

CADEIA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS AUTOMOTIVOS PÓS-CONSUMO EM TERESINA-PI

Maria do Socorro Ferreira dos Santos

socorroferreira@ufpi.edu.br
Universidade Federal do Piauí –
UFPI, Teresina, PI, Brasil.

Bentha Beatryz Carvalho Lima

benthabeatriz11@gmail.com
Universidade Federal do Piauí –
UFPI, Teresina, PI, Brasil.

RESUMO

Os pneus são resíduos sólidos que precisam de uma destinação adequada para evitar danos ambientais e à saúde ou para não servir de criadouros de vetores de doenças tais como a Dengue, a Chikungunha e a Zika. As preocupações com esses tipos de materiais motivaram legislações como CONAMA nº 416/2009, que previne a degradação ambiental ocasionada por pneus inservíveis e que busca a destinação correta, e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12305 que, por sua vigência, estabelece a indispensabilidade da estruturação e implementação da logística reversa, além de trazer a responsabilidade compartilhada da cadeia produtiva. Tendo em vista a preocupação com o pós-consumo dos pneus, como a destinação ambientalmente correta, buscou-se analisar como ocorre a logística reversa dos pneus automotivos pós-consumo na cidade de Teresina – PI, por meio de pesquisas de campo nos envolvidos na cadeia, como as borracharias, concessionárias, revendedoras, renovadoras de pneus e empresa de reciclagem. A reforma de pneus, além de ser mais econômica para os consumidores e ecologicamente correta, é uma alternativa aos pneus pós-consumo que apresentam a estrutura adequada à reforma, evitam também que sejam utilizados litros de petróleo, assim como a liberação de CO₂. Nas três renovadoras visitadas na cidade de Teresina, deixaram de ser utilizados mensalmente 91.560 litros de petróleo com a não liberação de 247.615,09 metros cúbicos de CO₂ e a previsão anual de 1.098.720 litros de petróleo com 2.971.381,13 metros cúbicos de CO₂ não sendo emitidos.

Palavras-chave: Logística reversa de pneus; reforma de pneus; reciclagem de pneus.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, em 2016 foram produzidos por categoria (em milhares de unidades) 67.870,35 pneus divididos em: carga, camioneta, passeio, moto, agrícola, industrial e avião. No terceiro trimestre de 2017 ocorreu um crescimento na produção de 9,4% quando comparado ao ano anterior, com destaque para a produção de pneus de passeio com 12,4% e de 14,5% para os veículos comerciais leves (ANIP, 2017).

O crescimento na produção de pneus aliado ao aumento da frota de veículos justifica a preocupação com os pós-consumos desses, de modo que os pneus possam obter uma destinação ambientalmente adequada. De acordo com dados do IBGE (2021), o Brasil tem cerca de 211,2 milhões de habitantes com 107.948.371 de veículos registrados até dezembro de 2020 (DENATRAN, 2021).

Os pneus inservíveis, quando descartados na natureza, constituem um problema ambiental grave, já que podem proporcionar tanto danos ambientais quanto malefícios à própria saúde das pessoas. Com a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) foi compartilhada a responsabilidade entre os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e os titulares de serviço de manejos desses resíduos na Logística Reversa pós-consumo.

A prática da logística reversa de pneus inservíveis, entendida como o ciclo reverso do ponto de consumo até a destinação final destes objetos, é uma solução possível para evitar tais problemas (Sousa e Rodrigues, 2014). Para Valle e Souza (2014), a logística reversa consiste no processo de recuperação dos resíduos pós-venda ou pós-consumo, coletando, realizando pré-tratamento, beneficiamento e distribuição, tendo em vista a destinação à cadeia produtiva.

Em 2016 a produção de pneus movimentou a economia e nesse setor foram 24,2 mil empregos de forma direta. Os indiretos eram de 115 mil empregos e 38 mil pontos (ANIP, 2016). O pós-consumo dos pneus também mobiliza a economia. Segundo a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (2018), a reforma é considerada uma opção econômica, segura e ecologicamente correta.

No Brasil, a reforma de pneus não entra na estatística de reciclagem de pneus (Lagarinhos *et al.*, 2016). As destinações adequadas dos pneus podem ser a reciclagem e a reforma. De acordo com a Associação Brasileira do Segmento de Reforma (2016), em 2016 o Brasil é classificado em segundo lugar no mercado mundial no setor, atrás apenas dos Estados Unidos.

O segmento de reforma de pneus é o modo de evitar problemas ambientais, vetores de doenças e diminuir a quanti-

dade de pneus lançados no meio ambiente, visto que a borracha, ao ser lançada na natureza, demora milhões de anos para se decompor. A reciclagem é a outra vertente que pode ser utilizada no pós-consumo dos pneus, fornecendo matérias primas para a fabricação de outros produtos e pode servir como combustível.

Segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (2021), o estado do Piauí possuía em 2018 a frota de 1.196.192 veículos. Na capital Teresina, esse número é de 492.946, representando 42,21% dos veículos do estado. Tendo em vista a importância da frota da capital do estado do Piauí, assim como o status brasileiro como o segundo maior país no setor de reforma, surge a necessidade de conhecer como ocorrem as destinações ambientalmente adequadas dos pneus automotivos pós-consumo na cidade de Teresina.

Neste sentido a presente pesquisa teve como objetivo analisar a cadeia logística reversa do pneu automotivo pós-consumo na cidade de Teresina e, para tanto, foi feito o mapeamento dos agentes envolvidos, além da descrição do processo logístico reverso e, por fim, procedeu-se à avaliação da contribuição dos agentes para a cadeia logística reversa de pneus automotivos pós-consumo na cidade de Teresina.

Logo, com a identificação dos elos envolvidos, assim como suas responsabilidades, torna possível uma maior participação da sociedade, visto que, com a percepção do seu papel, ele poderá contribuir com uma maior destinação de pneus automotivos pós-consumo nos pontos de coleta, evitando, assim, o descarte inadequado. Assim como os pontos de coleta, que vão destinar um valor superior aos que são entregues seja na empresa de reciclagem ou nas empresas de reformas de pneus.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os pneus automotivos pós-consumo, quando não são destinados à reforma ou à reciclagem, possuem maior probabilidade de serem descartados na natureza. A ANIP (2017) estima que 100 milhões de pneus estejam abandonados em aterros, lixões, córregos, lagoas e rios do Brasil, acarretando impactos ambientais, sérios problemas de saúde pública e gestão de resíduos. Tal disposição torna-se inviável, visto que “os pneus apresentam baixa compressibilidade, não sofrem biodegradação e formam um resíduo volumoso, que ocupa muito espaço. Além disso, quando enterrados tendem a subir e sair para a superfície” (LAGARINHOS *et al.*, 2016).

Por meio da logística reversa, que é um instrumento de responsabilidade compartilhada, estabelecer uma estratégia de recolher, transportar e disseminar conhecimento com o propósito de dar destino apropriado ao pneu já sem utili-

dade deve ser uma prática constante em empresas. A logística reversa tem como foco de atuação o equacionamento do retorno de produtos, dando um destino adequado a eles, de forma a recapturar valor econômico, social e ambiental. Esse processo é realizado de maneira a obedecer a determinação legal, na prestação de serviço aos clientes, na cadeia de suprimentos e aos clientes finais por meio de assistência técnica (MELLO *et al.*, 2016).

Lagarinhos (2011) estudou a logística reversa de pneus usados no Brasil, desde o ponto de coleta até a destinação final, avaliando o cenário atual e propondo mudanças sobre a maioria dos sistemas implementados pelos fabricantes, importadores, revendas e distribuidores e pelas empresas de pré-tratamentos. O estudo utilizou, como método, pesquisas de campo em pontos de coleta, em empresas de pré-tratamentos, em borracharias, em empresas de coprocessamento, de triagem e seleção, em reformadores e recicladores, em associações que representam os fabricantes e em entidades internacionais que trabalham com a reciclagem de pneus, com o objetivo de avaliar os modelos utilizados e comparar com o sistema implementado no Brasil. Após análise dos resultados, a pesquisa mostrou que a Política Nacional de Resíduos Sólidos torna necessária a logística reversa como um meio para aplicar a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos, em que todos os envolvidos na cadeia contribuem para minimizar os volumes de resíduos sólidos e os impactos causados à saúde.

Considerando estes aspectos, esse estudo apresenta algumas pesquisas desenvolvidas no contexto da logística reversa de pneus inservíveis na capital do estado do Piauí, como o trabalho de Nascimento (2014), que analisou o controle de qualidade inserido no planejamento da logística reversa de pneus inservíveis em Teresina - PI, o qual teve como objetivo descrever como o controle de qualidade está inserido no planejamento da logística reversa de pneus inservíveis em uma indústria de borracha em Teresina. Essa investigação tem como método uma pesquisa de campo, com aplicação de um roteiro de entrevista semiestruturada na indústria de borracha, pois a partir dela foi possível mapear o fluxo reverso dos pneus inservíveis. Dessa forma, foi observado que é necessária a verificação da qualidade dos pneus inservíveis, uma vez que esses serão utilizados em reciclagens para, posteriormente, serem empregados em indústrias de borracha, na fabricação de cimentos e asfaltos.

Neste sentido, as empresas de pneus novos buscam formas de reduzir as emissões dos gases poluentes resultantes na fabricação dos pneus. A Rhodia, uma empresa do Grupo Solvay, apresentou em junho, no Congresso do Pneu Show (2018), como a sílica de alto desempenho adicionada aos compostos da borracha pode reduzir em até 7% o consumo de combustível dos automóveis, assim como as emissões de carbono na atmosfera.

Segundo o MinasPetro - sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo no Estado de Minas Gerais (2020), em 2019, 140 bilhões de litros de combustíveis foram vendidos no mercado brasileiro. O volume representa um aumento de 2,89% na comparação com 2018, quando foram comercializados 136 bilhões de litros. Logo, aliada ao crescimento dos combustíveis, temos as emissões de gases poluentes, na combustão incompleta dos carburetos presentes nos motores dos veículos, liberando os vapores de hidrocarbonetos, assim como o monóxido de carbono proveniente dos veículos motores a explosão, e o óxido de nitrogênio.

Outro exemplo de cadeia logística reversa de pneus é a fabricante Continental, que no ano de 2014 apresentou o cultivo de dente de leão como alternativa à borracha natural tradicional, que é utilizada no processo de produção de pneu.

Na composição de pneus, como foi visto, são combinadas a borracha natural e a sintética. A borracha natural é preferível à sintética, visto que, segundo os dados do Ministério da Agricultura, na sua produção é utilizada uma menor quantidade de energia 13 Gigajoules quando comparada aos valores da sintética que são de 108 e 175 Gigajoules.

A preocupação com a emissão dos gases poluentes na atmosfera, assim como o aproveitamento energético gerado em unidades da disposição final de resíduos sólidos, auxiliou na vigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), incentiva a utilização dos planos de resíduos sólidos nacional, estadual e municipal apresentando metas gradativas que reduza, reutilize e recicle resíduos e rejeitos. Visando também o compartilhamento da responsabilidade, promovendo o aproveitamento de resíduos, com direcionamento à sua cadeia produtiva.

A Figura 1 apresenta a estrutura do pneu. Ao observá-la é possível uma maior compreensão dos itens que o constituem. Todos os itens apresentados são de fundamental importância. Para a ANIP - Associação Nacional de Indústrias de Pneus, os destaques na constituição são: a banda de rodagem, que é a parte do pneu que entra em contato com o solo, a carcaça e o talão que liga o pneu e faz conexão com a roda.

De acordo com Lagarinhos e Tenório (2008), podem ser reformados os pneus automotivos pós-consumo que possuem a banda de rodagem apresentado os sulcos e saliências, tornando possível a aderência ao solo. A estrutura também não deve estar comprometida com cortes e deformações.

Existem três tipos de reforma para os pneus, segundo a Portaria n.º 444, de 19 de novembro de 2010 do INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

Industrial (2010), a recauchutagem, recapagem e remoldagem. Na recauchutagem ocorre a substituição da borracha da banda de rodagem e dos ombros; na recapagem ocorre a mudança na banda de rodagem e na remoldagem é substituída a banda de rodagem, os ombros e os flancos dos pneus, com o exterior do pneu sendo revestido com uma nova camada de borracha.

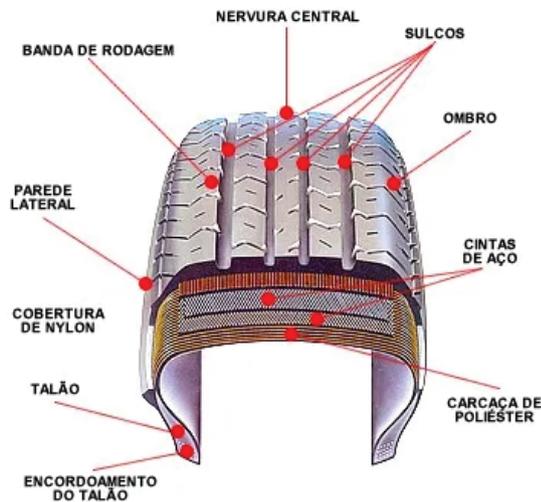


Figura 1. Estrutura do Pneu.
Fonte: Brazil Tires (2009).

O principal meio de transporte de mercadorias brasileiro é o rodoviário. Dos pneus recapados, “75% são destinados ao transporte rodoviário de carga, 12% para movimentação de carga própria e o restante diz respeito ao transporte de passageiros” (SILVA *et al.*, 2010). Segundo a ABR - Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus, a reforma de pneus “é o segundo ou o terceiro custo no transporte utilizando pneus comerciais (carga)”, afirma também que “o pneu reformado possui rendimento quilométrico semelhante ao novo, com custo 73% menor ao consumidor”.

De acordo com Souza e Oliveira (2014), no período de 2005 a 2014 foram reformados 81,65 milhões de pneus de caminhões/ônibus e 61,5 milhões de pneus de automóveis. Deixaram de ser utilizados 5.200 milhões de litros de petróleo.

Segundo a ABR - Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (2016), no processo de reforma, a cada unidade de pneu reformado, é gerada uma economia de 50 litros de petróleo para um pneu de carga e 18 litros para um pneu de passeio. Anualmente são reformados no país cerca de 7,6 milhões entre caminhões e ônibus, 8 milhões de automóveis, 2 milhões de motocicletas, 300 mil fora-de-estrada e agrícola. Com 1.257 empresas gerando serviços, totalizando cerca de 5.000 micros e pequenas empresas agregadas.

Tendo em vista o rendimento semelhante ao novo, assim como o preço reduzido, os pneus reformados são uma alternativa aos consumidores que estiverem com os seus pneus sem boas condições de uso, podendo levar a uma renovação de pneus para que passem por uma inspeção, objetivando uma possível reforma. Caso não estejam propícios para o processo, que sejam direcionados para empresa de reciclagem.

Ao realizar o ciclo reverso do pneu, além de conseguir a economia ao consumidor final, é reduzido o volume em litros de petróleo na sua produção, dessa forma, diminuindo as emissões dos poluentes liberados nesse processo, como o dióxido de carbono, tratando-se também de um ganho ambiental.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a aplicação do artigo, foi escolhida a fórmula apresentada em (1), conforme proposta por Bolfarine e Bussab (2005), para o cálculo de tamanho amostral finito.

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{Z^2p(1-p)+e^2(N-1)} \quad (1)$$

Em que:

n é a população das variáveis para a amostra calculada;

N , a população;

Z , a variável normal padronizada associada ao nível de confiança;

p , a verdadeira probabilidade do evento;

e , o erro amostral.

A população disposta é de 187 empreendimentos apresentados pelo Centro Municipal de Zoonose de Teresina em 2016, e a pesquisa conta com 95% de confiança e com um erro amostral de 7%. Logo, o valor da amostra é de 73 empreendimentos, que foram divididos em: 27 borracharias, 5 concessionárias, 37 revendedoras de pneus, 1 empresa de reciclagem e 3 empresas de recauchutagem/recapagem.

Com esse estudo, é possível identificar a cadeia reversa dos pneus automotivos pós-consumo na cidade de Teresina-PI, que é a responsável pela representatividade das destinações de pneus do estado do Piauí, 2,22% do percentual/país no ano de 2015, representado 28,24% do total de 7,86% da região Nordeste, ocupando o primeiro lugar, de acordo com os dados divulgados pelo Relatório de Pneumáticos Resolução CONAMA nº 416/09 (IBAMA, 2016).

Na realização da pesquisa exploratória foram utilizados procedimentos qualitativos e quantitativos por meio da coleta de informações numéricas sobre capacidade de armazenagem e coleta, de produção (reforma), de petróleo poupado na produção de pneus novos, de emissão de CO₂ evitada nas empresas, por meio da observação do sistema logístico reverso em alguns dos agentes da cadeia reversa localizados em Teresina.

Para a coleta de informações com participantes da pesquisa foram utilizados três roteiros de entrevistas diferentes. O primeiro roteiro foi aplicado em pontos de coleta visando levantar informações acerca da identificação dos coletores, frequência de coleta, a existência de local destinado ao armazenamento, descrição do procedimento para guarda, tipos e volume dos pneus recebidos, parceria com empresas destinadoras/descartadoras, conhecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, dos riscos ambientais e o risco do uso do pneu para além do seu ciclo de vida.

O segundo roteiro de entrevistas foi aplicado nas empresas de recauchutagem/recapagem e buscou verificar a regularidade das empresas junto aos órgãos ambientais, a parceria com empresa destinadora/descartadora, volumes, locais de destino e transporte dos pneus inservíveis, processo de recauchutagem/recapagem dos pneus pós-consumo, cuidados para não-contaminação, conhecimento da PNRS, critérios para reciclagem, adequação à Portaria nº 554 do INMETRO de 2015 (novos requisitos para a reforma de pneus), volume reutilizado, dificuldade de atendimento à PNRS, verificação de fiscalização, marcas recebidas.

O terceiro roteiro de entrevista foi aplicado em empresa de reciclagem e levantou informações sobre a parceria estabelecida para a coleta de pneus, regularidade junto aos órgãos ambientais, volumes, cuidados, capacidade e limite de tempo para armazenagem, processos realizados no ponto de coleta, se o armazenagem segue a legislação CONAMA/2009, destinação final, destino do produto da reciclagem, valor pago pelas importadoras.

Foram utilizados os dados dos pneus reformados de forma mensal e anual nas empresas, e com isso foi possível realizar a comparação na redução em litros de petróleos e na diminuição das emissões de CO₂ quando comparados com as fabricações de pneus novos. Para os cálculos, foi realizada a pesquisa no site da Associação Brasileira de Reforma, (ABR) a quantidade de litros existentes em um barril de petróleo, assim como a emissão de metros cúbicos de dióxido de carbono equivalentes.

4. RESULTADOS

Os pontos de coleta estudados durante esta pesquisa se constituíram por concessionárias, borracharias e autocen-

ters (revendedoras de pneus) que oferecem o serviço de troca de pneus solicitado por usuários de veículos automotivos. Destes foram coletadas informações sobre o volume de pneus pós-consumo gerado e os principais responsáveis pela coleta. A Figura 2 descreve a quantidade de pneus gerada por cada tipo de ponto de coleta.

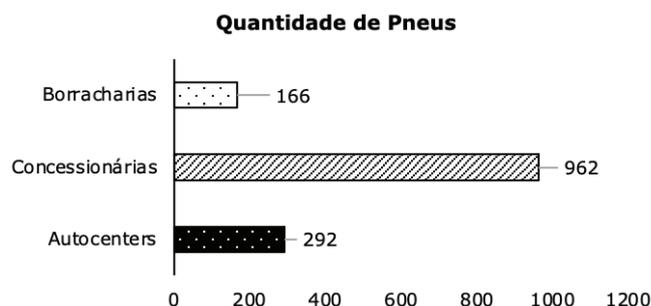
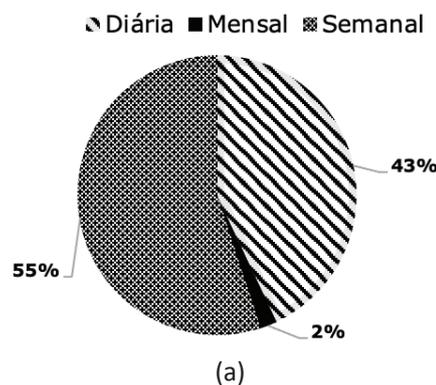


Figura 2. Média mensal de pneus inservíveis em borracharias, concessionárias e revendedoras.

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

Sabendo dos volumes gerados, importa saber quem são os responsáveis pela coleta dos pneus pós-consumo e a frequência com que a coleta é realizada. Foi possível identificar três agentes responsáveis pela coleta, sendo eles a Prefeitura Municipal de Teresina, por meio do Centro Municipal de Zoonoses, que se encarrega da coleta e manejo dos pneus para serem destinados às empresas de reciclagem, empresas recicladoras que transformam os pneus em insumos para fabricação de outros produtos e outros coletores que, segundo os respondentes, usam os pneus para fazer artesanato e ainda para serem utilizados em áreas de treinamento físico/esportivo.

Desse modo, as Figuras 3(a) e 3(b) apresentam o percentual de frequência da coleta citada pelos entrevistados.



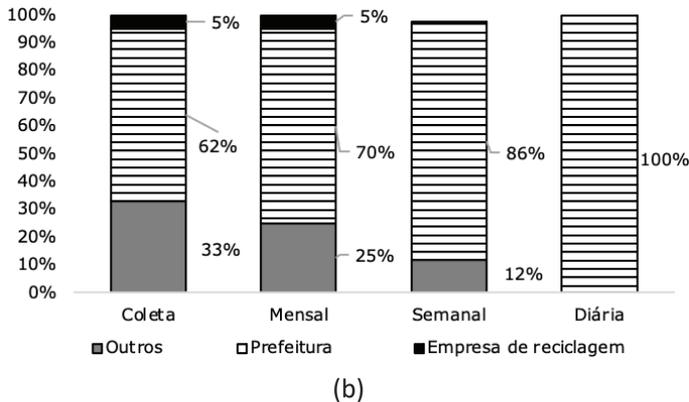


Figura 3. (a) e (b) Frequência de coleta dos pneus inservíveis nos estabelecimentos visitados.

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

As informações apresentadas na Figuras 3(a) e (b) sobre a periodicidade de coleta dos pneus nos pontos de coleta demonstram que a maior parte dos estabelecimentos pesquisados tem a coleta realizada semanalmente, com 55%, e diariamente, com 43%, o que pode indicar que durante o período em que os pneus estão sob a responsabilidade dos geradores, o risco de contaminação ambiental e da possibilidade de os pneus se tornarem criadouros de insetos, como o *aedes aegypti*, é baixa. Os respondentes também informaram que as coletas diárias são realizadas pela Prefeitura Municipal de Teresina - PMT. Também foi possível obter a informação de que a prefeitura de Teresina tem parceria com a recicladora, reforçando a ideia de que na cidade o fluxo reverso dos pneus é feito de acordo com o disposto no Art. 3º XII da PNRS, que trata da responsabilidade compartilhada. Decerto, os resíduos coletados e manejados pelo Centro Municipal de Zoonoses são destinados adequadamente, ao serem encaminhados para a empresa recicladora. Por fim, apenas 2% dos respondentes afirmaram que a coleta é feita mensalmente.

O armazenamento dos pneus inservíveis é um dos quesitos da Resolução do CONAMA nº 416/09; diante disso, nos estabelecimentos visitados, foram abordadas a existência ou não de um local próprio para o armazenamento de pneus pós-consumo. Do total de geradores visitados, 66,1% apresentaram um local próprio/coberto, contra 33,9% que não possuíam, armazenando os pneus em um espaço dentro da loja. Na Figura 4 é possível observar os registros obtidos dos locais de armazenamento dos pneus.

Os respondentes foram indagados sobre possíveis cuidados tomados com os pneumáticos armazenados no período anterior à coleta: 95% tomam alguns cuidados com os pneus, tais como a cobertura quando não possuem um local coberto, sendo empilhados em lugar reservado ou em armazém próprio para os pneus.



Figura 4. Armazenamento observado nos agentes geradores de resíduos.

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

Os agentes geradores de resíduos também foram questionados sobre os conhecimentos em relação à importância deles para a destinação adequada do pneu pós-consumo e o impedimento de que esses resíduos sejam danosos no meio ambiente. Ainda responderam sobre o conhecimento no que diz respeito aos riscos da utilização dos pneumáticos com os sulcos desgastados e inferiores a 1,6 milímetro oferecem aos usuários, ou seja, ao fim do ciclo de vida do

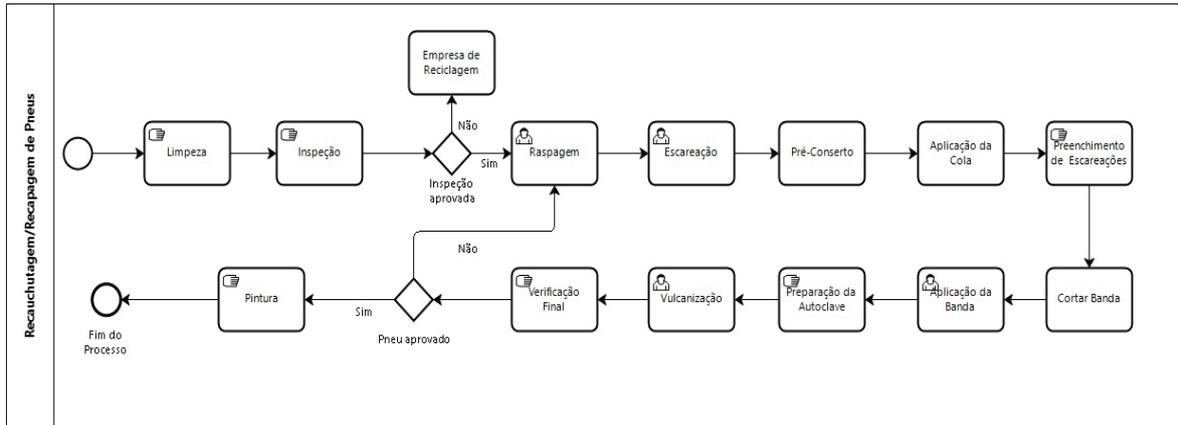


Figura 6. Fluxo de reforma de pneus da empresa visitada A
 Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018)

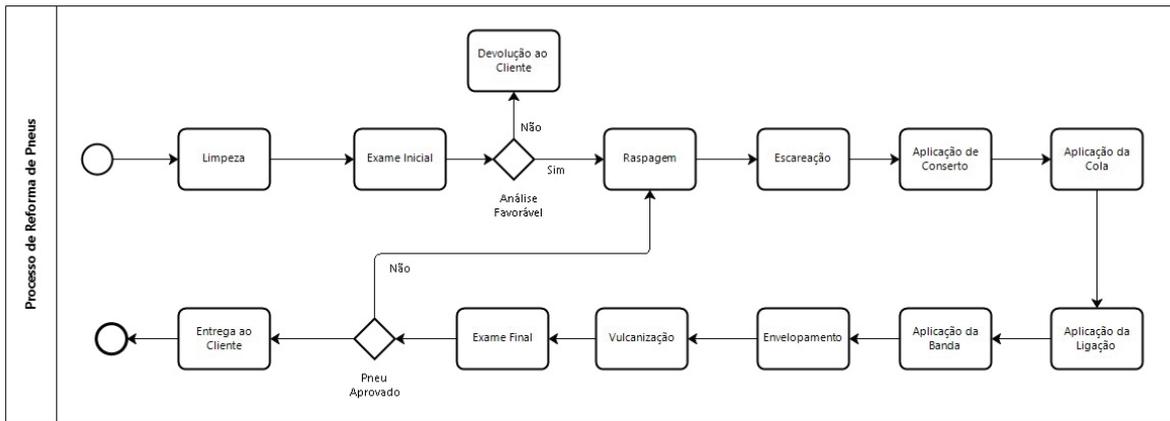


Figura 7. Fluxo de reforma de pneus da empresa visitada B
 Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018)

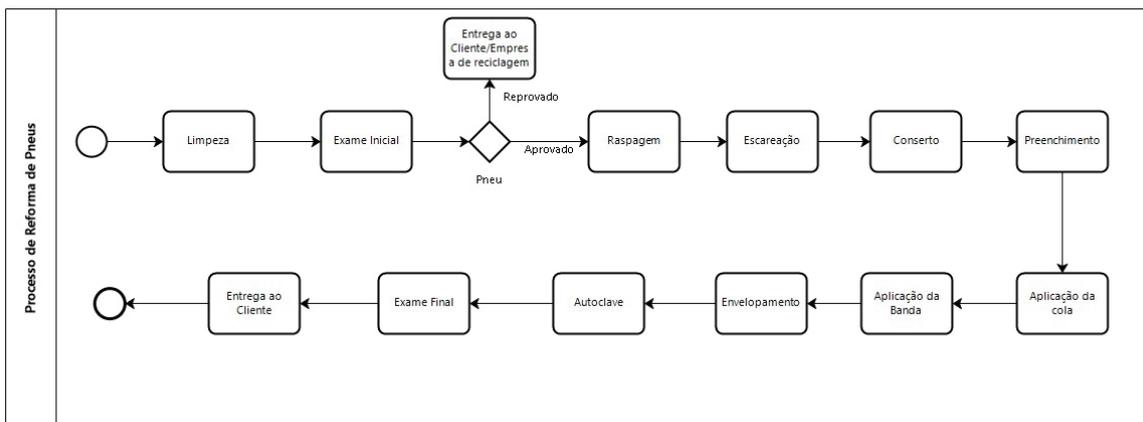


Figura 8. Fluxo de reforma de pneus da empresa visitada C
 Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

produto. A grande maioria dos agentes respondeu a essas questões de forma positiva, como apresenta a Figura 5.

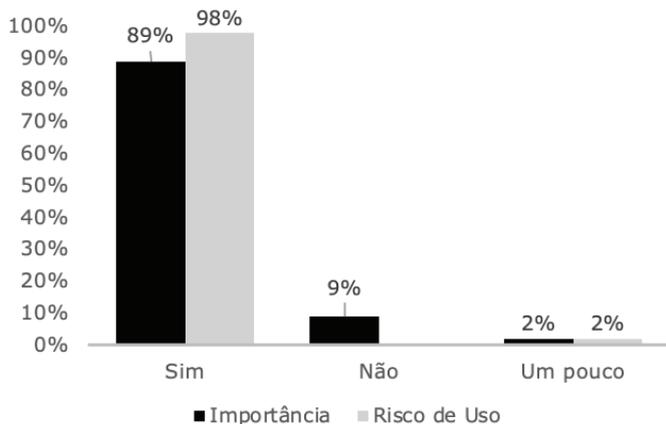


Figura 5. Entendimento dos agentes geradores sobre a importâncias deles na destinação adequada e no risco de usar o pneu ao fim do ciclo de vida.
 Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

Sem qualquer tratamento prévio, a grande maioria afirmou estar ciente dos riscos. Esses dados podem ser analisados na Figura 5. Os estabelecimentos visitados, como agentes da cadeia reversa de pneus, foram questionados quanto ao conhecimento do seu papel na destinação correta, dos riscos que os pneumáticos oferecem à natureza quando são lançados sem qualquer tratamento prévio.

Os pneus recebidos em quase sua totalidade são pneus automotivos. Quando os clientes passam por uma revisão após a troca por novos, podem levar os antigos para entregar à destinação adequada ou passar a responsabilidade ao estabelecimento para esse fim.

Durante as pesquisas de campo nas três renovadoras de Teresina, foi avaliado o processo de reforma dos pneus automotivos pós-consumo. Como pode ser visto nas Figuras 6, 7 e 8, que apresentam os fluxogramas de reforma de pneus das empresas 1, 2 e 3.

O primeiro fluxograma representa a Empresa A, que trabalha apenas com pneus de carga, identificando as etapas do seu processo de reforma. A Empresa A era o ponto de coleta cadastrado pela Reciclanip até o ano de 2016, e realiza a reforma de 800 pneus mensais.

A empresa recebe os pneus pós-consumo dos clientes da renovadora, assim como os que são deixados nos autocenters. Depois, esses vão passar pela inspeção e, caso não sejam aprovados, como pode ser observado no início do Fluxo 1, são destinados à empresa de reciclagem. Na Tabela 1 são apresentadas as etapas, além de suas respectivas funções.

Tabela 1. Atividades do processo de reforma de pneus da empresa A.

Atividade	Função
	Limpeza Processo no qual os pneus passam por uma limpeza e secagem para retirada da umidade, visando uma análise melhor do estado em que se encontram as carcaças.
Inspeção	O operador inspeciona os pneus pós-consumo com o objetivo de escolher quais carcaças estão em condições de reforma ou conserto.
Raspagem	Nessa etapa é retirado o restante da borracha anterior, para que a carcaça tenha dimensões corretas para a aplicação de uma nova banda de rodagem.
Escareação	Os pneus novamente são limpos e preparados para as avarias que atingiram as carcaças durante seu uso. Nessa etapa são retiradas perfurações, cortes.
Pré-conserto	Nesta etapa são realizados pré-consertos, visando devolver às regiões afetadas a mesma resistência original.
Aplicação da cola	A aplicação da cola vai unir a nova banda de rodagem à carcaça.
Preenchimento das escareações	São preenchidas as escareações, assim como a preparação da banda de rodagem para a escolha dos desenhos, medidas e larguras especificados pelo setor de raspagem. Depois, ocorre a aplicação da banda de rodagem à carcaça.
Preparação da autoclave	A etapa prepara o pneu para a autoclave que, nesta empresa, possui a capacidade de 14 pneus.
Vulcanização	Nas condições de temperatura e pressão, os componentes aplicados sobre a carcaça dos pneus são fundidos em um corpo único.
Pintura do pneu	Nesta etapa, o pneu vai ser pintado, visando o aspecto de novo.
Verificação final	Nessa etapa, o pneu passa por uma análise minuciosa e, caso não siga o proposto pela empresa, esse vai para a empresa de reciclagem.

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

O segundo fluxo apresentado no Fluxograma 1 representa a empresa B, que trabalha com pneus de carga e de passeio, assim como o processo de reforma de pneus é realizado. A produção mensal de reformados é de cerca de 220 pneus de passeio e 880 pneus de carga. Quando comparada a primeira empresa com a segunda, são identificadas várias semelhanças, a segunda diferindo em máquinas mais atuais nos mesmos postos de trabalho. Tendo em vista essas informações, na Tabela 2 apresenta-se o que difere na segunda empresa.

Tabela 2. Atividades do processo de reforma de pneus da empresa B.

Atividade	Função
Limpeza	Nessa etapa ocorre a limpeza do pneu. É feita a escovação do pneumático com uma escova de aço rotativo e a aspiração. Todo esse processo é necessário para a melhor visualização do estado de conservação do pneu.
Aplicação da ligação	A etapa conta com a aplicação automática da borracha de ligação utilizando uma máquina que elimina o uso de cola no processo, tornando o padrão de qualidade independente do operador e oferecendo aos produtos piauienses a mesma tecnologia de qualidade usada na Europa e EUA.
Envelopamento	É o processo de preparação para a autoclave, com a utilização de uma máquina para envelopar o pneu e, depois, com o auxílio de uma segunda máquina, retirar o ar presente.

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

A Empresa B também devolve o pneu ao dono caso ele não passe pelo padrão de qualidade que é exigido. A Empresa B possui a etiqueta de certificação do INMETRO, garantindo a qualidade do produto.

A Empresa C visitada foi uma renovadora de pequeno porte que recebe pneumáticos de quaisquer marcas e trabalha com pneus desde o aro 16 até o 22. O processo de reforma do pneumático é parecido com as outras mencionadas. Após o exame inicial, se o pneu for reprovado, este vai ser devolvido ao cliente ou ainda encaminhado para a empresa de reciclagem, caso seja deixado na renovadora mesmo assim. A sua produção mensal de reformados é de cerca de 200 pneus.

A Empresa C trabalha com uma caldeira, uma autoclave com capacidade para nove pneus e mais de cinco matrizes. Na aplicação da cola, utiliza-se um pincel no pneu e, posteriormente, se coloca a banda de rodagem. Em seguida, o pneu segue para o envelopamento e, por fim, para a autoclave. Diferindo em relação às outras renovadoras visitadas, caso o pneu não seja aprovado no segundo exame, não vai passar pelo processo novamente: será entregue ao cliente e informado que, no processo de qualidade realizado pela empresa, o pneumático foi reprovado.

Desde a entrega do pneu pelo cliente até a devolução do reformado demora um dia. Dos resíduos encontrados no processo de produção são enviados para a empresa de reciclagem os pós dos pneus e os inservíveis.

Como foi observado no Fluxograma 1, caso o pneu seja considerado como inservível, vai ser direcionado da empresa de recauchutagem/recapagem para a empresa de empresa de reciclagem. A empresa de reciclagem de pneus auto-

motivos em Teresina possui parcerias com a Reciclanip, com a ABIDIP - a não liberação de , com a Prefeitura Municipal de Campo Maior e empresas privadas.

A empresa de reciclagem possui o CTF - Cadastro Técnico Federal do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, a qual informa o número de pneus recolhidos, os locais onde foram coletados, se pessoa física ou jurídica, e o destino dos pneus inservíveis. A empresa recicladora emite o saldo de destinação para as pessoas jurídicas que necessitam dar uma destinação ambientalmente adequada aos pneus e recebe os pneumáticos das marcas parceiras da Reciclanip: Bridgestone, Goodyear, Michelin, Pirelli e Continental.

Existe a parceria entre a empresa de reciclagem visitada e a Prefeitura Municipal de Teresina há 10 anos. A empresa recebe e processa os pneus inservíveis dando uma destinação ambientalmente adequada, participa também de campanhas contra o *Aedes aegypti* em parceria com a prefeitura de Teresina.

A empresa possui duas unidades: a primeira unidade do ecoponto, local de entrega e armazenamento temporário de pneus inservíveis, localizada na Avenida Henry Wall de Carvalho, e recebe diariamente em média de 500 a 600 pneus e possui uma capacidade de armazenamento de 3000 a 3500 pneus. A segunda unidade tem a capacidade de 10.000 pneus. Ao atingir a capacidade máxima das unidades, a Reciclanip é chamada para retirar o excesso de pneus, utilizando a empresa de reciclagem CBL, localizada em Feira de Santana, na Bahia.

Os pneus que são recebidos na empresa são selecionados por categorias, levando em consideração o tipo de aro, a classificação em radiais ou pneus diagonais, de carros, motos ou caminhões. A empresa de reciclagem adota quatro tipos de reaproveitamento dos pneus recebidos: a granulação, a laminação, a trituração e os artefatos de pneus.

Os pneus selecionados para a granulação são os de caminhões ou carretas, que possuem mais borracha; um dos destinos é uma empresa de material esportivo e recreativo em Teresina. A laminação utiliza os pneus comuns, que passam pelo processo de raspagem e depois o corte; são recebidos por uma indústria de colchões de molas e móveis, também em Teresina. A granulação e laminação ocorrem na segunda unidade.

Na trituração, os pneus de carros de passeio passam inicialmente por uma inspeção visual, depois vão para a trituradora de quatro eixos, na qual não ocorre a separação dos materiais existentes nos pneus. Os pneumáticos triturados são coprocessados na Votorantim, em Sobral, no Ceará. A empresa possui um caminhão para fazer o transporte do triturado.

A empresa não aproveita outros materiais que constituem o pneu, deixando de aproveitar os componentes metálicos, que poderiam ser separados antes da trituração e vendidos para as siderúrgicas locais.

A unidade investigada armazena os pneus em locais cobertos, segundo o indicado pela Legislação do CONAMA 416/2009. O período permitido para o pneu inservível ficar armazenado na Empresa de reciclagem é de um ano.

Os artefatos de pneus, apresentados como quarto processo de reciclagem, são realizados em Teresina, com uma variedade de objetos, tais como cadeiras e mesas, que são dois dos exemplos mais comuns. Na unidade visitada existem tais artefatos.

5. DISCUSSÕES

Como foi visto, os pneus automotivos pós-consumo que são recolhidos em borracharias, concessionárias e revendedoras na cidade de Teresina podem ser destinados à reforma ou à reciclagem, dependendo do estado de conservação e da estrutura interna. O maior volume coletado de pneus pós-consumo foi nas concessionárias, depois autocenters e, por último, borracharias, sendo a prefeitura da cidade a maior responsável pela arrecadação, assim como a frequência de coleta.

Os pneus que apresentam estrutura interna adequada e a banda de rodagem apresentado os sulcos e saliências podem passar para o processo de reforma. Segundo a ABR (2015), são economizados durante a reforma 50 litros de petróleo para um pneu de carga e 18 litros para um pneu de passeio. Tendo em vista esses valores, na Tabela 3 são identificadas as quantidades de pneus reformados por cada empresa visitada, além da economia em litros de petróleo que deixam de ser utilizados na fabricação de um novo.

Tabela 3. Pneus reformados mensais nas empresas visitadas.

Empresas	Tipo de Pneu	Produção mensal	Litros de Petróleo
Empresa A	Carga	800	40.000
Empresa B	Passeio	220	3.960
Empresa B	Carga	880	44.000
Empresa C	Passeio	200	3.600

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

Como pode ser analisado na Tabela 3, a empresa A apresenta a produção mensal de 800 pneus reformados, trazendo ao meio ambiente uma economia de 40.000 litros de petróleo. Já a empresa B produz pneu de carga e passeio, totalizando 1100 e, portanto, poupando 47.960 litros. Ademais, a empresa C apresenta 200 pneus entre reformados

e consertados, com contenção de 3.600 litros de petróleo.

Em conjunto, as três renovadoras pesquisadas poupam mensalmente 91.560 litros de petróleo, os quais deixam de ser utilizados na fabricação de pneus novos, atuando no pós-consumo dos pneus. Outrossim, voltam ao mercado cerca de 2.100 pneus reformados. Na Tabela 4 são apresentados os resultados das três empresas tendo em vista a previsão anual.

Tabela 4. Previsão na produção de pneus reformados anualmente nas empresas visitadas.

Empresas	Tipo de Pneu	Produção Anual	Litro de Petróleo
Empresa A	Carga	9.600	480.000
Empresa B	Passeio	2.640	47.520
	Carga	10.560	528.000
Empresa C	Passeio	2.400	43.200

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018)

Na análise dos resultados apresentados da Tabela 4, são identificadas as três empresas, bem como a quantidade produzida por tipo de pneu reformado e a economia em litros de petróleo. A empresa A, com a produção anual de 9.600 pneus e economia de 480.000 litros de petróleo, a empresa B, com 13.200 pneus e 575.520 litros de petróleo poupados e a empresa C, com 2400 pneus e com a atenuação de 43.200 litros de petróleo. Logo, os volumes em litros de petróleo economizados no processo de reforma de pneus das três empresas totalizam 1.098.720 litros anualmente.

Conforme a ABR (2013), os reformados poupam a emissão de gás efeito estufa (CO₂) na natureza, isto é, cada barril contém 159 litros de petróleo e emite 430 metros cúbicos de dióxido de carbono (ABNT; Petrobrás, 2014). Na Tabela 5 são calculadas a quantidade em metros cúbicos de CO₂ que não são liberados na atmosfera.

Aplicando o valor em litros de petróleo economizados de forma mensal e anual pelo volume por barril, são identificados no mês 91.560 barris e no ano 1.098.720 barris de petróleo. Em seguida, multiplicou-se pelo valor de 430 metros cúbicos, o que equivale a 1 barril, Dessa maneira, são encontrados os valores de emissões de CO₂ que deixaram de ser lançados na natureza.

Tabela 5. Previsão de litros de petróleo poupados e de CO₂ na produção de pneus reformados nas empresas visitadas.

Período	Economia em litros de petróleo	Emissão de CO ₂ (m ³)
Mensal	91.560	247.615,09
Anual	1.098.720	2.971.381,13

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

Como pode ser visualizado na Tabela 5, em conjunto com a economia de petróleo vem a redução de CO₂ na atmosfera, ou seja, de forma mensal seriam poupados 247.615,09 m³ de CO₂, e de forma anual, 2.971.381,13 m³ de CO₂. No Brasil, segundo a ABR (2013), deixam de ser lançados 1.630.000.000 m³ de CO₂ por ano.

O setor proporciona ainda um faturamento da ordem de quatro bilhões de reais ao ano, total que compreende a própria reforma de pneus, a matéria-prima e os equipamentos, além de ajudar na arrecadação de um bilhão de reais em impostos (R\$ 300 milhões/ano de PIS e Cofins, R\$ 500 milhões/ano de ICMS, e R\$ 200 milhões/ano de ISS) (PNEWS, 2017).

Ao analisar o processo nas três empresas de recauchutagem visitadas e em outras empresas no mercado, como a Pneus Bahia, localizada em São José dos Campos - SP, percebe-se que as empresas locais cumprem os requisitos do mercado, oferecem uma qualidade do produto e a tendência é que ocorra um aprimoramento.

Apesar dos benefícios tanto para o meio ambiente quanto para o consumidor que trazem ao reutilizar os pneus, as empresas de recauchutagem/recapagem sofrem dificuldades ao se adequar à PNRS e a outras leis, devido à falta de apoio necessário pelos Órgãos. Elas enfrentam custos ao encaminhar os pneus inservíveis para a empresa de reciclagem, tais como o da gasolina, o do motorista, os de armazenagem dos pneus para o processo produtivo, entre outros.

A empresa de reciclagem visitada também enfrenta contratempos com os lojistas que querem vender os pneus e receberem o saldo de destinação ambientalmente correto oferecido pela empresa, sem levar em consideração os custos que essa tem como empresa privada.

No Brasil, existe a AREBOP (Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borrachas), a qual busca incentivar, viabilizar e organizar esse setor. Na Tabela 6 são apresentadas as quantidades de empresas nacionais de reciclagens que fazem parte da associação, assim como as regiões brasileiras em que estão localizadas.

Tabela 6. Empresas de reciclagem associada à AREBOP por regiões brasileiras

Região	Quantidade de Empresas
Sul	5
Sudeste	7
Nordeste	1
Centro-Oeste	1

Fonte: AREBOP (2017).

Observando a Tabela 6, nota-se que a região Sudeste possui sete empresas de reciclagens cadastradas. Já no Sul do Brasil, são cinco empresas. As regiões Centro-Oeste e Nordeste possuem, ambas, uma recicladora de pneus, somando quatorze empresas associadas.

A Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus (ABIDIP) busca parcerias dos importadores com empresas de reciclagens para que estas realizem o recolhimento dos pneus. A associação tem empresas de reciclagem associadas nos estados do Piauí, do Rio Grande do Sul e do Paraná.

De acordo com a ABIDIP (2018), os importadores devem cumprir a meta de recolhimento de 70% de todo o pneu importado, tendo em vista o prazo de 3 meses a partir do registro da importação. Logo, o importador paga à recicladora para que ocorra a reciclagem dos pneus e para que sejam retirados do meio ambiente. Foi acordado também com lojistas para que estes sejam pontos de coleta dos próprios clientes e, posteriormente, direcionem o pneu para pontos de reciclagem.

Para uma maior cooperação entre os elos da logística reversa de pneus inservíveis, os consumidores, ao trocar um inservível por um novo, caso leve consigo o pneu inservível, deve se comprometer a entregar ao ponto de coleta mais próximo da destinação final, visto que, caso seja deixado no estabelecimento, este deve dar uma destinação ambientalmente correta, entregando para a empresa de reciclagem.

Tendo em vista a estrutura apresentada da logística reversa em Teresina, no Fluxograma 2 foram apresentados os elos envolvidos na cadeia. Tal como a aliança da prefeitura com o Centro Municipal de Zoonose, que entrega os pneus pós-consumo para a empresa de reciclagem, essa também recebe pneus da empresa para reforma. Ao atingir a capacidade máxima, direciona para a Reciclanip levar o excedente.

Dessa forma, foi possível observar que a logística reversa de pneumáticos pós-consumo na cidade de Teresina está cada vez mais seguindo uma destinação ambientalmente correta. Por meio do Fluxograma 2 são visíveis os principais elos de destinação dos pneus pós-consumo apresentados pelas empresas de recauchutagem/recapagem com a remoldagem dos pneus e pela empresa de reciclagem. A cidade possui uma estrutura logística reversa de pneus satisfatória. Como foi visto, os elos envolvidos entendem seus papéis na cadeia.

No entanto, é necessário que aumentem os números de pontos de coletas, assim como os de empresas de reciclagem e renovadoras de pneus, visto que com esse crescimento nos elos da logística reversa dos pneus, é possível que seja aproveitada uma maior quantidade de pneumáticos. Ademais, evita-se que esses não sigam uma destinação adequada.

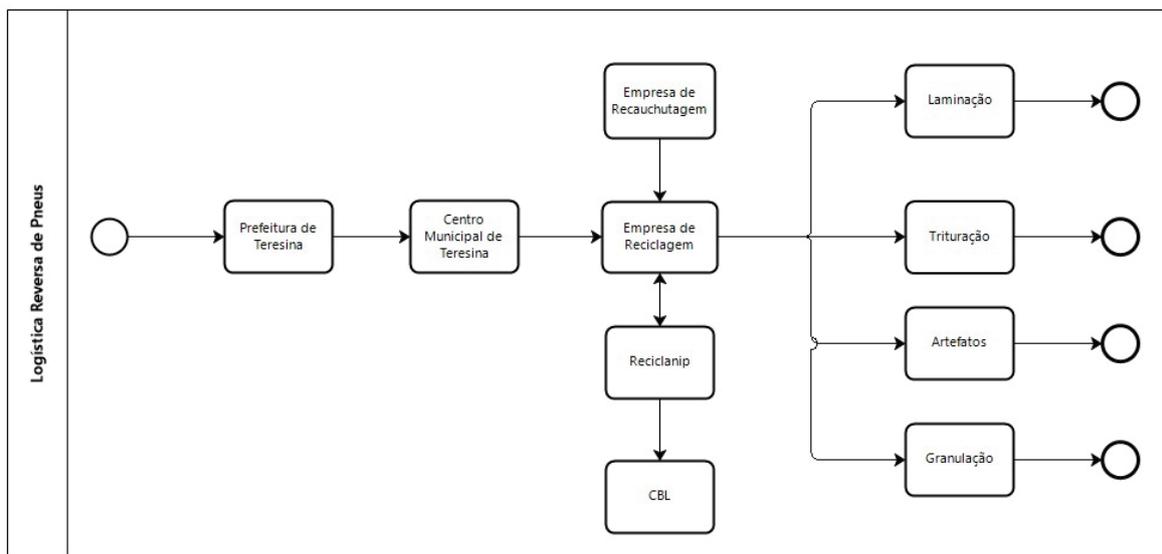


Figura 9. Logística reversa em Teresina

Fonte: O(s) próprio(s) Autor(es) (2018).

6. CONCLUSÃO

Portanto, a reforma de pneus, além de ser mais econômica para os consumidores e ecologicamente correta, uma vez que é uma alternativa aos pneus pós-consumo que apresentam a estrutura adequada à reforma, evitam também que sejam utilizados um maior volume de litros de petróleo, assim como atenuam a liberação de CO₂ na natureza.

Logo, com o desenvolvimento desse mercado na capital do Piauí, é factível a movimentação da economia local, uma maior concorrência nesse setor, a destinação adequada e evitam que os pneus sejam lançados na natureza sem nenhum tratamento prévio ou que sirvam de criadores de doenças.

Com a utilização dos reformados em maior escala será possível uma maior economia de matérias primas e a viabilização da redução da emissão de poluentes atmosféricos. Por ação das três renovadoras visitadas na cidade de Teresina, 91.560 litros de petróleo deixaram de ser utilizados mensalmente, 247.615,09 metros cúbicos de CO₂ deixaram de ser liberados. A previsão anual é uma economia de 1.098.720 litros de petróleo e 2.971.381,13 metros cúbicos de CO₂ não sendo emitidos.

Dessa maneira, a reforma de pneus automotivos, ao ser realizada, reduz o impacto na natureza, assim como nos seus recursos. As empresas de reforma contribuem com os consumidores que pagam um menor preço, cumprem os propostos pelas legislações vigentes, além de se tratar de um negócio rentável. Logo, com maiores divulgações dos processos de reforma, as renovadoras de pneus irão ajudar os consumidores a terem uma alternativa para prolongar a vida

útil dos pneus automotivos pós-consumo, a um baixo custo se comparado à compra de um pneu novo.

Para pesquisas futuras, sugere-se um estudo aprofundado da cadeia logística reversa de pneus automotivos pós-consumo no estado do Piauí, com a finalidade de compreender melhor como o estado realiza a cadeia reversa e sua integração com a região Nordeste, uma vez que o Piauí possui representatividade na destinação de pneus pós-consumo na região.

REFERÊNCIAS

- ABIDIP - Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus, disponível em: <<http://www.abidip.com.br/>> (aceso em 10 mai. 2018).
- ABIDIP - Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus (2018), *Projeto Pontos de Coleta de Pneus Inutilizáveis*, acesso em 10 mai. 2018, <<http://abidip.com.br/site/index.php/responsabilidade.html>>.
- ABR - Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (2018), *Guia Nacional do Segmento de Reforma de Pneus*, acesso em: 25 mar. 2018, <http://www.abr.org.br/downloads/Guia/Guia_atual.pdf>.
- ABR - Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (2016), *Uma aposta no futuro*, acesso em: 13 abr. 2018, 95ª. ed., São Paulo, pp.18-20, <<http://www.cbecimat.com.br/anais/PDF/416-014.pdf>>.
- Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borracha – AREBOP (2017), acesso em: 01 jul. 2017, www.arebop.com.br.
- Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (2018), *ANIP em números*, acesso em: 18 abr. 2018, <<http://www.anip.com.br/?cont=conteudo>>.

- Bolfarine, H., Bussab, W.O. (2005), *Elementos de Amostragem*, Edgar Blucher, São Paulo.
- Política Nacional de Resíduos Sólidos (2018), *Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010*, <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>
- Brazil Tires, (2009), *Tudo sobre pneus*. São Paulo, disponível em: <<http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html#veloc>> (acesso em: 13 abr. 2018).
- Conselho Nacional do Meio Ambiente, *Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Resolução n. 416, de 30 de setembro de 2009*, publicada no DOU nº 188, em 01/10/2009, pp. 64-65.
- DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, *Frota 2020*, acesso em: 03 de mar. 2021, www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020.
- Fonseca, J.J.S. (2002), *Metodologia da pesquisa científica*, UEC, Fortaleza, disponível em: <www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> (acesso em: 15 mar. 2017).
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2016), *Relatório de Pneumáticas*, disponível em: (acesso em: 13 set. 2017).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa (2021), *Frota*, acesso em 03 mar. 2021, <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?ano=2018&localidade2=221100>.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2010), *Portaria n.º 444, de 19 de novembro de 2010*.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2015), *Portaria n.º 554, de 29 de outubro de 2015*.
- Lagarinhos, C.A.F. (2011), *Reciclagem de pneus: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Lagarinhos, C.A.F.; Espinosa, D.C.R.; Tenório, J. A.S. (2016), “Reciclagem de pneus usados no Brasil: revisão das tecnologias usadas”, artigo apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal, RN, 06-10 nov. 2016.
- Lagarinhos, C.A.F.; Tenório, J.A.S. (2008), “Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil”, *Polímeros*, Vol. 18, No. 2, disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282008000200007&lng=pt&tlng=pt (acesso em 04 mar. 2021).
- Mello, M.F., Roani, M., Machado, D.W.N., Guasso, L.S., Dotto, A.L.F.A. (2016), “Importância da logística reversa de pneus: um estudo em uma empresa no norte do estado do Rio Grande do Sul”, artigo apresentado no 5º Fórum Internacional Ecoinnovar, 1ª Conferência Internacional de Sustentabilidade e Inovação, Santa Maria, RS, 09-12 de ago. 2016.
- Nascimento, W.S.V. (2014), *O controle de qualidade inserido no planejamento da logística reversa de pneus inservíveis: estudo de caso em uma indústria de borracha*, Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.
- Silva, T.M., Almeida, A.D., Sousa Junior, A.M., Vilela, R.M. (2010), “Panorama global do sistema de automação da produção no segmento de recapagem de pneus: uma análise integrada dos processos produtivo”, artigo apresentado no ENEGEP 2010: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, 12-15 de out. 2010.
- MINASPETRO - Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo no Estado de Minas Gerais, acesso em 03 de mar. 2021, <http://minaspetro.com.br/noticia/consumo-de-combustiveis-no-brasil-tem-aumento-de-289-em-2019-aponta-a-anp/#:~:text=Not%C3%ADcias-Consumo%20de%20Combust%C3%ADveis%20no%20Brasil%20Tem%20Aumento%20de%202%2C89,em%202019%2C%20Aponta%20a%20ANP&text=Em%202019%2C%20140%20bilh%C3%B5es%20de,comercializados%20136%20bilh%C3%B5es%20de%20litros>.
- Souza, A.P., Oliveira, S.R. (2014), “O processo da logística reversa de pneus usados em uma empresa sucroenergética do Paraná”, artigo apresentado no ANAIS CEAD & CIESTEC. Paraná, 2014.
- Sousa, J.V.O; Rodrigues, S.L. (2014), “Sistema de logística reversa de pneus inservíveis na cidade de Teresina: um estudo exploratório da aplicação prática da resolução de nº 416/2009 do CONAMA”, artigo apresentado no Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambients. São Paulo, SP, 01-03 de dez. 2014.
- Valle, R; Souza, R.G. (2014), *Logística reversa: processo a processo*, 1a. ed. Atlas S.A., São Paulo, SP.

Recebido: 22 jul. 2020

Aprovado: 09 mar. 2021

DOI: 10.20985/1980-5160.2021.v16n1.1664

Como citar: Santos, M.S.F., Lima, B.B.C. (2021). Cadeia logística reversa de pneus automotivos pós-consumo em Teresina-PI. Revista S&G 16, 1, 44-56. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1664>