualitativo e quantitativo);
- análise das possíveis condições de deposições dos resíduos.

3.6.2. Logística Reversa de Pneumáticos no Estado do Rio de Janeiro

De acordo com o Relatório do INEA nº183/2019 os pneus inservíveis deverão ser armazenados em local seco, coberto e sinalizado; a coleta deverá atender a logística reversa; deve ser executado por empresas com licença ambiental válida para a classe de resíduo a ser coletado.

Segundo o relatório do IBAMA (2018) estão cadastrados 74 pontos de coletas de pneus inservíveis com capacidade total para armazenar pelo Estado do Rio de Janeiro 113.850 pneus, já os dados da RECICLANIP (2020) são somente 49 pontos de coletas de pneus inservíveis para o Estado do Rio de Janeiro.

Os pontos de coleta dos pneus segundo RECICLANIP (2020) são disponibilizados e administrados pelas prefeituras Municipais que são responsáveis pelas coletas, armazenamentos através do serviço Municipal de limpeza pública e em alguns borracheiros, recapadores, e cidadãos também contribuem para levar estes pneus para os pontos de coleta quando são informados. A RECICLANIP é responsável por retirar estes pneus dos pontos de coleta e dar a destinação final de acordo com as empresas que são licenciadas pelos órgãos ambientais competentes e homologada pelo IBAMA.

Algumas cidades do Estado do Rio de Janeiro possuem ONGS ou artesões que utilizam estes pneus inservíveis para realizar artesanatos com estes pneus inservíveis, um exemplo segundo fontes do G1 (2015), na cidade de Rio das Ostras estes pneus se transformam na mão destes artesões em decorações, cama para pets, cadeiras, balanço entre outros tipos de decoração e objetos de arte, estes pneus não são destinados no ponto de coleta da prefeitura eles são recolhidos pelas ONGS ou pelos próprios artesões.

Outro exemplo a ser mencionado é o município do Rio de Janeiro que, através do Decreto nº 42605 de 25 de novembro de 2016, institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro. Nele foram adotadas políticas para redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos. Com isso, o município do Rio de Janeiro busca alcançar, no final de 2020, uma redução de 35% do quantitativo de resíduos encaminhados ao Aterro Sanitário.

Dentre as políticas implementadas pelo município, podemos destacar o programa Valorização de Resíduos Sólidos: RCC, pneus e poda da arborização pública. Uma das diretrizes do PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro é promover a inclusão no Sistema de Custos de Obras / SCO-Rio do Município, de itens provenientes das atividades e processos industriais de reciclagem de resíduos, tais como agregados reciclados de Resíduos da Construção Civil – RCC; misturas asfálticas contendo borracha de pneus inservíveis (no mínimo 15% de borracha granulada de pneus); composto orgânico em obras de paisagismo; e outros materiais.

Atualmente, as obras de vias importantes no Município do Rio de Janeiro são executadas com revestimentos que apresentam como ligantes os asfaltos polímeros ou com o asfalto borracha. Atualmente, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro vem buscando incentivar algumas iniciativas técnicas e ambientais na área de pavimentação. A proposta do Prefeito Eduardo Paes no Plano Diretor é incentivar medidas que reduzam o efeito do aquecimento global, onde o Plano de Metas propôs reduzir 8 % a emissão de gases poluentes, até 2013, e 18%, até 2016; desta forma, torna-se importante que todos os segmentos tomem medidas nessa direção, e o emprego das misturas mornas em obras do Município constitui grande contribuição da Prefeitura com meio ambiente. Com base neste raciocínio, buscou-se mistura asfáltica contendo dois fortes apelos ambientais, com duas grandes técnicas, ou seja, com adição de aditivo de mistura morna, para redução de temperatura de processo, aplicação e emissões de gases, e também a adição de material obtido na fresagem dos revestimentos

asfálticos, para ser reciclado. A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro já utiliza há mais de quatro anos ligante polímero com aditivo de mistura morna, fabricados por Distribuidoras de Asfalto, ou realizados na usina (WEBER, 2014).

A Secretaria Municipal de Obras deu início em abril de 2010 ao Programa Asfalto Liso, que levou a melhorias à pavimentação de 187 corredores de tráfego, que corresponde a cerca de 18% da área pavimentada do município. Com investimento da ordem de R\$500 milhões, e toda a intervenção ficaram prontas em até 26 meses. Os corredores selecionados compreendendo mais de 700 km de vias que, considerando apenas uma faixa de rolamento, atinge a extensão de 1.790 km, ou seja, mais de quatro vezes a distância entre o Rio e São Paulo, sendo, portanto o Programa de Restauração de vias mais audacioso da história do Município do Rio de Janeiro. Foram selecionadas vias em todas as regiões do Município, desde Ipanema a Sepetiba, atuando em todas as Áreas de Planejamento, sendo dado maior destaque às Regiões Norte e Oeste do Rio de Janeiro. Com base neste estudo, verificou-se que mais de 85% dos Corredores a serem restaurados apresentavam estado superficial de péssimo a ruim, e com condição estrutural bastante afetada (WEBER, 2014).

Já existe no Brasil empresas que promovem o beneficiamento dos pneus, estando uma delas situada no Rio de Janeiro, que produz a borracha granulada ou moída com granulometria no intervalo de 2 a 0,5 mm, dependendo do tipo de aplicação. A mistura de ligantes asfálticos com borrachas moídas ou granuladas de pneus inservíveis é denominada no Brasil de asfalto borracha (WEBER, 2014).

Quando adicionados polímeros a borracha de pneus reciclados há uma diminuição da suscetibilidade térmica, aumentando a estabilidade do revestimento em altas temperaturas e diminuindo o risco de fraturas e trincamentos em baixas temperaturas. Além disso, confere maior resistência às ações causadas devido à chuva e proporcionam melhor adesão ao agregado asfáltico. O asfalto borracha torna-se viável economicamente, se levarmos em conta que com uma durabilidade maior, a estrada que possuir asfalto borracha precisará de reparos em um intervalo de tempo maior do que a que não possui. Além disso, a incorporação da borracha à construção do asfalto implica uma redução da demanda do petróleo para esse fim. Não podemos esquecer que o petróleo é uma fonte não renovável de energia” (WEBER, 2014).

A Prefeitura de Macaé - RJ, município do norte fluminense, através do Programa Municipal de Coleta de Pneus, oferece aos municípios e aos órgãos da administração pública

uma alternativa ambientalmente adequada de destinação de pneus inservíveis. A Secretaria de Ambiente e Sustentabilidade realiza o recolhimento de pneus nas borracharias do município semanalmente. No programa, todo material coletado é encaminhado pra reciclagem, por meio de convênio com a Reciclanip entidade que representa a ANIP- Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos na responsabilidade pós-consumo dos pneus fabricados.

3.7. PRINCIPAIS TÉCNICAS PARA O REAPROVEITAMENTO DOS PNEUMÁTICOS INSERVÍVEIS.

O processo de reciclagem de borracha é tão antigo quanto o próprio uso da borracha na indústria. Já em 1909, em Leipzig na Alemanha, havia a trituração e a separação da borracha de vários artefatos. A razão para o crescimento da indústria da reciclagem em 1909 foi a falta de abastecimento da borracha e o alto custo de aquisição da borracha natural. Em 1960 a borracha reciclada era fornecida para as indústrias de artefatos de borracha. Óleos importados baratos, difusão do uso da borracha sintética e desenvolvimento de pneus radiais diminuíram o interesse em se triturar os pneus inservíveis. A tecnologia desenvolvida nesta época não era ideal para triturar os pneus radiais. Os pneus diagonais ou convencionais são utilizados em ônibus e caminhão. Os pneus radiais são utilizados em automóveis, ônibus, caminhões, veículos fora de estrada. Uma das grandes dificuldades encontradas pelas empresas que trituram os pneus é o corte da malha de aço de pneus radiais, além dos talões. Os pneus convencionais são mais fáceis de serem triturados (FONSECA, 2013).

Algumas técnicas de reaproveitamento e reciclagem dos pneus foram desenvolvidas para melhorar as questões em relação ao descarte dos pneus inservíveis. Sabe-se que com a indústria em desenvolvimento e a população crescente, grandes quantidades de pneus são produzidas. Com o aumento destas quantidades, torna-se mais difícil e mais caro o descarte desse material de forma segura, sem ameaçar a saúde humana e o meio ambiente. Os pneus inservíveis, quando utilizados como recursos naturais, contribuem para a diminuição do esgotamento dos mesmos, dos custos de eliminação, além de evitar o surgimento de problemas ambientais dando um valor ecológico a este resíduo. Na construção civil ele pode ser usado como parede de retenção, pilar de pontes, camada de isolamento e aplicações de drenagem. Outra utilização dos pneus inservíveis é na construção de estradas, pois apresentam durabilidade, resiliência e resistência ao atrito, além de resolver problemas geotécnicos associados à baixa resistência ao cisalhamento (EDINÇLILER; BAYKAL; SAYGILI, 2010).

Segundo Lagarinhos (2004), as tecnologias mais utilizadas para a reutilização, reciclagem e a valorização energética de pneus usados são: recapagem, recauchutagem e remoldagem de pneus; coprocessamento em fornos de cimenteiras; retortagem ou coprocessamento de pneus com a rocha de xisto pirobetuminoso; pavimentação com asfalto-borracha; queima de pneus em caldeiras; utilização na construção civil; regeneração de borracha; desvulcanização; obras de contenção de encostas (geotecnia); indústria moveleira; equipamentos agrícolas; mineração; tapetes para reposição da indústria; solados de sapato; cintas de sofás; borrachas de rodos; pisos esportivos; equipamentos de playground; tapetes automotivos; borracha de vedação; confecção de tatames; criadouros de peixes e camarões; amortecedores para cancelas em fazendas; leitos de drenagem em aterros, entre outras.

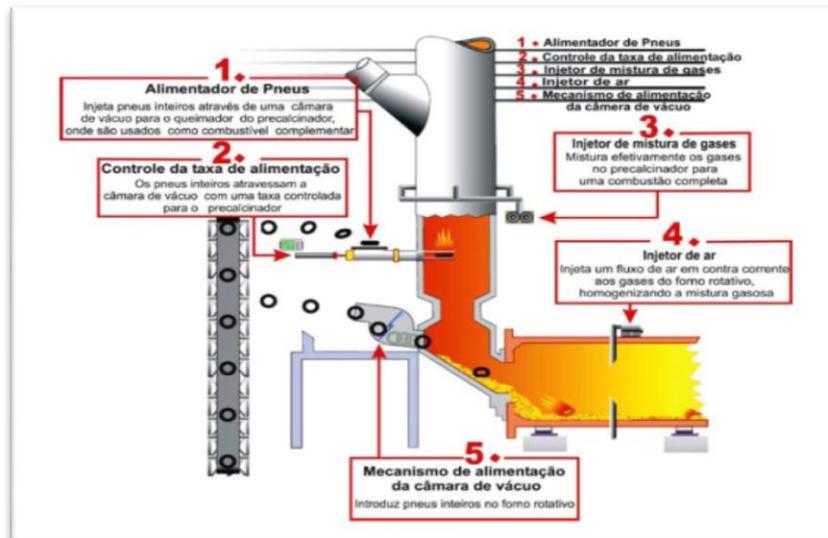
Através da técnica de trituração dos pneus são extraídos a borracha, Nylon/lona e o aço. O aço é aproveitado pelas indústrias de siderurgia e a borracha extraída pode ser utilizada para a fabricação de outros produtos como: chinelo, tapete automotivo, pisos industriais, solas de sapato, borrachas de vedação, quadras esportivas, composição do asfalto e concreto, e como matriz energética em indústrias cimenteiras. (RECICLANIP, 2015).

No Brasil, as tecnologias de destinação ambientalmente adequadas praticadas pelas empresas destinadoras e declaradas no Relatório de Pneumáticos – 2019 (ano-base 2018) (IBAMA, 2018) são apresentadas a seguir:

- **Coprocessamento:** utilização dos pneus inservíveis em fornos de clínquer como substituto parcial de combustíveis e como fonte de elementos metálicos.

A atividade de coprocessamento (Figura 3) é realizada no interior de um forno que possui em média 60 m de comprimento e 4 m de diâmetro, alcançando temperaturas da ordem de 1.400°C na zona de clínquerização e um tempo de residência para os gases de até 10 segundos. Essas condições resultam na destruição de quase toda carga orgânica, e as cinzas são formadas por componentes inorgânicos, ficando incorporadas ao clínquer (FREITAS; NÓBREGA, 2014).

Figura 3- Sistema de introdução de pneus inteiros em fornos com pré-aquecedor e pré-Calcinador



Fonte: SIGNORETTI, 2008 *apud* LOPES *et al*, 2014.

- **Laminação:** processo de fabricação de artefatos de borracha.

A laminação (Figura 4) é um processo utilizado apenas com pneus diagonais, ou convencionais, que são os pneus que não têm cinturas de aço em sua estrutura. Este processo produtivo consiste em cortar os pneus em lascas que depois são utilizadas como matéria prima para produzir artefatos de borracha, como solados de calçados, percintas para sofás, tubos de borracha, tubos, mantas etc. Os produtos finais obtidos não exigem desempenho mecânico do material (SCURACCIO *et al.*, 2006 *apud* MOTTA, 2008).

Figura 4- Processo de Laminação



Fonte: MOTTA, 2008.

- **Granulação:** processo industrial de fabricação de borracha moída, em diferente granulometria, com separação e aproveitamento do aço (Figura 5).

Figura 5- Moedor/granulador e material granulado.



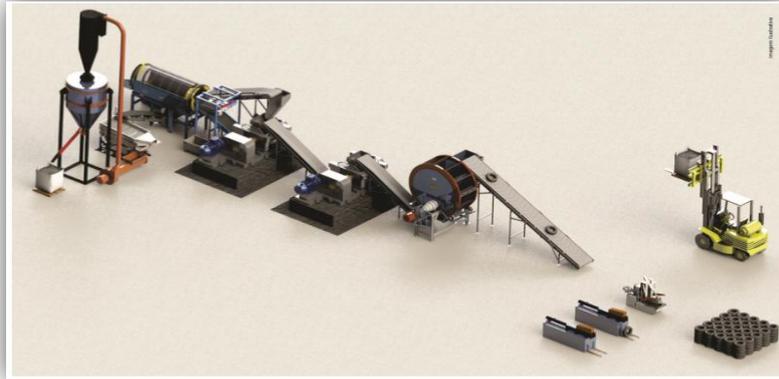
Fonte: SANTOS; AGOSTINHO, 2010.

Existem alternativas em que os asfaltos são feitos com a mistura do cimento com o pó da borracha e cascalho, a mistura desta composição deve-se ter a seguinte composição (1% cimento, 2% pó da borracha, 3% cascalho), este material também vem sendo muito utilizado em estruturas como calçadas, pavimentados, freios, pistas de bicicletas, paredes e ornamentos pré-fabricados (GRANZOTTO; SOUZA, 2013).

Para se chegar ao processo de granulação, o pneu inservível passa por um processo de trituração. O processo de reciclagem de pneus pela técnica de trituração é iniciado por dois destalonadores que utilizam um gancho para retirar o talão de aço. Este pneu segue para a guilhotina, para ser cortado em quatro partes onde seguirá através de uma esteira para o triturador. Depois de triturados os pneus são transportados para a equipamento responsável por transformar o material triturado em pó/granulado. Tal equipamento consiste em dois cilindros que são movidos por motores através de redutor de velocidade separando os chips da borracha no tamanho desejado. Em seguida, os grânulos da borracha são novamente triturados. A borracha triturada segue pela esteira onde passa pelo separador magnético onde fios de aço são separados através de um imã, enquanto a borracha segue pela esteira. No último processo os grânulos da borracha passam pela peneira rotativa separando os grânulos da borracha de acordo com o tamanho da partícula. Finalmente, vão para a peneira plana responsável pelos quatro estágios de peneiramento e, com isso, executando a última separação

das partículas dos grânulos da borracha. Na etapa seguinte as fibras são removidas através de um equipamento utilizado para separar lã. Os grânulos da borracha são embalados e pesados. O processo de reciclagem de pneus através da trituração pode ser observado na Figura 6 (L3MAK RECICLAGEM, 2019).

Figura 6- Processo produtivo de reciclagem de pneus pela técnica de trituração.



Fonte: L3MAK RECICLAGEM, (2019).

- **Pirólise:** processo de decomposição térmica da borracha conduzido na ausência de oxigênio ou em condições em que a concentração de oxigênio é suficientemente baixa para não causar combustão, com geração de óleos, aço e negro de fumo.

No processo de pirólise (Figura 7) este processo o pneu sofre uma elevação de temperatura, combinado com a ausência de oxigênio, onde o pneu triturado é colocado na câmara de reator pirolítico a uma temperatura de 500°C, sofre a decomposição gerando o vapor de óleo, gás onde ao se condensar vira óleo, o que não condensa continuará no processo como gás, este gás passa pelos purificadores seguem para o sistema de queima para produzir calor para dentro do pirolítico, este gás irá retroalimentar o sistema. No processo da bandagem encontra-se o carvão de limalha de ferro e o aço, onde ocorre a separação do ferro e do aço nesta etapa. Na próxima etapa, temos o separador magnético para separar todo o aço do carvão granulado, o carvão granulado passará por um processo de refino e o aço é prensado e comercializado em indústria de siderúrgica. Nesse processo obtêm os seguintes produtos: óleo pirolítico, negro de fumo, gases gerados neste processo e o aço. O óleo gerado neste processo pode ser utilizado como combustível e o negro de fumo são utilizados na indústria de borracha (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2009).

Figura 7- Processo de pirólise do pneu.



Fonte: Delta Bravo Reciclagem (2019).

Ao utilizar os recursos energéticos derivados da pirólise de resíduos de pneus há redução da emissão dos gases de efeito estufa e a emissão do dióxido de carbono (CO_2). Em Taiwan a fábrica de pneus que utiliza pirólise recicle em média 36.000 toneladas por ano, gerando 13.320 toneladas por ano de óleo de pirólise, 12.240 toneladas por ano de negro de fumo, 5.760 toneladas por ano de gás de pirólise e 4.680 toneladas por ano de fio de aço (TSAI *et al*, 2017).

De acordo com o Relatório de Pneumáticos – 2019 (ano-base 2018) (IBAMA, 2019) apresenta as tecnologias utilizadas como destinação final para as 585.252,32 toneladas de pneus inservíveis referentes ao ano de 2018 (Tabela 7). É fundamental ressaltar que para que tais processos sejam realizados é necessário realizar, de forma eficiente, a etapa da coleta dos pneus inservíveis. No Brasil, o modelo utilizado para a coleta e destinação dos pneus é realizado através da parceria entre as prefeituras e a RECICLANIP. Os pneus inservíveis são coletados por algumas prefeituras, borracheiros, ou pela população e são levados para Ecopontos ou para um ponto de coleta pré-determinado. Esse local deve ser coberto e protegido para não ocorrer acúmulo de água e entrada de pessoas não autorizadas. Os pneus inservíveis ficam armazenados até que a quantidade atinja 2000 pneus de passeio ou 300 pneus de caminhão. A RECICLANIP retira estes pneus a partir dos transportadores conveniados e os destina as empresas de reciclagem de pneus (RECICLANIP, 2019).

Tabela 9- Tabela de tecnologia de destinação final e quantidade total de pneus inservíveis destinados.

Tecnologia	Destinação (t)	Percentual/ País
Coprocessamento	326.401,99	57,64%
Granulação	135.019,54	23,84%
Laminação	95.596,99	16,88%
Pirólise	9.305,31	1,64%
Total	566.323,83	100,00%

Fonte: IBAMA, 2018

Segundo Viotti (2017), outras alternativas para o aproveitamento dos pneus inservíveis seriam: obras de proteção de contenção de erosão, construção de quebra-mares, brinquedos infantis (Figura 8), reaproveitados em misturas asfálticas, revestimentos de pistas, adesivos e tapetes (Figura 9). Os pneus inteiros podem ser utilizados como para-choques, drenagem de gases em aterros sanitários (Figuras 10 e 11), confecção de produtos artesanais e, ainda, como estruturas para os recifes de corais (Figura 12).

Figura 8- Utilização de pneus inservíveis na proteção de contenção de erosão e para brinquedos infantis.



Fonte: GLOBO (2014).

Figura 9- Mistura asfáltica e Tapete de pneus inservíveis.



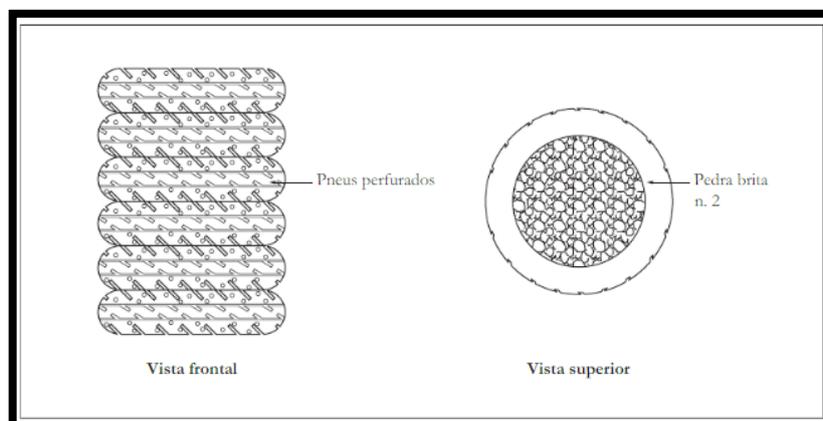
Fonte: PAVFRIO, (2019); Guia Construir e Reformar, (2012)

Figura 10- Utilização de pneus inservíveis como para-choques.



Fonte: iBahia, (2012).

Figura 11- Projeto elaborado para utilização de pneus inservíveis para drenagem de gases em aterros sanitários.



Fonte: Guerra; Vidal; Souza (2010).

Figura 12- Produtos artesanais feito com pneus inservíveis e Estruturas para recifes de coral feito com pneus inservíveis.



Fonte: Labcriativo, (2014); CulturaMix, (2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para a apresentação deste Capítulo foram divididos dois principais itens para uma melhor compreensão dos aspectos metodológicos do trabalho.

Inicialmente é apresentada uma caracterização e localização da região objeto do estudo de caso, e em seguida foi apresentada uma descrição da metodologia utilizada para o levantamento de dados sobre a logística reversa dos pneumáticos inservíveis nesta região.

4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo selecionada para esta pesquisa foi a Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul situada ao longo da região do Vale do Paraíba no estado do Rio de Janeiro.

Segundo dados do SEBRAE (2015) o Médio Paraíba possui 881.042 habitantes, o que corresponde a 5,5% do total do Estado do Rio de Janeiro (ERJ). A região apresenta a 7ª maior densidade demográfica (141 hab km⁻²) em comparação com as outras. Entre os seus municípios, Volta Redonda é o mais populoso e com maior densidade demográfica: 1.413 hab km⁻² (11º no ranking estadual). Em seguida, estão Porto Real (327 hab km⁻²) e Barra Mansa (325 hab km⁻²), com densidades praticamente iguais. Em Rio Claro, a densidade é a mais baixa da região e a 4ª menor do estado (apenas 21 hab km⁻²). Quatis, que tem a menor população do Médio Paraíba, também apresenta uma densidade pequena (45 hab km⁻²).

Esta região foi definida pela Resolução Nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI/RJ, como sendo a Região Hidrográfica do RH-Médio Paraíba do Sul ou RH-III (<http://www.cbhmedioparaiba.org.br>)

Esta região foi selecionada, por ser uma importante região industrializada do Estado do Rio de Janeiro, e também, por ter se tornado um dos mais importantes Polos de desenvolvimento econômico relacionados ao setor automotivo do país.

As principais regiões do Estado do Rio de Janeiro e destacada a região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul, que também é denominada de Região Sul Fluminense.

Estão instaladas nesta Região, um grande Polo Automotivo/Mecânico, com destaque ao Consórcio Modular da Volkswagen Caminhões em Resende, a montadora PSA – Peugeot Citroën em Porto Real, a Hyundai em Itatiaia, a Nissan em Resende, e a montadora da Jaguar-Land Rover em Itatiaia.

Para este estudo de caso, foi definido um recorte geográfico foram selecionados quase a totalidade nesta região fluminense, sendo estes: Barra do Pirai, Barra Mansa, Itatiaia, Pinheiral, Piraí, Resende, Porto Real, Quatis, Volta Redonda, Valença, Rio das Flores que podem ser observados no mapa abaixo.

A figura 13, apresenta um recorte geográfico com a localização dos Municípios que participam integralmente da região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul (RH-III).

Figura 13- Localização dos 10 Municípios que participam integralmente da RH-III no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: COMITÊ DE BACIAS MÉDIO PARAÍBA DO SUL, 2020.

4.2. METODOLOGIA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado no período de março de 2019 a fevereiro de 2020. Inicialmente através de uma pesquisa exploratória com levantamentos bibliográficos e consultas a profissionais envolvidos com as tecnologias de destinação de pneus inservíveis na região estudada.

Para a Revisão Bibliográfica foram realizadas pesquisas através da plataforma periódicos CAPES, Scielo, entre outras, onde foram selecionadas as principais revistas científicas e revistas específicas de pneus e pneus inservíveis, além disso foram utilizados sites especializados em pneus como o www.anip.com.br e www.reciclanip.com.br, além de relatórios de órgãos públicos e empresas privadas especializadas em produção de pneus e na logística reversa dos pneus inservíveis.

As principais palavras-chaves utilizadas foram: “pneus inservíveis”, acompanhadas ou não dos termos “gerenciamento” e “logística reversas”.

Também foi realizada uma revisão legal sobre as principais legislações utilizadas para a logística reversa de pneus inservíveis tanto nas esferas Federal e Estadual, com especial interesse na legislação do Estado do Rio de Janeiro.

Em seguida, foram pesquisadas as legislações Municipais para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, e sua adequação em relação às obrigações legais a logística reversa dos pneumáticos inservíveis dos municípios selecionados para este estudo de caso.

Após esta revisão bibliográfica e da legislação vigente e pertinente ao tema foram levantados os dados com o objetivo de entender o atual cenário brasileiro sobre o panorama nacional da logística reversa de pneus inservíveis utilizando como base os dados oficiais do governo através do relatório apresentado pelo IBAMA em 2019, e o cumprimento das metas e diretrizes impostas pela Resolução CONAMA nº416, de 30/9/2009.

Além disso, foram pesquisados os principais arranjos da logística reversa dos pneumáticos inservíveis nos municípios estudados, com destaque a disponibilização de pontos de coletas, convênios com a Reciclanip, os dados declarados pelos fabricantes para o IBAMA sobre os municípios estudados, além de outras informações relevantes para o tema estudado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, inicialmente serão apresentados os estudos sobre as legislações municipais de resíduos sólidos e sua interface com as obrigações previstas para a destinação final dos pneus inservíveis. Em seguida, serão apresentados os demais resultados obtidos relativos à logística reversa dos pneus inservíveis nos municípios estudados.

No Quadro 2 abaixo é apresentada uma síntese com as principais legislações municipais aplicadas a resíduos sólidos, e demais iniciativas para a logística reversa de pneus inservíveis.

Quadro 3- Legislações municipais resíduos sólidos, de pneus inservíveis e demais ações para a coleta e destinação ambientalmente correta dos pneus.

Municípios	Política Municipal de Resíduos Sólidos	Códigos Municipais de Meio Ambiente	Legislação Específica para pneus	Projetos ou ações para o recolhimento de pneus inservíveis
Barra do Pirai	Não	Não	Não	Não
Barra Mansa	PMGIRS (2018)	Não	Não	Projeto EcoPneus (2008) Projeto Arte com Pneu (2019)
Itatiaia	Não	Não	Não	Não
Pinheiral	PMGIRS (2019)	Não	Não	Parceria com a empresa Renna e Renna Assessoria Ambiental Ltda
Pirai	Não	Não	Não	Não
Porto Real	Não	Não	Não	Parceria com a Prefeitura de Resende
Quatis	Não	Não	Não	Parceria com a Prefeitura de Resende
Resende	PMGIRS (2018)	Não	Não	Programa de coleta em parceria com a Reciclanip/ANIP
Rio Claro	Não	Não	Não	Não
Valença	Não	Não	Não	Programa de coleta em parceria com a Reciclanip/ANIP
Volta Redonda	Sim	Não	Não	Programa de coleta em parceria com a Reciclanip/ANIP

Fonte: Elaborada pela a Autora.

Como pode ser verificado neste Quadro 2, muitos municípios da Região estudada ainda não tem os seus Planos Municipais de Resíduos Sólidos, e nenhum dos municípios criou legislação específica para a logística reversa de pneus.

Isto significa, que praticamente as ações existentes para a logística reversa dos inservíveis ou ocorrem por iniciativas diretas relacionadas aos convênios com a Reciclanip ou através de iniciativas individuais tanto do setor empresarial ou da própria população para o reaproveitamento direto dos pneus inservíveis, como poderá ser visto posteriormente.

Em relação aos cadastros de pontos de coleta declarados por fabricantes e importadores e publicados pelo IBAMA em 2019, apenas 5 Municípios que participam integralmente da Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul (RH-III), possuem estes pontos, sendo 11 pontos de coleta no total, com uma capacidade máxima declarada de 18.775 pneus por ano, conforme a Tabela 8 a seguir.

Tabela 10- Municípios com ponto de coleta e a capacidade de coleta.

Municípios	Endereço do Ponto de Coleta	Capacidade (un/ano)
Barra Mansa	Avenida Presidente Kennedy, 3050 – Centro.	2000
3 pontos de coleta	Rua Jarbas Cansado, 52 – Santa Rita – Acesso Pela Br 393)	2300
	Rua Prefeito João Chiesse Filho, 213 – Centro	2300
Piraí	Rod. Presidente Dutra, km 239 - Arrozal	2000
Resende	Estrada Resende - Riachuelo, S/N Morada da Colina	2000
3 pontos de coleta	Rua Abel Rodrigues Pontes, 41 – Jardim Belisco	75
	Rua Willy Austich, N° 64 - Bairro Elite	2000
Valença	Rodovia rj 145 – Fazenda da Conquista	2000
Volta Redonda	Av. Paulo Erlei Alves Abrantes, 8500	100
3 pontos de coleta	Avenida Almirante Adalberto Barros Nunes, 600	2000
	Avenida Almirante Adalberto Nunes, 1120 – Vila Mury	2000
Total		18.775

Fonte: IBAMA, 2018.

O funcionamento destes Postos de foi idealizado para que o poder público municipal, em convênio com a Reciclanip, disponibilize estes pontos de coleta para o recebimento e

armazenamento dos pneus inservíveis recolhidos pelo serviço municipal de limpeza pública ou, ainda, aqueles que são entregues diretamente no ponto de coleta.

Após este recebimento, coleta e armazenamento temporário, a Reciclanip é responsável pela retirada dos pneus dos pontos de coleta e pela destinação ambientalmente adequada do material coletado.

5.1. LOGÍSTICA REVERVSA DOS PNEUS INSERVÍVEIS NOS MUNICÍPIOS

Os resultados obtidos durante esta pesquisa serão apresentados abaixo, estão separados por município, conforme descrição a seguir:

Barra do Pirai

Nesta pesquisa em relação ao município de Barra do Pirai só foi identificado o documento intitulado Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (PMBP, 2014) estabelecido entre a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e a empresa Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda., e contempla, segundo o documento final, as modalidades: água, esgoto e drenagem urbana.

Desta forma, o município ainda não apresentou oficialmente seu Plano individual ou Integrado que trate especificamente, do gerenciamento dos resíduos sólidos, e de maneira específica da destinação final dos pneus inservíveis, não obstante o município ter lojas e distribuidores de pneus novos de diferentes fabricantes e marcas.

Apenas foram encontradas referencias que afirmam o gerenciamento dos resíduos sólidos são prestados por órgãos da Administração Direta Municipal, o que é muito comum na maioria dos municípios brasileiros, que generalizam ou simplificam o termo resíduos sólidos, como sendo um sinônimo apenas para os resíduos sólidos urbanos (RSU), sem mencionar as diferentes origens de geração e as próprias classificações dos resíduos por periculosidade.

Deve-se ressaltar, que a obrigatoriedade para a apresentação dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos no Brasil foi estabelecida pela PNRS, sendo o prazo inicial fixado para agosto de 2012, portanto, já se passaram quase 8 anos deste prazo.

Também não foi identificado nesta pesquisa, nos dados oficiais do IBAMA ou da Prefeitura Municipal, nenhum ponto de coleta para pneus, e nenhuma outra ação ou projeto de recolhimento de pneus oficial por parte do poder público nem de forma individual ou através

de convênio com o setor privado, o que de certa forma, impede um controle sobre a destinação final ambientalmente correta, e a própria rastreabilidade dos pneus inservíveis por parte do fabricante e dos órgãos de fiscalização.

Em Barra do Piraí encontra-se a empresa Ponto Verde Reciclagem de Pneus LTDA que se localiza na Rodovia Lúcio Meira no Km 268, bairro Dorândia, (CNPJ.BIZ, 2020). Entretanto, como já mencionado não foram identificados dados oficiais da Prefeitura e de nenhum outro órgão oficial sobre o quantitativo coletado diretamente no município ou em parceria com a poder público municipal.

Barra Mansa

O município de Barra Mansa apresenta um Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Barra Mansa que foi criado em 2011 para atender a Lei Federal n 11.445/2011, incluindo os requisitos básicos referente ao manejo dos resíduos sólidos municipais, que embora não muito bem especificado, este Plano está voltado principalmente para aos RSU.

De acordo com a Lei orgânica do Município em vigor desde 05 de abril de 1990, com as modificações adotadas pelas Emendas n. 01 a 12. Estruturada com base no Art. 29 da Constituição Federal e com objetivo de dotar o município de um ordenamento jurídico-administrativo que possa assegurar à comunidade local um crescimento justo e metódico, onde as oportunidades sejam equitativamente distribuídas a todos os munícipes, atendendo em abrangência os anseios da população local, fica estabelecido que é função do Município dar a destinação final dos resíduos sólidos gerados pelo município.

O município tem o seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município – PMGIRS (PMBM, 2018a), elaborado com recursos do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), sob supervisão da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e tendo a Deméter Engenharia como empresa responsável pelo desenvolvimento do plano.

O documento final referente ao PMGIRS foi entregue em 2018, entretanto, desde 2008, através do Projeto EcoPneus, o município de Barra Mansa mantém um sistema de logística reversa de pneumáticos usados. Este projeto foi criado pelo Poder Público Municipal por meio de convênio com a Reciclanip e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SMMADS é responsável pelo seu gerenciamento.

Em 2015 segundo o Jornal Foco Regional (2015), a Prefeitura de Barra Mansa através do projeto ECOPNEU coletou até novembro de 2015, 1050 toneladas de pneus inservíveis para a reciclagem, sendo um volume 14% maior que o registrado em 2014, que foi da ordem de 900 toneladas de pneus inservíveis.

Segundo informações da SMMADS referentes ao biênio 2017-2018, 70% dos pneus são coletados em borracharias, recapadoras, autos Center e transportadoras do município, outros 30% são recolhidos das vias públicas, rodovias e córregos. O processo de recolhimento de pneu é previamente agendado e o município conta com, aproximadamente, 170 estabelecimentos cadastrados no projeto (PMBM, 2018b).

É interessante destacar, que em Barra Mansa a logística reversa dos pneus inservíveis estabelecida a partir de 2008 como já mencionado, teve no ano de 2010 um Projeto de Resolução nº 1600/2010, que homenageou o Vereador Claudio José da Silva Cruz por ter sido o responsável pelo projeto de recolhimento e destinação dos pneus inservíveis no Município.

Segundo informações atuais publicadas por uma reportagem do Diário do Vale (2019), a Prefeitura de Barra Mansa retirou cerca de 300 pneus do depósito que se localiza no Parque da Cidade, encaminhando para a reciclagem para ser transformado em resíduo de combustível, substituindo o carvão coque.

Os pneus que não são encaminhados para a cimenteira são direcionados ao Projeto Arte com Pneu que transformam estes resíduos em materiais úteis como móveis, diminuindo os danos ambientais e gerando renda para a população.

O coordenador e instrutor do Arte com Pneus, Arilson Sales, informou que a prefeitura fiscaliza os geradores de pneus, através das reuniões que ocorrem em períodos trimestrais. Em Barra Mansa existem cerca de 170 geradores de pneus e as reuniões são realizadas trimestralmente para fiscalizar se todos são atendidos pela coleta, e se alguém tem alguma ideia para buscar melhorias no trabalho. Além disso, o projeto mantém visitas frequentes aos geradores, com objetivo de certificar se estão fazendo o armazenamento da maneira correta, para não trazer problemas futuros, como por exemplo, a proliferação de pragas e vetores. Os pneus também são aproveitados para a construção de fossas sépticas.

Além dos pontos de coleta informados ao IBAMA e já apresentados no Quadro 2, em Barra Mansa existe também um ponto de coleta alternativo para o descartar pneus no Espaço Ecoóleo, na Avenida Três de Outubro, Nº 560, no Jardim Boa Vista.

Itatiaia

O município de Itatiaia não possui um plano de gerenciamento de resíduos sólidos e seu Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMI, 2014) não contempla um programa direcionado para a gestão desses resíduos.

Em relação à gestão pública dos resíduos sólidos, mesmo sem os documentos oficiais e legislações específicas, o que foi identificado através das publicações da Prefeitura de Itatiaia, é que tem intensificado as ações para limpeza das vias públicas e ao combate ao descarte irregular de entulhos, pneus móveis, utensílios domésticos, entre outros, em vias, calçadas, e terreno do Município.

De acordo com o Procurador Geral do Município, Marcelo Macedo Dias, em recente publicação, a prioridade é orientação e um alerta aos munícipes. Estão sendo utilizadas advertências oficiais, explicando que a Prefeitura está promovendo a limpeza dos logradouros e vias públicas, e esclarecendo que a ação de despejo de resíduos de forma irregular acarretará em multa, ordenada em Lei nos termos do artigo 359, da Lei Complementar nº44, que é o código administrativo de Itatiaia. Segundo o Procurador o principal objetivo da administração municipal é manter a cidade limpa, evitando a proliferação de insetos, animais peçonhentos e colaborar com o combate e a prevenção de doenças como a dengue. A fiscalização de descarte irregular de lixo é realizada pelo Departamento de Fiscalização de Posturas / Central de Notificações. Quem descumprir, e descartar resíduos sólidos irregularmente em locais públicos poderá pagar multa no valor de 20 UFITA, que corresponde atualmente a R\$ 2.068,60 (PREFEITURA DE ITATIAIA, 2020).

Pinheiral

Em janeiro de 2019 foi aprovado o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Pinheiral/RJ – PMGIRS (PMP, 2019). O documento é fruto da parceria entre o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) e a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e tem como responsável pelo desenvolvimento do plano a empresa Deméter Engenharia.

O documento foi elaborado considerando projeções populacionais e de cenários para que seja possível realizar uma estimativa da geração de resíduos sólidos no município no período de 2018 - 2038 e, com isso, realizar de forma eficiente o PMGIRS.

Para os resíduos cuja logística reversa está determinada através da Lei nº 12.305/2010, o município de Pinheiral não possui programas que contemplem a obrigatoriedade do gerenciamento conforme a lei estabelece. Sendo assim, no caso dos pneus inservíveis, o documento elaborado apresentou uma estimativa, medida em toneladas, da geração de pneus num intervalo de 20 anos, partindo de 73,40 ton. (em 2018) até 92,18 ton. (em 2038), totalizando 1.739,55 ton. de resíduos de pneus.

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, os pneus inservíveis deverão ficar armazenados no Ponto de entrega de Resíduos Sólidos (PEV) sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal até a destinação final. Este armazenamento é realizado em galpão coberto e fechado localizado na PEV, a partir do momento que o volume atinge o volume que poderá completar um caminhão trucado, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural (SEMADER) solicita o recolhimento dos pneus, que é realizada pela empresa Renna e Renna Assessoria Ambiental Ltda., de Rio Claro/RJ através de acordo que efetiva a logística reversa destes resíduos.

Piraí

Assim como Barra do Piraí – RJ, o município de Piraí – RJ possui um Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (PMP, 2014) estabelecido entre a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e a empresa Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda e contempla, segundo o documento final, as modalidades: água, esgoto e drenagem urbana.

O município não conta com um programa que trate, especificamente, do gerenciamento dos resíduos sólidos, o que compromete o tratamento e a destinação ambientalmente adequada desses materiais.

Segundo Prefeitura Municipal de Piraí no ano de 2015, a prefeitura mantinha um caminhão percorrendo regularmente os postos de gasolina e borracharias do município com a finalidade de recolher os pneus descartados.

Segundo informações atuais da Prefeitura de Piraí (2020), existe um projeto da Prefeitura de Piraí, Piraí recicla que é responsável pela coleta seletiva dos materiais reciclados como (papel, alumínio, plástico e vidro), mas não inclui os pneus inservíveis.

Entretanto, no relatório apresentado pelo IBAMA (2019), Piraí manteve um posto de coleta de pneus inservíveis em 2018, conforme demonstrado no Quadro 02.

Isto é um problema muito sério nos municípios brasileiros, a falta de continuidade dos projetos pelos gestores públicos, muito projetos acabam e não tem solução de continuidade toda vez que ocorre a mudança dos gestores públicos eleição pós eleição.

Porto Real

O município de Porto Real não possui um plano de gerenciamento de resíduos sólidos e seu Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMPR, 2015) não contempla um programa direcionado para a gestão desses resíduos.

Entretanto, quando analisado o PMGIRS do município de Resende/RJ, foi identificada a descrição de uma parceria com o município de Porto Real/RJ, onde os pneumáticos inservíveis gerados em Porto Real deverão ser encaminhados para a Associação de Catadores Recicla Resende – ACRR.

Segundo reportagem do Jornal Diário do Vale (2018), a prefeitura de Porto Real contabilizou naquele ano recolhimento de 500 pneus que foram encaminhados para RECICLANIP, através do convênio com a Prefeitura de Resende com a ANIP.

Quatis

O município de Quatis não possui um plano de gerenciamento de resíduos sólidos e seu Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMQ, 2014) não contempla um programa direcionado para a gestão desses resíduos.

Este município também está contemplado na parceria com o município de Resende, e segundo a reportagem do Jornal a Voz da Cidade (2020), a prefeitura de Quatis realizou no dia 20 de janeiro de 2020 o descarte de 331 pneus inservíveis para o Ecoponto de Resende por meio da Secretaria do Meio Ambiente, tendo sido relatado pelo Prefeitura que nos últimos sete anos pelo menos 2.000 pneus foram recolhidos anualmente e descartados de forma ambientalmente adequada.

A prefeitura de Quatis através da conta de água divulga e orienta a população, para os moradores encaminharem os pneus inservíveis às borracharias e estabelecimentos de consertos de bicicletas e motocicletas, estes armazenam e avisam a prefeitura para a devida coleta da prefeitura e destinação aos Ecopontos de Resende.

Segundo a Prefeitura, os 12 estabelecimentos de Quatis que recebem os pneus inservíveis para a destinação correta de pneus se localizam nos bairros Mirandópolis, Jardim Pollastri, Água Espalhada, Centro e Estrada Quatis-Floriano (Rodovia RJ-159).

Resende

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Resende/RJ – PMGIRS (PMR, 2018) foi realizado através da parceria entre o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) e a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), tendo como responsável pelo desenvolvimento do plano a empresa Deméter Engenharia.

De acordo com o PMGIRS, a Agência do Meio Ambiente de Resende – AMAR é responsável pelo gerenciamento dos pneumáticos inservíveis e conta com a participação de borracharias parceiras, de munícipes, e também como já citado, os municípios vizinhos Porto Real e Quatis, que entregam seus pneus inservíveis no pátio da Associação de Catadores Recicla Resende – ACRR.

Cabe ressaltar, que no ano de 2018, segundo relatório do IBAMA, o município contava com 3 postos de coleta em convênio com a Reciclanip/ANIP.

O PMGIRS não estabelece uma gestão apropriada para esses resíduos e define como sendo de responsabilidade do Poder Público Municipal de Resende articular tal gerenciamento.

Após este armazenamento na ACRR, o recolhimento é feito pela entidade RECICLANIP, através do Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis.

Por ano, são enviados uma média de 14 mil pneus da Região das Agulhas Negras, composta pelas cidades citadas, para a Reciclanip.

Segundo Jornal do Diário do Vale (2020) em Resende 14.193 mil pneus inservíveis foram recolhidos em 2019 e encaminhados ao galpão da Associação de Catadores do Recicla Resende.

Rio Claro

O município de Rio Claro – RJ não possui um plano de gerenciamento de resíduos sólidos e seu Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMRC, 2014) não contempla um programa direcionado para a gestão desses resíduos.

O município não conta com um programa que trate, especificamente, do gerenciamento dos resíduos sólidos, o que compromete o tratamento e a destinação ambientalmente adequada dos pneus inservíveis.

Entretanto, existe no município a empresa GREEN SUSTENTABILIDADE uma marca do grupo RENNDEL AMBIENTAL que é especialista em trituração de pneus inservíveis, fundada no ano de 2000 se localiza na Estrada de Tocos nº 2000. Bairro: Ponte do Pirai em Rio Claro- RJ, desde 15 de maio de 2014 passou a fazer a reciclagem dos pneus inservíveis e a destinação correta dos mesmos, possui mais de 480 clientes já atendidos, atua internacional e nacional, segundo dados da RECICLANIP a empresa não está na lista de empresas conveniadas com a RECICLANIP (RENNDEL AMBIENTAL, 2020).

Valença

O município de Rio Claro – RJ não possui um plano de gerenciamento de resíduos sólidos e seu Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMV, 2014) não contempla um programa direcionado para a gestão desses resíduos.

O município não conta com um programa que trate, especificamente, do gerenciamento dos resíduos sólidos, o que compromete o tratamento e a destinação ambientalmente adequada desses materiais, incluindo os resíduos inservíveis.

Entretanto, no relatório apresentado pelo IBAMA (2019), Pirai manteve um posto de coleta de pneus inservíveis em 2018, conforme demonstrado no Quadro 02.

Uma justificativa para este posto de coleta no município, é a empresa 3 BRIO instalada no município, e que é especialista na fabricação de tapetes de automóveis produzindo diariamente 5 mil jogos de tapetes. Há quinze anos, por causa da crise do petróleo, a empresa trocou sua principal matéria-prima, a borracha sintética, pelos resíduos de borracha de recauchutadoras e pneus inservíveis. Foi fundada na década de 70 e se localiza Rodovia Rj-145, s/n, Fazenda da Conquista, Valença – RJ (3 BRIO, 2020).

Volta Redonda

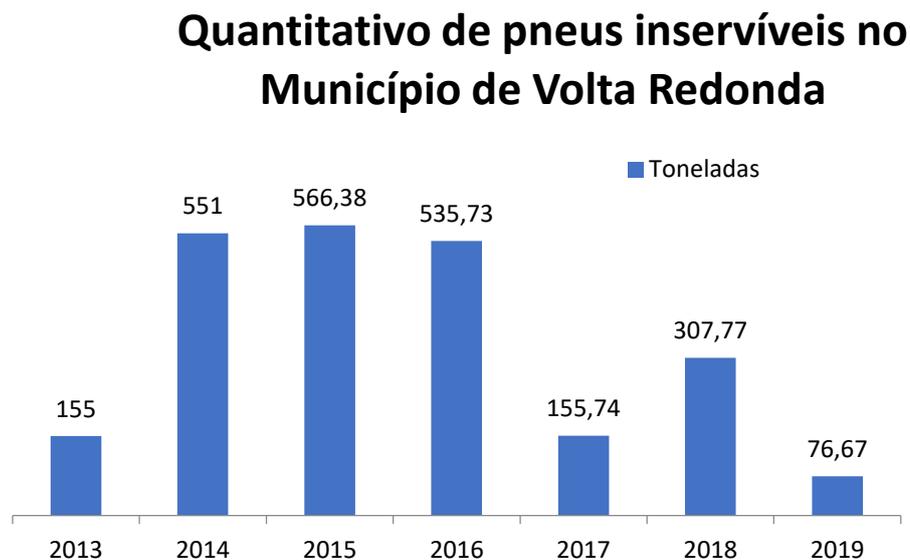
O município de Volta Redonda tem um Plano Municipal de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Volta Redonda.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Volta Redonda no item 5.5.5 (Pneumáticos) diz que a Secretaria de Serviços Públicos é responsável pela coleta e a destinação dos pneus (VIOTTI, 2017).

O sistema de gerenciamento dos pneus inservíveis no município de Volta Redonda teve início em 2013, e é considerado um dos mais antigos da região, e anterior a própria Política de resíduos sólidos.

O quantitativo de pneus inservíveis gerados em toneladas entre o ano de 2013 até março de 2019 pode ser verificado através dos dados disponibilizados pela RECICLANIP, conforme apresentado da Figura 14.

Figura 14- Quantitativo dos pneus inservíveis coletados no Município de Volta Redonda.



Fonte: RECICLANIP, 2019.

Como pode ser observado nesta Figura 16, e o que já foi comentado anteriormente, é a dificuldade de se manter um padrão constante de coleta ao longo dos anos, principalmente em função da grande dependência que existe dos municípios para a manutenção da modelo de logística reversa com a Reciclanip.

Pode-se observar uma queda drástica entre os triênios de 2014-2016, para o biênio 2017-2018 no quantitativo de pneus inservíveis coletados pela Reciclanip.

Em relação a outras formas de aproveitamento, segundo a reportagem do Jornal a Voz da Cidade (2019) moradores da rua 7 e 30 do Conjunto Habitacional Vila Rica em Volta Redonda vem utilizando as garrafas pet e os pneus inservíveis para decorar estas ruas do Bairro deixando a rua mais bonita e atrativa visando a preservação do Meio Ambiente.

Além disso, em reportagem do Jornal Diário do Vale (2019) um morador do Bairro Vila Rica/ Tiradentes está transformando os pneus inservíveis em vasos de flores de pneus reciclados para conscientizar outros moradores sobre as questões ambientais para evitar que outros moradores coloquem entulho e lixo nesta região, a maioria dos pneus são doados por uma borracharia do Monte Castelo.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir:

Os pneus inservíveis ainda representam um grande passivo ambiental na Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul, apesar das iniciativas já instaladas que atuam na logística reversa dos pneumáticos, principalmente através de convênios entre o Poder público municipal e a Reciclanip, ou pelas diferentes iniciativas de aproveitamento direto do pneu inservível, tanto na zona urbana como na rural.

Muitos dos Municípios estudados ainda não possuem Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, descumprindo a Lei Federal 12.305 de 2010, sendo que na totalidade dos municípios não existe nenhuma legislação específica para a logística reversa dos pneumáticos, sendo descartados como resíduos sólidos urbanos.

Os dados oficiais informados pelo IBAMA demonstram que grande parte dos inservíveis coletados para o reaproveitamento não estão sendo triturados para o reaproveitamento dos seus componentes, e sim estão sendo levados para a o aproveitamento energético por queima em fornos de coprocessamento em indústrias cimenteiras. Este aproveitamento energético, embora seja considerado legal e ambientalmente correto, não pode ser considerado o melhor destino para os inservíveis, uma vez que a borracha e demais componentes não voltam para o início da cadeia de produção de pneumáticos, o que pode inclusive ser considerado um tratamento térmico de resíduos e não uma logística reversa.

De acordo com atual modelo de logística reversa de pneumáticos inservíveis estabelecido na Região Hidrográfica do Recursos Hídricos- Médio Paraíba do Sul algumas medidas são necessárias para ampliar a gestão dos pneus inservíveis, sendo fundamental uma maior interação entre os geradores finais, o poder público e a Reciclanip representante dos fabricantes de pneus.

Torna-se necessário estabelecer um modelo de rastreabilidade mais eficiente e que possa garantir os pneumáticos inservíveis não continuem sendo queimados a céu aberto tão pouco destinados de forma incorreta nos logradouros públicos ou nos diferentes ambientes a céu aberto.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABNT- **Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma ABNT NBR 10004:2004. 2004.** Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 018 mar 2020.

ABNT- **Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma ABNT NBR ISO 14001:2015. 2015.** Disponível em: < file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Introducao14001portPortal.pdf>. Acesso em: 10 jan 2019

ALVES, V. E. da S., Vasconcelos, G. M., Moreira, R. N., Filho, M. J. A., & Barreto, T. S. **Impacto Ambiental provocado pela destinação incorreta de pneus.** REVISTA ENIAC PESQUISA, 4(2), 162, 2015. <https://doi.org/10.22567/rep.v4i2.277>

ANDRADE, H. de S. **Pneus inservíveis: Alternativas possíveis de reutilização.** Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para aprovação na disciplina CNM 5420 – Monografia, 2007.

ANDRADE, R. T. G. de; FONSECA, C. S. M; MATTOS, K. M. da. C. **Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN.** Holos, Natal. v.2, n.26, p. 100-112. 2010.

ANDRADE, C. I. A. R; JESUS, R. M. de; CRUZ, J. de O. **Análise da viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem de pneus em Teixeira de Freitas – BA.** R. Bras. Planej. Desenv, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 107-127. 2015.

ANIP. **Vendas de pneus fecham janeiro com queda de 2%.** 2020. Disponível em: <<http://www.anip.org.br/releases/vendas-de-pneus-fecham-janeiro-com-queda-de-2/>>. Acesso em: 7 abr 2020.

ANIP. **Livro Branco da indústria de pneus: Uma política industrial para o setor.** São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.anip.com.br/arquivos/f8201-white-book-versao-final.pdf>>. Acesso em: 10 jan 2020.

ANIP. **Vendas de pneus fecham fevereiro com queda de 5,9%.** 2020. Disponível em: <<http://www.anip.org.br/releases/vendas-de-pneus-fecham-fevereiro-com-queda-de-59/>>. Acesso em: 7 abr de 2020.

ANIP. **História do pneu.** São Paulo, 2018. Disponível em: < <http://www.anip.org.br/historia-e-fabricacao>>. Acesso em: 03 janeiro de 2020.

ANIP. **Livro Branco da indústria de pneus: Uma política industrial para o setor.** São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.anip.com.br/arquivos/f8201-white-book-versao-final.pdf>>. Acesso em: 10 jan 2020.

BASEL CONVETION. **ON THE CONTROL OF TRANSBOUNDARY MOVEMENTS OF HAZARDOUS WASTES AND THEIR DISPOSAL.** UNEP, Geneva. p.1-120, 2014.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Pneus.** Brasília, 1998. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/pneus.pdf>. Acesso em: 09 de set. 2019.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 10 mar 2019.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. – “Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010”.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htmf. Acesso em: 21 jun. 2019.

BRASIL. INEA. **Resolução INEA Nº 183 DE 12/07/2019.** Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=380155>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

BRASIL. **PROJETO DE RESOLUÇÃO Nº 1600/2010.** Disponível em: < <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro0711.nsf/1e1be0e779adab27832566ec0018d838/9397fcc3f0ddaca9832577f90073d8f6?OpenDocument>>. Acesso em: 14 abr 2020.

CÂMARA MUNICIPAL DE QUATIS. **Código ambiental do Município de Quatis – RJ.** Disponível em: < http://quatis.aexecutivo.com.br/arquivos/30/Leis%20Municipais_565_2007_0000001.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2020.

CÂMARA MUNICIPAL DE VALENÇA. **Lei n.º 2.902, de 17 de maio de 2016. Altera a Lei nº. 2.778, de 05 de maio de 2014, que institui o Código Ambiental do Município de Valença.** Disponível em: < <http://www.valenca.rj.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/Lei-2902-2016.pdf>> Acesso em: 10 maio. 2020.

CIMINO, M. A; ZANTA, V. M. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis (GPI): análise crítica de ações institucionais e tecnologias para minimização.** Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.10 no.4. Rio de Janeiro, 2005. ISSN 1809-4457. DOI 10.1590/S1413-41522005000400006

CNPJ.BIZ. **Informação sobre a empresa Ponto Verde Reciclagem de Pneus LTDA.** Disponível em: < <https://cnpj.biz/09529461000120>>. Disponível em 18 abr 2020.

COMITÊ DE BACIAS MÉDIO PARAÍBA DO SUL. **Área de atuação. 2020.** Disponível em: < <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/area-atuacao.php>>. Acesso em: 288 abr 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. – **“RESOLUÇÃO CONAMA nº001, 23 de janeiro de 1986”.** Dispõe sobre necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em 07 jul 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. - **“RESOLUÇÃO CONAMA nº 416, 20 de setembro de 2009”.** Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 21 jun. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. – **“RESOLUÇÃO CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999** Publicada no DOU no 230, de 2 de dezembro de 1999, Seção 1,

página 39”. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1999_258.pdf. Acesso em: 21 jun 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. – **‘RESOLUÇÃO CONAMA nº 452, de 02 de julho de 2012’**. Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=676>. Acesso em jul 2019.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. – **“CONTRAN nº 558, de 5 de junho de 1980**. Publicado no DOU em 23 abr 1980. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=103327>>. Acesso em: 13 nov 2019.

COUTO, M. C. L; LANGE, L.C. **Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil**. Eng Sanit Ambient. v.22 n.5. p. 889-898. 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017149403.

DAVIS, Bruce. **Bridgestone retains top spot in Global tire ranking**. Tire bussines. Ohaio, USA. 2018. Disponível em: < <https://www.tirebusiness.com/assets/PDF/TB117299928.PDF>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

DELTA BRAVO RECICLAGEM. **Processo de pirólise do pneu**. 2019. Disponível em: < <http://www.deltabravoreciclagem.com/>>. Acesso em 20 mar 2019.

EDINÇLILER, A; BAYKAL G; SAYGILI, A. **Influence of different processing techniques on the mechanical properties of used tires in embankment construction**. Wast Manager, Istanbul, v. 30, n. 6, p. 1073-1080, 2010.

ESCOTEIROS DO BRASIL. Grupo Escoteiro Vigilante da Acásia (53º/RJ) constrói uma pequena praça em Barra do Pirai. 2016. Disponível em: < <https://www.escoteiros.org.br/noticia-detalle/grupo-escoteiro-vigilante-da-acasia-53orj-constroi-uma-pequena-praca-em-barra-do-pirai/>>. Acesso em: 18 abr 2020.

EVANS, Rachel. **Global tire manufacturing output to grow 3.4% year-on-year**. Tire Technology International. United Kigndom.Jun 2019. Disponível em:< <https://www.tiretechnologyinternational.com/news/business/global-tire-manufacturing-output-to-grow-3-4-year-on-year.html>>. Acesso em: 7 abr de 2020.

FARIA, J. S de. **Incorporação de resíduo pó de borracha de pneus inservíveis em cerâmica vermelha**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Materiais Avançados. Campos dos Goytacazes. 2015.

FONSECA, L. H. A. **Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental**. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, v. 1, ed. 36, 2013. ISSN 2236-6717

FONSECA, S. M. da. **Influência de unidades de conservação na qualidade da água de corpos hídricos: Estudo de caso na AIRE Floresta da Cicuta/ RJ**. Dissertação de mestrado em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense, 2018.

FORTES, R. R.; JÚNIOR, O. N de C.; SANTIAGO, L. C.; SILVA, A.C. **Estudo da destinação de pneus usados e inservíveis na Baixada Fluminense**. In: Anais do XXIX

FREITAS, S. S; NÓBREGA, C.C. **Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira.** Eng Sanit Ambient. João Pessoa. v.19 n.3. p. 293-300. 2014.

G1. **Rio das Ostras, RJ, recolhe pneus inservíveis e envia para reciclagem.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2015/02/secretaria-do-ambiente-de-rio-das-ostras-envia-pneus-para-reciclagem.html>>. Acesso em 02 fev 2015.

GRANZOTTO, L.; SOUZA, R. A. **Mechanical properties of structural concrete with partial replacement of fine aggregate by tire rubber.** Acta Scientiarum. Technology , Maringá, v. 35, n. 1, p. 39-44, Jan.-Mar., 2013.

GUERRA, A. F; VIDAL, C. M. SOUZA, J. B. de. **Proposta de melhoria de aterro de resíduos sólidos urbanos para um pequeno município.** Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 2, p. 191-203. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321284555_Proposta_de_melhoria_de_aterro_de_residuos_solidos_urbanos_para_um_pequeno_municipio>. Acesso em: 28 jan. 2020.

IBAHIA. **EcoD Básico: Possibilidades de uso para os pneus reciclados.** Salvador, 2012. Disponível em: <<https://www.ibahia.com/detalhe/noticia/ecod-basico-possibilidades-de-uso-para-os-pneus-reciclados/>>. Acesso em: 30 jan 2020.

IBAMA. **Relatório de pneumáticos: Resolução CONAMA nº416/ 09: 2018/** Diretoria de Qualidade Ambiental. Brasília, 2018. 75 p.

IBAMA. **Relatório de Pneumáticos de 2018- Resolução CONAMA 416/2009.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2018_atualizado_em_novembro_2018.pdf. Acesso em: 1 jul. 2019.

JORNAL A VOZ DA CIDADE. **Dois mil pneus são descartados pela Prefeitura anualmente em Quatis.** Disponível em: < <https://avozdacidade.com/wp/doi-mil-pneus-sao-descartados-pela-prefeitura-anualmente-em-quatis/>>. Acesso em: 18 abr 2020

JORNAL A VOZ DA CIDADE. **Pneus velhos e garrafas pets se transformam em peças de decoração de ruas em Bairros de Volta Redonda.** 2019. Disponível em: < <https://avozdacidade.com/wp/pneus-velhos-e-garrafas-pets-se-transformam-em-pecas-de-decoracao-de-ruas-em-bairro-de-volta-redonda/>>. Acesso em: 18 abr 2020.

JORNAL DIÁRIO DO VALE. **Pneus recolhidos das ruas são reaproveitados em Barra Mansa.** 2019. Disponível em: < <https://diariodovale.com.br/cidade/pneus-recolhidos-das-ruas-sao-reaproveitados-em-barra-mansa/>>. Acesso em: 18 abr 2020.

JORNAL DIÁRIO DO VALE. **Pelo menos 500 pneus usados são recolhidos por mês em Porto Real.** 2018. Disponível em: < <https://diariodovale.com.br/tempo-real/pelo-menos-500-pneus-usados-sao-recolhidos-por-mes-em-porto-real/>>. Acesso em 18 abr 2020.

JORNAL DIÁRIO DO VALE. **Mais de 14 mil pneus foram recolhidos em Resende em 2019.** 2019. Disponível em: < <https://diariodovale.com.br/regiao/mais-de-14-mil-pneus-foram-recolhidos-em-resende-em-2019/>>. Acesso em: 18 abr 2020.

JORNAL DIÁRIO DO VALE. **Morador do Vila Rica transforma pneus velhos em vasos de flor.** Disponível em: < <https://diariodovale.com.br/cidade/morador-do-vila-rica-transforma-pneus-velhos-em-vasos-de-flor/>>. Acesso em: 18 abr 2020.

JORNAL FOCO REGIONAL. **“ECOPNEU” Bate recorde de recolhimento em 2015.** Disponível em: < <http://www.focoregional.com.br/Noticia/ecopneu-bate-recorde-de-recolhimento-em-2015>>. Acesso em 18 abr 2020.

KRANZ, J.C. **LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS: a destinação pós-consumo segundo a Lei 12305 de 2010.** Monografia de conclusão do curso de Direito Universidade Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, 2015.

LAGARINHOS, C. A. F. **Reciclagem de Pneus: Coleta e Reciclagem de pneus. Coprocessamento na indústria de cimento, Petrobras SIX e Pavimentação asfáltica.** Monografia de conclusão de mestrado em Tecnologia Ambiental- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2004.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. Soares. **Tecnologias Utilizadas para a Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética de Pneus no Brasil.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Paulo, v. 18, n 2, p. 106-118, 2008.

LAGARINHOS, C. A.; TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de pneus: discussão do impacto da política Brasileira. *Engevista*, São Paulo. v.11, n. 1, p. 32-49, 2009.

LAGARINHOS, C. A. F; TENÓRIO, J. A. S. **Logística reversa dos pneus usados no Brasil.** Associação Brasileira de Polímeros, São Carlos. v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.

L3MAK RECICLAGEM. **Maquinário e processo produtivo de usina de reciclagem de pneus.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: l3mak@outlook.com em: 8 ago 2019.

LESCANO, C. A. A; et al. Gerenciamento de pneus inservíveis: estudo da reciclagem e destinação. Monografia. Faculdade Anhanguera de Ribeirão Preto/ FRP. Ribeirão Preto, SP. 2017.

LOPES, et al. **Coprocessamento de pneus usados e resíduos de refino de óleos lubrificantes usados em fornos de clínquer.** XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis. 2014.

MAPAS BLOG. **Mapa Região Vale Médio Paraíba.** Disponível em: <https://mapasblog.blogspot.com/2011/11/mapas-do-estado-do-rio-de-janeiro.html>. Acesso em: 14 ab 2020.

MATTIOLI, M. L; et al. Sistema FIRJAN. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo.** Rio de Janeiro: GMA. 2 ed, 2006.

MICHELIN. **A Árvore por trás do Pneu!** Disponível em: <<https://corporativo.michelin.com.br/arvore-por-tras-do-pneu/>>. Acesso em: 26 abr 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cresce em 264% o número de casos de dengue no país.** Disponível em: < <http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45314-cresce-em-264-o-numero-de-casos-de-dengue-no-pais>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MOTTA; F. G. **A cadeia de destinações dos pneus inservíveis- o papel da regulamentação e o desenvolvimento ecológico.** Ambiente e Sociedade, Campinas, v. XI, n. 1, p. 167-184, 2008.

MOTA, H. I; GOMES, J. F. P; BORDADO, J. C. M; PEREIRA, M. M. C; FELISBERTO, G. M. S; RIBEIRO, A; PAMPULIM, V. M; VELOSO, I; CUSTÓDIO, M. L. B. **Coated rubber**

granulates obtained from used tyres for use in sport facilities: a toxicological assessment. Coated Rubber Granulates, Lisboa, v. 21, n. 34, p. 26-30, 2009.

NOVA, Vitor Vieira Boa. Fonseca. **Indústria automotiva no Médio Paraíba Fluminense: arranjos políticos e impactos na agenda urbano-regional da Sub-região das Agulhas Negras.** Rio de Janeiro, 2019. 193 f.

ODA, S; JÚNIOR, J. L. F. **Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação.** Acta Scientiarum. Maringá, v. 23, n. 6, p. 1589-1599, 2001.

PAVFRIO. **Mistura asfáltica a frio.** Atibaia, 2019. Disponível em: < <http://www.pavfrio.com.br/mistura-asfaltica-frio.html>>. Disponível em: 30 jan 2020.

PEREIRA, M. A. **A difícil equação entre o comércio e o meio ambiente: o caso da proibição de importação de pneus usados e remoldados na União Europeia.** Dissertação de mestrado da Universidade de Brasília. Brasília. 118. P, 2011.

PLANETA CAMINHÃO. **A História do Pneu.** São Paulo, 2015. Disponível em: < <https://planetacaminhao.com.br/a-historia-do-pneu/>>. Acesso em: 03 jan 2020.

PREFEITURA DE ITATIAIA. **Prefeitura reforça limpeza de ruas e calçadas e intensifica fiscalização de descarte irregular de entulhos.** Disponível em: < <https://itatiaia.rj.gov.br/noticia/3693/prefeitura-reforca-limpeza-de-ruas-e-calçadas-e-intensifica-fiscalizacao-de-descarte-irregular-de-entulhos>>. Acesso em 18 abr 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DO PIRAÍ – PMBP. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** 2014. Disponível em: <https://www.barradopirai.rj.gov.br/planosaneamento.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA MANSA – PMBM. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Barra Mansa - PMGIRS - Barra Mansa/RJ.** Produto 3 – Diagnóstico Municipal Participativo. 2018a. Disponível em: < http://www.sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_149-2017_LP.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA MANSA – PMBM. **Secretaria de Meio Ambiente de Barra Mansa encaminha cerca de três mil pneus para indústria de beneficiamento.** Imprensa. 2018b. Disponível em: <http://www.barramansa.rj.gov.br/index.php/imprensa/noticias/362-secretaria-de-meio-ambiente-de-barra-mansa-encaminha-cerca-de-tres-mil-pneus-para-industria-de-beneficiamento>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITATIAIA - PMI. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** 2014. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/downloads/SEAS/PMSB%20-%20ITATIAIA.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020

PREFEITURA MUNICIPAL DE PINHEIRAL – PMP. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pinheiral - PMGIRS - Pinheiral/RJ.** Produto 6 – Versão Final. 2019. Disponível em: <https://pinheiralpmgirs.wixsite.com/pmgirs>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAÍ - PMPiraí. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-pirai.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAÍ. **Piraí Recicla**. Disponível em: < <https://www.pirai.rj.gov.br/servicos/meio-ambiente-obras-e-servicos-publicos/pirai-recicla>>. Acesso em: 18 abr 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAÍ. **Retirada de pneus em terreno baldio no Varjão**. Disponível em: < <https://www.pirai.rj.gov.br/noticias/retirada-de-pneus-em-terreno-baldio-no-varao>>. Acesso em: 18 abr 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO REAL - PMPR. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2015. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-porto-real.pdf> Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE QUATIS - PMQ. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-quatis.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE – PMR. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Barra Mansa - PMGIRS - Resende/RJ**. Produto 6 – Versão Final. 2018. Disponível em: <https://resendepmgirs.wixsite.com/pmgirs/downloads>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE. **Associação de catadores recicla Resende ganha baias com cobertura para galpão**. 2019. Disponível em: < <http://www.resende.rj.gov.br/noticias/associacao-de-catadores-recicla-resende-ganha-baias-com-cobertura-para-galpao>>. Acesso em: 18 abr 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO – PMRC. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-rio-claro.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VALENÇA – PMV. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-valenca.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA – PMVR. **Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Volta Redonda – Documento 3 – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – Versão Final**. 2015. Disponível em: http://www.voltaredonda.rj.gov.br/projetos/saneamento/mod/consulta_publica_2015/pdf/DO_C3_PMGIRS.pdf. Acesso em: 02 mar. 2020.

RAMOS, L. S. N. (2005) **A logística reversa de pneus inservíveis: O problema da localização dos pontos de coleta**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC

RECICLANIP. **Informações da destinação de pneus inservíveis**. Disponível em: <http://www.reciclanip.org.br/formas-de-destinacao/principais-destinacoes/>. Acesso em: jul. 2019.

RECICLANIP. **O que são os pontos de coleta.** Disponível em: <
<http://www.reciclanip.org.br/pontos-de-coleta/o-que-sao/>>. Acesso em 7 abr. 2020.

RENDEL AMBIENTAL. **A EMPRESA.** Disponível em: <
<https://br.linkedin.com/company/rendel-ambiental>>. Acesso em: 18 abr 2020.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei Complementar nº002, de 13 de maio de 2009. Dispõe sobre o código ambiental do Município de Barra do Piraí e dá outras providências.** Rio de Janeiro. Disponível em: <
<https://www.barradopirai.rj.gov.br/portal/images/leis/geral/Lei%20Complementar%20002%20de%2013%20de%20maio%20de%202009.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2020.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº 3.049, de 23 de dezembro de 1998. Dispõe sobre a política municipal do meio ambiente, do município de Barra Mansa- RJ, de conformidade com o art.23, incisos VI e VII da Constituição Federal e dá outras providências.** Disponível em: <
http://camarabarramansa.rj.gov.br/administrador/components/com_leis/arquivos/leis/b6db0def1574e1d4048dbd6e4b5a524-lei-3049-1998.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2020.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei Complementar Nº 20, de 26 de maio de 2009. Altera o Código Municipal de Meio Ambiente de Piraí (Lei Complementar nº 18 de 22 de dezembro de 2008), e dá outras providências.** Disponível em: <
file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/LeiComplementar_n20.2009-AlteraCodigoAmbiental.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2020.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei Municipal nº 496, de 30 de setembro de 2010. Código Municipal do Meio Ambiente.** Disponível em: <
<https://rioclaro.rj.gov.br/legislacao/leis/2010/Lei%20496%20-%20%20Codigo%20M%20Meio%20ambiente.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2020.

RODRIGUES,J; et al. **Aproveitamento da borracha de pneus inservíveis na produção de componentes para construção.** 2004. Disponível em: <
<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/14/14-024.pdf>>. Acesso em: 16 jan 2020.

SANTOS, Carmenlucia. **Gerenciamento de pneus inservíveis.** Campinas, 2010. 14f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) – Centro Superior de Educação Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2010.

SAVIO, A. M. S. **O caso dos pneus perante a OMC e Mercosul.** Univ. Rel. Int., Brasília, v. 9, n. 1, p. 349-370. 2011. Doi: 10.5102/uri.v9i1.1361

SCUDERIA. **Dicas e informações sobre pneus.** Disponível em: <
<http://scuderiapneus.com.br/dicas-e-informacoes-sobre-pneus/>>. Acesso em: 05 jan. 2020.

SILVA *et al.* **Concreto com borracha de recauchutagem de pneu para uso em pavimentação de baixo tráfego. Concrete with tire rubber for use in low traffic paving.** Revista Matéria, v.24, n.2, 2019.

SILVA, S. R. A. **A controvérsia sobre a importação de pneus usados e a sua proibição definitiva pelo supremo tribunal federal: benefícios econômicos, sociais e ambientais da reforma de pneus usados de fabricação nacional.** Monografia apresentada a Disciplina de

Estágio Supervisionado II, do Curso de Administração com linha de formação específica em Comércio Exterior do Núcleo Universitário de Contagem da PUC Minas. Contagem, 76.p. 2011.

SILVA, A. T. **Estudo da desvulcanização ultrassônica de borracha de pneus inservíveis**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais, p. 1-101, 2015.

SILVA, J. P da; DAMO, J. **Plano de negócios para implantação de uma usina recicladora de pneus. XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. SEGET. Resende, 2014.

SILVA, E. C. R.; PACHECO, E. B. A. V. **As destinações de pneus inservíveis e seus impactos**. ICTR 2004 – CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina

SINPEC. **História do Pneu**. Disponível em: < <http://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/>>. Acesso em: nov. 2019

TIRE BUSSINESS. **Ranking dos fabricantes de pneus 2018**. 2018. Disponível em:< <https://www.tirebusiness.com/assets/PDF/TB117299928.PDF>>. Acesso em 7 abr 2020.

TSAI, W. T; CHEN, C. C; LIN, Y. Q; HSIAO, C. F; TSAI, C. H; HSIEH, M. H. **Status of waste tires' recycling for material and energy resources in Taiwan**. Journal of Material Cycles and Waste Management, Taiwan, v. 19, n. 3, p. 1288-1294, 2017.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: ISO 14000**. São Paulo: SENAC, 2004.

VIOTTI, M. A. P; ARAÚJO, J. A; OLIVEIRA, F.A. **Avaliação do Sistema Gerenciamento de Pneus para o Município de Volta Redonda**. Cadernos UNIFOA. v.12, n.33, 2017.

WEBER, William. SEAERJ: NOVA AGENDA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO. Revista bianual - Ano XIX - Nº 24 - Dezembro 2014, editada pela Sociedade dos Engenheiros e Arquitetos do Estado do Rio de Janeiro (SEAERJ). Disponível em: < <https://seerj.org.br/SEAERJ%20Hoje/SEAERJ%2024.pdf>>. Acesso em: 25 abr 2020.

