

DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS EM MACEIÓ/AL: AMEAÇAS E OPORTUNIDADES AO DESENVOLVIMENTO LOCAL

Adriano Marinheiro Pompeu¹

João Victor de Holanda Porto Correia²

Lara Joanna Cardoso Nunes Ferreira³

Libel Pereira da Fonseca⁴

Nicole Maria da Silva Romeiro⁵

Engenharia de Produção



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

O crescimento das cidades, aliado a produção de bens de consumo ocasionaram conseqüentemente a crescente geração de lixo e produtos inservíveis, tal fato remete à necessidade de buscar alternativas de desenvolvimento local que minimizem ou adequem a destinação de passivos ambientais. Órgãos municipais, estaduais e federais, têm buscado instituir políticas a fim de estruturar o descarte e a destinação de produtos inservíveis, entretanto, por fatores que ultrapassam suas jurisdições, o descarte inapropriado de alguns produtos acaba sendo extremamente prejudicial ao desenvolvimento das cidades. Atualmente, um produto que tem cada vez mais ocupado espaço nas paisagens das cidades, devido ao descarte inadequado, é o pneu inservível, sendo este, encontrado com facilidade em Maceió-AL em terrenos, ruas, margens de rios, praias e em pátios de empresas e casas. Nesse sentido, é essencial analisar os motivos que ocasionam tais destinações inadequadas, para assim, compreender a eficiência dos processos de destinação propostos por órgãos regulamentadores. Este trabalho, fomentado por meio do Projeto de Iniciação Científica (PROBIC) da Universidade Tiradentes (UNIT) de Alagoas buscou por meio de um estudo de caso, analisar o descarte de pneus inservíveis em Maceió-AL, buscando constatar possíveis ameaças presenciadas ao meio ambiente, assim como, apresentar oportunidades sustentáveis à este passivo ambiental, com o intuito de contribuir com a sustentabilidade das cidades para o alcance de um Desenvolvimento Local Sustentável.

PALAVRAS-CHAVE

Pneus Inservíveis. Meio Ambiente. Desenvolvimento Local

ABSTRACT

The growth of cities, coupled with the production of consumer goods, has consequently led to the increasing generation of waste and waste products. This fact points to the need to seek alternatives for local development that minimize or adjust the destination of environmental liabilities. Municipal, state and federal agencies have sought to institute policies in order to structure the disposal and disposal of waste products, however, due to factors that exceed their jurisdiction, the inappropriate disposal of some products ends up being extremely harmful to the development of cities. Currently, a product that has increasingly occupied space in the landscapes of cities, due to improper disposal, is the waste tire, which is easily found in Maceió / AL on land, streets, river banks, beaches and even in business courtyards and homes. In this sense, it is essential to analyze the reasons for such inappropriate destinations, in order to understand the efficiency of the destination processes proposed by regulatory bodies. This work, fostered through the PROBIC UNIT / AL Scientific Initiation Project, sought through a case study to analyze the disposal of waste tires in Maceió / AL, seeking to identify possible threats to the environment, as well as to present sustainable opportunities. to this environmental liability, in order to contribute to the sustainability of cities to achieve sustainable local development.

KEYWORDS

Unservicable Tires. Environment. Local Development.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desenvolvimento econômico e tecnológico tem fomentado o consumo de recursos naturais e aumento da produção de bens e produtos, tal processo, ocasiona a diminuição dos ciclos de vida dos produtos e torna possível o aumento do descarte de materiais ao final de sua vida útil, trazendo como consequência, o aumento de passivos ambientais (lixo, poluição, resíduos) dispostos inadequadamente.

É possível entender o impacto gerado pelo desenvolvimento econômico por meio do aumento da frota veículos no Brasil. Segundo o Departamento Nacional De Trânsito (DENATRAN, 2017) em 2001 a quantidade total de veículos era de 31,9,5 milhões, e, em 2017 essa quantidade alcançou um total de 97 milhões de veículos, evidenciando um crescimento de frota de 300% em 17 anos.

Nesse cenário em constante expansão, insere-se a preocupação com a destinação correta de pneus inservíveis. Sendo o pneu um componente fundamental para maioria dos veículos, seu crescimento está intrinsecamente ligado à sua produção, ao setor de transporte e ao desenvolvimento econômico.

O pneu ao chegar ao fim de sua vida útil, quando descartado inadequadamente, pode causar danos irreparáveis ao meio ambiente e à saúde pública. Nesse sentido, a implantação de ciclos reversos de produção, tem função principal de reaproveitar tais pneus descartados pela sociedade em novos ciclos produtivos, a fim de minimizar o consumo de matérias-primas não renováveis e mitigar impactos negativos ao meio ambiente.

Entretanto, o pneu inservível é visto como um bem de valor negativo para o mercado, tornando-se um problema para os fabricantes e importadores de pneumáticos que, de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1999), tais empresas são responsáveis pela correta destinação destes pneus.

Nohara *et al.* (2005) explica que o reaproveitamento da borracha proveniente dos pneus surge como uma solução sustentável, resultando em benefícios socioambientais, além de reduzir o passivo existente dos pneus que provocam graves problemas ambientais e a saúde da população. Atividades industriais que possuem o potencial de proporcionar bem-estar a sociedade e ao meio ambiente, mostram-se fundamentais na busca por um Desenvolvimento Local Sustentável.

Nesse sentido, este trabalho desenvolvido por meio do Projeto de Iniciação Científica (PROBIC) da Universidade Tiradentes de Alagoas (UNIT/AL), busca analisar o descarte de pneus inservíveis na Região metropolitana de Maceió, com o intuito de constatar possíveis ameaças ao meio ambiente e a sociedade e apresentar oportunidades sustentáveis por meio do descarte adequado de pneus inservíveis. Os resultados apresentados, permitirão a compreensão da importância de ações que contemplem a sustentabilidade, uma vez que a sociedade carece de alternativas para o alcance de um Desenvolvimento Local Sustentável.

2 DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS

O descarte inadequado de pneus inservíveis apresenta-se como um problema ambiental analisado sistematicamente em diversos países. No Brasil, apesar de resoluções de órgãos governamentais, estipulando normas, obrigando os fabricantes e importadores a proporcionarem uma destinação correta para os pneus usados, ainda assim, tais normas não estão sendo cumpridas de forma adequada ou em sua totalidade (POMPEU, 2016a).

De acordo com a Regulamentação nº 258/99 do CONAMA, o pneu inservível necessita de destinação ecologicamente correta quando chega ao final de sua vida útil. Nesse sentido, surge a necessidade de maiores ações que prezem pela destinação correta deste passivo ambiental, que necessitam ser analisadas a fim de prezar pela redução de possíveis problemas ambientais.

Os problemas referentes ao descarte inapropriado de pneus ao final de sua vida útil, também causam sérios problemas ambientais às populações locais, uma vez que

estes resíduos, além de serem descartados no meio ambiente, também eram queimados a céu aberto com o intuito destruí-los completamente, ocasionando um problema mais grave que é a emissão de fumaça tóxica que polui e contribui com a emissão de gases de efeito estufa (CIMINO; ZANTA, 2005).

De acordo com Nohara *et al.* (2005), a queima de um pneu libera aproximadamente 10 litros de óleo no solo, que escoam até atingir os lençóis freáticos, o que contamina a água no subsolo, e, tal contaminação pode durar em torno de 100 anos. Existem projetos de lei que proíbem a queima de pneus sem um sistema de filtragem que retire no mínimo 90% dos gases e demais resíduos poluentes liberados no processo de combustão.

Além da queima, ainda existem problemas como a ocupação de grandes espaços como aterros sanitários, diminuindo sua vida útil, acúmulo e proliferação de insetos, com destaque ao *Aedes aegypti*, transmissor graves epidemias, como Dengue, Chikungunya e Zika Vírus, assoreamento e poluição de rios e lagos, assim como o risco de incêndio em terreno baldio ou lixões (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

No Brasil a Resolução 258/99 do CONAMA (1999), proíbe a destinação final dos pneus em locais como aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços e queima a céu aberto. Essa Resolução, ainda determina que o descarte adequado destes resíduos, é de responsabilidade dos produtores e importadores de produtos pneus.

Programas com a finalidade de minimizar os impactos negativos dos pneus inservíveis estão sendo desenvolvidos. O princípio da minimização é obtido por meio da Redução, Reutilização e Reciclagem. Esses “três erres” são alguns dos princípios básicos definidos pela Agenda 21 para se alcançar o desenvolvimento sustentável e preservar o meio ambiente (MMA, 2002).

Por serem derivados do petróleo e terem aço em sua composição, ainda não foram definidos cálculos precisos sobre sua decomposição. A poucas décadas atrás, ainda não se buscava melhores formas de disposição final dos pneus inservíveis, desse modo, agravava-se o descarte em rios e mares, vales, terrenos baldios e ao meio ambiente de forma geral (FREITAS; NÓBREGA, 2014).

Segundo estimativas do Ministério do Meio Ambiente, avalia-se que no Brasil, 100 milhões de pneus velhos estão espalhados em aterros, terrenos baldios, rios e lagos. Os pneus ficam sujeitos à diversos passivos ambientais. Além disso, a cada ano, mais de 60 milhões de pneus novos são fabricados no país, agravando a necessidade da conscientização do descarte adequado (ANIP, 2015).

Em cidades litorâneas que muitas vezes são roteiros turísticos, a sistematização do descarte carece ser analisada com mais atenção, já que pneus descartados em praias e oceanos podem ser moradia de organismos proliferadores de doenças, entupir vias aquáticas e ocasionar poluição visual (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Em 2007 em parceria com os principais fabricantes de pneumáticos do Brasil a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), criou o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis e a Reciclanip. A Reciclanip é a empresa responsável por administrar o processo de coleta e destinação dos pneus usados a fim de garantir a captação dos pneus por meio da participação de todos os elos da cadeia produtiva (POMPEU, 2016a).

Aguiar e Furtado (2010) informam que já foram coletadas mais de 700 mil toneladas de pneus usados nos ecopontos instalados pela Reciclanip em 21 Estados do país. Sendo assim, a entidade é considerada uma das principais iniciativas da indústria brasileira no processo de reciclagem.

A ANIP organizou um sistema logístico com a finalidade de apoiar suas associadas a cumprir as leis referentes ao descarte de pneus, implantando postos de coleta no Brasil, com o intuito de facilitar a captação e o transporte dos pneus descartados para a destinação final adequada, com vistas à implantação do programa nacional, assim como instituir uma campanha para conscientização de consumidores (CIMINO; ZANTA, 2005).

A grande adesão ao processo se deve ao apoio proporcionado pela ANIP, pois a associação forneceu consultoria técnica no que se refere ao funcionamento da logística e suporte econômico para a questão do transporte, auxiliando na remoção dos pneus coletados nos postos ao encaminhar as cargas até as empresas que efetuam a trituração destes pneus (BONENTE, 2005).

De acordo com o Relatório sobre Pneumáticos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2018), as tecnologias de destinação ambientalmente adequadas praticadas pelas empresas destinadoras e declaradas no Relatório de Pneumáticos são:

- Coprocessamento: Utilização dos pneus inservíveis em fornos de clínquer como substituto parcial de combustíveis e como fonte de elementos metálicos;
- Laminação: Processo de fabricação de artefatos de borracha;
- Granulação: Processo industrial de fabricação de borracha moída, em diferente granulometria, com separação e aproveitamento do aço;
- 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.

Em porcentagens, as destinações finais dos pneus inservíveis são: O Coprocessamento, representando 46,96% das destinações finais, Granulação, representando 36,84%, Laminação com 13,95% e a Pirólise com 2,26%. Para a aplicação destas tecnologias, muitas vezes, é necessária a transformação do pneu inservível em lascas ou "chips", por meio da trituração. As empresas trituradoras coletam ou recebem pneus inteiros, radiais e convencionais, e, também, resíduos de borracha provenientes do processo de laminação (IBAMA, 2018).

Fleischmann (2001) descreve que devido a competição mercadológica direcionada por clientes cada vez mais exigentes e atentos a problemas referentes a produtos defeituosos ou de baixa qualidade, direcionou uma expectativa crescente para que as empresas, minimizem os impactos ambientais de seus produtos e processos, ocasionando importantes fluxos reversos de produtos retornados para o canal de distribuição.

É perceptível que a sensibilidade e consciência ecológica, foram fatores que incentivaram os fluxos reversos, uma vez que inserem-se nas redes de suprimento, perante a intensa procura por suprimentos mais corretos e sustentáveis ecologicamente, ou seja, atendendo as necessidades de demanda e produção, pro-

curando não comprometer as gerações futuras, com o intuito de não prejudicar as mesmas de atender suas próprias necessidades (CORRÊA, 2010).

Barbieri e Dias (2002) descrevem que fluxos reversos tornam-se sustentáveis, podendo ser vistos como um novo modelo na cadeia produtiva de diversos setores econômicos, reduzindo o abuso dos recursos naturais, enquanto se recupera materiais para serem retornados aos ciclos produtivos e, também, por reduzirem o volume de poluição constituída por materiais descartados no meio ambiente.

O conceito de fluxos reversos pela adoção da reutilização não é atual, Rodrigues e Henkes (2015), informam que este conceito de reutilização de pneus foi adotado após a Segunda Guerra Mundial devido à escassez de matéria prima para produção de novos pneus. Isto demonstra que a adoção de fluxos reversos se apresenta como uma alternativa para a problemas relacionados novas abordagens para produtos ao final de sua vida útil.

Empresas e demais setores da sociedade realizam o descarte de produtos inservíveis quando realizam sua troca por novos, entretanto, este descarte, devido a não adoção de fluxos reversos, é realizado em rios, aterros e em locais de coleta de lixo comum. A destinação final adequada do pneu é de responsabilidade de todos, consumidores, fabricantes, distribuidores, revendedores e importadores, uma vez que o destino correto trará benefícios à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL, 2009).

De acordo com a Lei 12.305, de 6 de agosto de 2010, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus, são obrigados a estruturar e implementar sistemas reversos, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (IBAMA, 2017).

Com o intuito de auxiliar fabricantes, fornecedores e importadores de pneus a cumprirem estas legislações a ANIP criou, como dito aqui, a Reciclanip, entidade sem fins lucrativos, encarregada de estruturar os fluxos reversos de pneus inservíveis, coletando-os em diferentes pontos do país (DELIBERATO, 2012).

Tais pontos de coleta foram denominados como Ecopontos, sendo locais desenvolvidos em parceria com os órgãos públicos estaduais e municipais para coleta de pneus inservíveis. A coleta é feita nos municípios por caminhões, além disso, a população pode deixar os pneus inservíveis nesses pontos (LAGARINHOS, 2004). Os ecopontos adotam normas de segurança e higiene, sendo fechados e com cobertura, no que tange o acondicionamento dos pneus inservíveis, assim como exigido pelos órgãos reguladores.

Após o acondicionamento em ecopontos, os pneus são destinados a empresas licenciadas pelos órgãos ambientais competentes e homologados pelo IBAMA (RECICLANIP, 2010).

Tais empresas são encarregadas de proporcionar um destino ecologicamente correto aos pneus e de acordo com Andrade (2007), após análise e pesquisas referentes a fluxos reversos, surgiram iniciativas bem-sucedidas, a exemplo do coprocessamento para utilização como fonte de energia térmica em fornos de indústrias cimenteiras.

De acordo com Nohara *et al.* (2005), o coprocessamento é um procedimento que permite a destruição total do pneu, pelo aproveitamento da queima em fornos

clínquer. Todavia, os resíduos carecem de cuidados específicos, uma vez que as cinzas provenientes da queima devem ser incorporadas a matéria prima do cimento, sem alterar a qualidade do produto.

Dessa forma, esse processo de reaproveitamento de pneus inservíveis, cria uma cadeia reversa que proporciona valor a um rejeito potencialmente poluidor, quando destinado de forma errônea, que, atualmente, é encontrado com facilidade em diversas áreas de Maceió, ocasionando poluição dos mares, rios e lençóis freáticos, do solo, e, a poluição visual, uma vez que a cidade é destino turístico nacional e internacional.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para Gil (2017), para analisar os fatos do ponto de vista empírico, buscando interação das teorias com a prática, é necessário delinear um modelo conceitual e operativo da pesquisa. O delineamento é caracterizado pela forma como são coletados os dados da pesquisa.

Desta forma, foram realizadas pesquisas em base de dados municipais, estaduais e nacionais, como intuito de compreender, mapear e coletar dados referentes aos processos de destinação de pneus inservíveis. Tais informações direcionaram a pesquisa na confrontação dos dados com a realidade do descarte vivenciada em Maceió-AL.

De acordo com o Relatório sobre Pneumáticos do IBAMA (2018), a capital de Alagoas conta com quatro locais de coleta de pneus inservíveis, totalizando uma capacidade de estocagem de quatro mil e seiscentos pneus. Foram efetuadas visitas nos endereços relacionados no Relatório, entretanto, um dos locais relacionados em um Relatório de Pneumáticos de 2017, já não funciona mais como ecoponto. A Figura 1 demonstra a visita realizada no dia 14 de setembro de 2018.

Figura 1 Representação da visita ocorrida



Fonte: Autores (2019).

Durante os trajetos das visitas, foram constatados diversos locais de descarte irregular de pneus, muitos destes, até próximos aos locais descritos e relacionados como ecopontos. Desta forma, foi essencial o registro fotográfico destes locais a fim

de evidenciar o problema central da pesquisa. A Figura 2 ilustra o registro fotográfico efetuado pelo acadêmico bolsista do projeto de pesquisa.

Figura 2 Registro fotográfico



Fonte: Autores (2019).

De acordo como mencionado o registro fotográfico de algumas áreas de descarte irregular foram efetuados nos trajetos das visitas aos ecopontos. As ilustrações das Figuras 3 e 4 demonstram o problema ambiental evidenciado pelo acadêmico do projeto de pesquisa.

Figura 3 Descarte inadequado de pneus



Fonte: Autores (2019).

Figura 4 – Pneus Descartados em Trajetos das Visitas Exploratórias



Fonte: Autores (2019).

Em Maceió-AL a responsável pela fiscalização referente ao descarte dos pneus inservíveis é a Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM), que inspeciona e orienta este fluxo reverso, a fim de diminuir a poluição do meio ambiente, das águas, ar e solos, aumentando a vida útil dos aterros sanitários, uma vez que minimiza a quantidade de dejetos a serem neles depositados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre as ameaças causadas pelo descarte incorreto de pneus em Maceió-AL destaca-se a proliferação de doenças causadas por insetos, sendo ele um dos principais locais para o surgimento de foco do mosquito que causa dengue, zika e chicunguynha. Entre janeiro e outubro de 2018 foram registrados 1718 casos de dengue, 119 casos de zika e 150 casos de chicunguya, dados revelados pela Sesau para o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), do Ministério da Saúde (MS) (GUSTAVO, 2018).

Além disso, por ser uma cidade turística, o rejeito em alguns locais reduz a atratividade do local, a exemplo tem-se a praia do Pontal, que, segundo Moraes *et al.* (2008), a frequência no local diminuiu devido a quantidade de lixo o que dificultava o acesso à praia, dentre esses lixos o pneumático apareceu como um agravante. Recentemente, o porto de Maceió foi submetido a um processo de dragagem e dentre os materiais mais recolhidos a maior parte era formada por plásticos e pneus.

A opção de descartar pneus em aterros sanitários além de ser proibida pela Resolução 258/99 do CONAMA (1999) se torna inviável pois o seu formato ocupa um volume alto e mesmo que o pneu passe pelo processo de trituração os aterros sanitários da cidade de Maceió-AL não supriria a quantidade de pneu descartado por ano. De acordo com a SLUM o aterro da cidade recebe alguns pneus, lá é feita uma triagem básica e esses pneus são enviados para o ecoponto mais próximo.

Outro aspecto prejudicial é a queima dos pneus, pois por ser um material derivado do petróleo, durante a combustão, emite gases e substâncias tóxicas como: carbono e enxofre. Tais substâncias são prejudiciais para o ser humano, sendo elas consideradas cancerígenas (GONÇALVES, 2014). Dentre as ameaças causadas pelo descarte incorreto dos pneumáticos a logística reversa se faz presente para que tal produto volte para a cadeia produtiva a fim de obter valor ao material.

Neste contexto, por possuir grande resistência e durabilidade algumas oportunidades aparecem para a utilização do pneumático, um deles é a construção diferentes artefatos para decoração e móveis, dentre os quais os pneus praticamente não perde a sua estrutura, como pufs, poltronas, bancos e chinelos, como exhibe a Figura 5.

Figura 5



Fonte: Autores (2019).

Outros objetos podem ser fabricados a partir do pneu inservível, com o processo de granulação o qual retira o aço e produz borracha moída em diferentes tamanhos com a finalidade de aplicá-la em composição de asfaltos, quadras esportivas para absorver o impacto da pisada, indústria calçadista, entre outros, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Calçados Produzidos a Partir de Pneus Inservíveis



Fonte: Motta (2004).

O pneu inservível também pode ser usado na construção de estradas e rodovias, outra informação importante é que a pavimentação tem um grande potencial de consumo deles, pois de acordo com Goto (2007) em 7.800 km de estradas não pavimentadas surge a capacidade de consumir 12 milhões de pneus.

Outro dado importante, como sugere Lagarinhos e Tenório (2008) estima-se que são colocados fora do uso cerca de 45 milhões dos pneus por ano, sendo assim, ao introduzir os constituintes deste material no pavimento asfáltico, torna-se melhor as ponderações referentes ao equacionamento sustentável que é uma questão fundamental para o descarte correto no término de sua vida útil do resíduo no país.

Um uso com relativo importância é com a reciclagem energética, esse tipo de atividade é fundamentado com utilização de pneus para gerar fontes alternativas de energia, ou seja, locais nos quais os pneus inservíveis têm a capacidade de atender a demanda sem alterar característica do processo e nem qualidade do produto. Exemplos importantes que o combustível usado pode ser substituído pelo resíduo são: em processos que têm como fonte energética o carvão, coque de petróleo e óleo diesel.

Ao utilizar o pneu como fonte de energia térmica, este processo é o chamado coprocessamento, onde esta atividade é normalmente desenvolvida em indústrias cimenteiras, que, depois da utilização do chip de pneu inservível (FIGURA 7) na geração de energia, acrescenta ao cimento, os constituintes que sobram seguido da queima do pneu. Outra operação vinculada a este tipo de seguimento é utilizar o pneu processado para extrair combustível, por intermédio de um processo conhecido como pirólise.

Figura 7 – Pneus Triturados (Chips de Pneus)



Fonte: Pompeu (2016b).

Tal atividade é formada, como sugere Costa (2009), pela decomposição química do pneu, ela surge pela transferência constante de calor somada com a falta de oxigênio, nessas circunstâncias, ocorre com mais facilidade a extração de óleo e gás e assim podem ser utilizados como combustíveis.

A estrutura do pneu é constituída por outros materiais que podem ser utilizados com a finalidade de agregar valor em processos produtivos distintos. Nesse quesito, vale ressaltar que durante a operação de recuperação e regeneração são separados os componentes, tais como: metais, tecidos entre outros. Os metais que surgem dessa separação são reconstituídos e viram sucata qualificada, por outro lado, o nylon é recuperado e pode ser usado como reforço de embalagem.

Na construção civil, o pneu tem um grande potencial de utilização, ao dividir sua forma inteira em partes, surgem diversas formas usuais, são elas: aterros em estradas, em obra de drenagem (nesse caso é formado uma coluna com 15 pneus e tem como finalidade substituir os bueiros) e muros de contenção.

Uma finalidade com custos baixos de implementação dos pneus inservíveis pode ser vista na quebra de mares, pois os pneus podem proteger os portos dos efeitos que ocorrem naturalmente dos mares, dos quais, são grandes geradores de variações no solo e na praia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, dentre as prejudicialidades causadas pelo descarte incorreto do pneu em Maceió-AL, pode-se destacar as doenças que possuem transmissão pelo material

armazenado de forma incorreta e a perda de atratividade e poluição visual dos locais, visto que a cidade recebe muitos turistas durante o ano. Em vista disso, outras opções de descarte, como aterros sanitários e queima do material também possuem inúmeros malefícios para o meio ambiente.

Com isso, uma opção seria reintegrar o pneu inservível em cadeias produtivas e tornar um material que seria descartado em um produto ou um subproduto, no intuito de agregar valor o pneu inservível. Por possuir uma característica singular, que é a resistência, pode-se utilizá-lo em diversos processos produtivos, como até construção civil, construção de estradas e rodovias, dentre outras alternativas evidenciadas neste trabalho.

Além disso, é perceptível que as oportunidades são diversas, uma vez que a legislação auxilia nesse quesito, pois, conforme Floriani, Furlanetto e Sehnem (2016) as empresas produtoras, distribuidoras e importadoras de pneus são submetidas pela legislação a responsabilizar-se pelo destino correto dos pneus inservíveis, juntamente a determinação aos produtores e importadores de inserir pontos de coletas nas cidades com mais de 100 mil habitantes, e, devido a esta exigência, os ecopontos foram originados pela Reciclanip.

Conclui-se, também, que os sistemas de reciclagem e reintegração de pneumáticos na cadeia produtiva em Maceió-AL precisam ser mais abrangentes. As informações e alternativas de destarte para a população mostram-se pouco descritas, os ecopontos são mal localizados ou inexistentes e a quantidade de pneus inservíveis gerados e utilizados na cidade não é comportada. Este fator contribui com o grande número de pneus encontrados em Maceió, descartados de maneira incorreta e mesmo para os consumidores mais conscientes, a tentativa de reintegração ou descarte apropriado de pneus, torna-se tarefa difícil de ser contemplada.

Por conseguinte, a alternativa para o pneu inservível seria uma implantação de um sistema que estabeleça o fluxo reverso do mesmo, para que assim, o produto gere valor ou invés de poluição, com esse fluxo, estabelecimentos e indústrias poderia contemplar a sustentabilidade, no que tange à possibilidade de geração de emprego, renda e respeito ao meio ambiente, desta forma, mitiga-se as ameaças e ampliam-se as oportunidades em direção ao Desenvolvimento Local Sustentável.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.; FURTADO, C. Aplicação da logística reversa na revenda de pneus em Fortaleza. **Seminários em Administração** – SEMEAD, set, 2010. p. 2177.

ANDRADE, H. S. **Pneus inservíveis**: alternativas possíveis de reutilização. 2007. 101f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ARAÚJO, S. J. S. DE; SILVA, N. S.; MELO, J. P.; LIMA, E. V. Análise do sistema de logística reversa de pneus na cidade de São Luís-MA. Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 22, 2015. **Anais[...]**, Bauru-SP, 2015.

ANIP. **Produção e vendas 2015**: dados de produção. Disponível em: http://www.anip.com.br/arquivos/producao_vendas.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.

BARBIERI, J. C.; DIAS, M. Logística Reversa como Instrumento de Programas de Produção e Consumo Sustentáveis. **Tecnológica**, São Paulo, n. 77, p. 58-69, 2002.

BONENTE, L. A. I. M. *et al.* **Transformação de pneus inservíveis em dormente ferroviário**: proposta de pesquisa tecnológica. Laboratório de Estudos e Simulação de Sistemas Metro-Ferrovários, COPPE-UFRJ, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 258**, de 26 de agosto de 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>. Acesso em: 19 set. 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA). **Relatório de Pneumáticos 2018**. Resolução Comana nº 416/09. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2018.pdf>. Acesso em: 3 out. 2018.

BRASIL. **Resolução nº 416** de 30 de setembro de 2009. Brasília, DF: CONAMA, 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 8 set. 2018.

CIMINO, Marly Alvarez; ZANTA, Viviana Maria. Gerenciamento de pneumáticos inservíveis (GPI): análise crítica de ações institucionais e tecnologias para minimização. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 10, n. 4. out./dez. 2005.

CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento**: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado. São Paulo: Atlas, 2010. 440p.

COSTA, L. M. G. Modelo baseado no sistema depósito reembolsável para a busca do equilíbrio entre a geração e a reciclagem do resíduo sólido pneu. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 29, 2009. **Anais[...]**, Salvador, 2009.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA, André. (Coord.). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT/Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000

DELIBERATO, E. Os pneus e o meio ambiente. *In*: JARDIN, A.; YOSHIDA, C.; FILHO, M. V. J. (Org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012. Cap. 30. p. 653-663.

DENATRAN. **Frota de veículos do Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>. Acesso em: 26 ago. 2018.

FLEISCHMANN, Moritz. **Quantitative models for reverse logistics**: lecture notes in economics and mathematical systems. Berlim: Springer, Germany, 2001.

FLORIANI, M. A.; FURLANETTO, V. C.; SEHNEM, S. Descarte sustentável de pneus inservíveis. **NAVUS** – Revista de Gestão e Tecnologia, v. 6, n. 2, p. 37-51. 2016.

FREITAS, S. S.; NÓBREGA, C. C. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 293-300, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 192p.

GONÇALVES, L. C. Considerações acerca do processo de Logística Reversa de Pós-Consumo no segmento de pneus: Um estudo de caso na empresa Reciclanip. **Revista FATEC** – Zona Sul, v. 1, n. 1, 2014.

GOTO, A. K. **A contribuição da logística reversa na gestão de resíduos sólidos**: uma análise dos canais reversos de pneumáticos. 262f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo-SP, Brasil, 2007.

GUSTAVO, Derek. **Alagoas reduz casos confirmados de dengue, zika e chikungunya em 2018**. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2018/12/02/alagoas-reduz-casos-confirmados-de-dengue-zika-e-chikungunya-em-2018.ghtml>. Acesso em: 19 fev. 2019.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. 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, Carlos A. F. **Reciclagem de pneus: coleta e reciclagem de pneus. co-processamento na indústria de cimento, petrobras SIX e pavimentação asfáltica**. 2004. 257f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, SP, 2004.

MMA. **Agenda 21**. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/capa>. Acesso em: 28 set. 2018.

MOTTA, Eduardo. **O calçado e a moda no Brasil**: Um Olhar Histórico. São Paulo. 2004.

NOHARA, J. J. *et al.* GS-40 - Resíduos sólidos: passivo ambiental e reciclagem de pneus. **THESIS**, São Paulo, v.3, p. 21-57, 2005.

POMPEU, A. M. **Logística reversa de pneus inseríveis: uma alternativa para o desenvolvimento local sustentável.** 2016. 68f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Local, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande/MS, Brasil, (2016a)

POMPEU, A. M. **Cadeia de valor sustentável:** as influências das capacidades dinâmicas para a sustentabilidade. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, Brasil, 2016b.

RECICLANIP. **Institucional.** São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.reciclanip.com.br>. Acesso em: 27 set. 2018.

RODRIGUES, C. M.; HENKES, J. A. Reciclagem de pneus: atitude ambiental aliada à estratégia econômica. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, SC, v. 4, n. 1, p. 448-473, abr./set. 2015.

Data do recebimento: 21 de julho de 2016

Data da avaliação: 9 de novembro de 2016

Data de aceite: 12 de dezembro de 2017

1 Engenheiro de Produção; Engenheiro de Segurança do Trabalho; Mestre em Desenvolvimento Local; Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade; Professor do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. E-mail: eng.adrianomarinheiro@gmail.com

2 Acadêmico do curso de Engenharia de Produção e Bolsista PROBIC UNIT/AL de Iniciação Científica do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. E-mail: victor_hollanda@hotmail.com

3 Acadêmica do curso de Engenharia de Produção e Membro do Grupo de Pesquisa de Iniciação Científica do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. E-mail: lara_nunes2@hotmail.com

4 Engenheiro Químico; Mestre em Engenharia Química; Professor e Coordenador de Curso do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. E-mail: libel_pereira@al.unit.br

5 Acadêmica do curso de Engenharia de Produção e Bolsista PROVIC UNIT/AL de Iniciação Científica do Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL. E-mail: nicole.romeiro@gmail.com

