



**THAÍS LOPES DOS REIS**

**GERENCIAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS EM  
LAVRAS – MG**

**LAVRAS-MG  
2019**

**THAÍS LOPES DOS REIS**

**GERENCIAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS EM  
LAVRAS – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária, para obtenção do título  
de Bacharel.

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Silva Franco  
Orientadora**

**LAVRAS-MG  
2019**

**THAÍS LOPES DOS REIS**

**GERENCIAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS EM LAVRAS – MG**  
**MANAGEMENT OF UNSERVICEABLE TIRES IN LAVRAS - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 24 de junho de 2019.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Silva Franco DRS/UFLA

Dr. Luiz Antônio Bastos Andrade SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE/  
PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS-MG

Dr.<sup>a</sup> Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques UninCor

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Silva Franco**  
**Orientadora**

**LAVRAS-MG**  
**2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar em toda a minha trajetória, pela força, sabedoria, e por ser essencial em minha vida.

Agradeço aos meus pais, Geraldo e Nilce, que sempre estiveram presentes em todas as minhas conquistas, me apoiando para que eu sempre vá mais longe.

Agradeço a minha irmã Thaynara, por ser uma pessoa incrível o qual eu me orgulho muito.

Agradeço de uma forma muito especial à minha orientadora, que me ajudou muito em todo o trabalho de conclusão de curso, com sabedoria, paciência e disponibilidade. Não conseguiria chegar até aqui se não fosse pela sua orientação, aprendi e cresci muito nesse tempo.

A toda a minha família e aos amigos que fiz pela faculdade e que levarei para o resto da minha vida. Amizades as quais se tornaram minha segunda família em Lavras e me deram suporte para essa caminhada.

Agradeço à Preserva Jr., empresa que me transformou, contribuindo muito para o meu crescimento pessoal e profissional, além de muitos momentos felizes e muitas amizades.

Agradeço à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Lavras-MG por todo apoio dado ao longo dessa pesquisa.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras, por ter me dado muitas oportunidades para o meu crescimento, e principalmente por toda assistência em moradia, alimentação e saúde, que foi fundamental para a minha permanência em Lavras.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte desta jornada, e me ajudaram a concluir mais essa etapa.

**OBRIGADA!**

## RESUMO

A logística reversa dos pneus usados e inservíveis é um importante instrumento para que o descarte seja realizado de forma correta, e cria a responsabilidade ao fabricante e importador do gerenciamento deste resíduo. A pesquisa teve por objetivo realizar um diagnóstico do gerenciamento de pneus inservíveis no município de Lavras – MG. Para o levantamento de dados, aplicou-se um questionário em 15 borracharias e oficinas, selecionadas de forma aleatória, para identificar o gerenciamento interno de pneus inservíveis nos geradores do município. Além disso, foram realizadas visitas ao ecoponto, ponto de coleta de pneus inservíveis, para diagnosticar a situação atual do ecoponto e propor melhorias. Foi feito também um levantamento da quantidade recolhida e aplicou-se um segundo questionário para a Embrader, empresa que coleta os pneus inservíveis no município, com a finalidade de verificar qual a destinação final atualmente realizada. Os resultados revelaram que todos os estabelecimentos entrevistados coletam pneus inservíveis dos seus clientes, porém a maioria das empresas afirmou não receber orientações do fornecedor sobre a forma de destinação dos pneus. Verificou-se que o ecoponto do município carece de uma maior segurança; o espaço não é organizado, uma vez que os geradores fazem o descarte sem critério podendo provocar acúmulo de água de chuva e proliferação de vetores, e sempre tem um grande volume de pneus no local, pois não existe uma frequência definida para coleta e destinação final dos pneus. Para contínuo melhoramento do ecoponto sugere-se sua mudança para um local fechado, para obter um melhor gerenciamento do espaço, e ter um controle da quantidade de pneus armazenados. Nos meses de janeiro a maio foram tratadas 75,36 toneladas de pneus inservíveis no município, que tiveram como destinação final a destruição térmica nas cimenteiras através do chamado processo de coprocessamento.

**Palavras-chave:** Logística reversa. Pneumáticos. Responsabilidade compartilhada.

## ABSTRACT

Reverse logistics of used and unserviceable tires is an important tool for proper disposal and it encourages manufacturers and importers in developing their responsibility towards the management of this waste. The objective of the research was to conduct a diagnosis of the management of waste tires in the municipality of Lavras – MG. For the data collection, a questionnaire was applied to 15 auto repair shops, randomly selected, to identify the internal management of waste tires among the generators of the municipality. Furthermore, the ecoponto, a collection point of waste tires, was visited to diagnose its current situation and to propose improvements. Moreover, a survey regarding the number of tires collected was conducted and a second questionnaire was applied to Embrader, a company that collects waste tires in the municipality, in order to verify their final disposal. The results revealed that all the interviewed establishments collected the tires of their customers. However, most companies reported that they had not received appropriate guidance from the supplier on how to dispose waste tires. It was found that the ecoponto of the municipality needs a greater security; the space is not organized, since the generators dispose without criterion, which can cause accumulation of rainwater and proliferation of vectors. In addition, there are always a large number of tires in the place, because there is no defined frequency for their collection and final destination. For continuous improvement of the ecoponto, it is suggested to move it to an enclosed place in order to obtain a better management of the space, and to keep track of the quantity of tires stored. From January to May, 75,36 tons of waste tires were treated in the municipality, which had as final disposal the destruction in the cement plants throughout the process of co-processing.

**Keywords:** Reverse logistics. Tires. Shared responsibility.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Partes que compõem a estrutura de um pneu.....	11
Figura 2 – Localização do ecoponto no município de Lavras, MG.....	15
Figura 3 – Contagem dos pneus no ecoponto.....	16
Figura 4 – Número de funcionários em cada empresa.....	17
Figura 5 – Origem dos pneus nos geradores.....	18
Figura 6 – Acondicionamento dos pneus nos geradores.....	19
Figura 7 – Frequência de coleta para descarte de pneus inservíveis.....	19
Figura 8– Destinação final dos pneus dos geradores.....	20
Figura 9 – Armazenamento dos pneus no ecoponto de Lavras.....	24
Figura 10 – Caminhão utilizado na coleta de pneus inservíveis no ecoponto de Lavras, MG.....	25
Figura 11 – Maneira adequada para armazenar os pneus inservíveis no ecoponto.....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
<b>2.1 Resíduos Pneumáticos</b> .....	10
<b>2.2 Aspectos legais associados à resíduos pneumáticos</b> .....	11
<b>2.3 Logística Reversa de pneumáticos no Brasil</b> .....	12
<b>2.4 Destinação Final de pneumáticos</b> .....	13
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	15
<b>3.1 Caracterização da área de estudo</b> .....	15
<b>3.2 Gerenciamento interno de pneus inservíveis nos geradores do município</b> .....	16
<b>3.3. Armazenamento municipal e destino dos pneus inservíveis</b> .....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>4.1 Gerenciamento interno de resíduos de pneumáticos nos geradores de Lavras, MG</b> .....	17
<b>4.2 Gestão municipal de pneus inservíveis em Lavras, MG</b> .....	23
<b>4.3 Sugestões para melhoria no gerenciamento de pneus inservíveis em Lavras, MG</b> .....	25
<b>4.4 Quantidade e destino dos pneus inservíveis coletados em Lavras para a destinação final</b> .....	27
<b>4.5 Destinação final dos pneus do ecoponto de Lavras, MG</b> .....	27
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	28
<b>6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	28
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29
<b>APÊNDICE A</b> .....	33
<b>APÊNDICE B</b> .....	35
<b>APÊNDICE C</b> .....	36



## 1 INTRODUÇÃO

O aumento na geração de resíduos sólidos em centros urbanos é um problema que vem se agravando com o crescimento da população nos países em desenvolvimento. Dentre esses resíduos, os pneumáticos merecem destaque devido a sua composição e volume e, que exigem cuidados com a coleta, transporte, armazenamento e disposição final.

Os resíduos pneumáticos quando dispostos em depósitos irregulares, esses resíduos servem de local para procriação de vetores de doenças como a dengue, e servindo, também, como abrigo para animais peçonhentos. É importante orientar que esse material não deve ser disposto em aterros sanitários, lixões, córregos, lagoas e rios, pois oferece riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Dada a necessidade de reduzir o passivo ambiental gerado pelo destino final ambientalmente inadequado dos pneumáticos, faz-se necessária a criação de soluções que regulamentem o gerenciamento em todas as etapas: geração, coleta, transporte, armazenamento, reciclagem e a destinação final desses materiais.

No município de Lavras o gerenciamento do ecoponto é feito pela prefeitura, galpão destinado a receber pneus inservíveis de pessoas físicas ou jurídicas para armazenamento temporário e posterior destino ambientalmente correto. No entanto, não existem informações sobre grandes geradores, quantidade gerada no município de resíduos de pneumáticos, descrição do local de armazenamento dos geradores, frequência de coleta e tampouco destinação final dada pelos geradores.

Neste contexto, objetivou-se realizar um diagnóstico do gerenciamento de pneus inservíveis no município de Lavras, Minas Gerais pelo levantamento do gerenciamento interno nos geradores de resíduos pneumáticos, diagnóstico do armazenamento temporário denominado ecoponto, levantamento da quantidade recolhida e destinação final atualmente realizada.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Resíduos Pneumáticos**

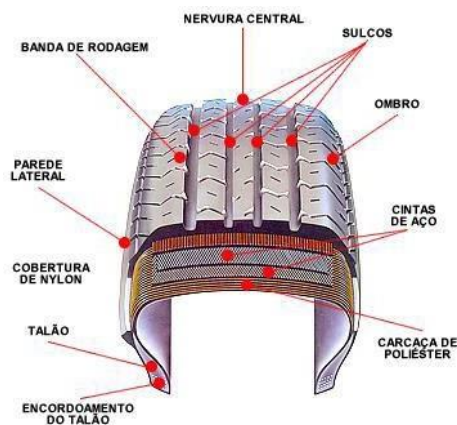
O Brasil ainda precisa de melhorias na gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU), pois estima-se que 40,9% dos resíduos coletados ainda são encaminhados para destinos ambientalmente inadequados por municípios brasileiros, totalizando mais de 29 milhões de toneladas de resíduos que tem como destino os lixões ou aterros controlados, acarretando danos ao meio ambiente e à saúde de milhões de pessoas (ABRELPE, 2017).

A Gestão de Resíduos Sólidos é um conjunto de ações que integram comportamentos, procedimentos e propósitos, que tem como objetivo a eliminação dos impactos ambientais negativos associados à produção e à destinação dos resíduos. A gestão eficiente dos resíduos sólidos ganha importância ao se observar que o volume gerado cresce a cada ano pela população brasileira (AMORIM, 2015).

Entre os diversos tipos de resíduos gerados pelo homem, o pneu é um caso que merece atenção, pois a tendência é o aumento da quantidade de pneus inservíveis descartados nos próximos anos, devido ao aumento da frota de veículos no país. Segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) em 2017 foram comercializados aproximadamente 59,2 milhões de pneus, destes 64,1% vão para o mercado de reposição e a rede de revendedores, 16,9% para as montadoras, e para as exportações, que representam 19% das vendas.

O pneu é um aparato primordial e fundamental para sociedade moderna, conferindo agilidade, comodidade e segurança ao transporte de cargas e passageiros (BLESZ JUNIOR, 2019). É composto por borracha natural e borracha sintética, elaborada a partir do petróleo, além de negro fumo, arame de aço, tecido de nylon, óxido de zinco, enxofre e aditivos (SOUZA, 2011). Devido a sua estrutura química complexa, esse resíduo ao final de sua vida útil merece atenção especial, pois necessita-se de muito tempo para se degradar. De acordo com a Figura 1, pode-se observar as diferentes partes que compõem a estrutura de um pneu automotivo.

Figura 1 – Partes que compõem a estrutura de um pneu.



Fonte: Sehn (2012).

O descarte incorreto de pneus inservíveis pode trazer ao meio ambiente impactos ambientais no solo, atmosfera e recursos hídricos. Segundo Nohara (2005) o descarte de pneus em terrenos baldios, pode levar uma futura queima, gerando diversos compostos líquidos, que além de poluir o solo, podem escorrer até corpos de água superficiais ou infiltrar no lençol freático contaminando a água. Esta combustão gera também poluição atmosférica devido a emissão de gás carbônico, enxofre e outros poluentes altamente tóxicos.

De acordo com Motta (2008) a disposição em aterros sanitários também é crítica, pois após o pneu ser enterrado e compactado no solo, absorvem os gases que são liberados pela decomposição dos outros resíduos, inchando e podendo até estourar, o que prejudica a cobertura dos aterros e além disso, poderá provocar a combustão espontânea. Também reduzirá a vida útil do aterro, devido a sua baixa compressibilidade.

## 2.2 Aspectos legais associados à resíduos pneumáticos

Em 1999, no Brasil, foi aprovada a primeira legislação, a Resolução nº 258/99 do CONAMA que estabelece orientações aos fabricantes e importadores de pneumáticos que tem a obrigação de coletar e dar destinação final aos pneus inservíveis.

A Resolução nº 258 de 1999, deu origem à Resolução nº 416 de 2009, que dispõe sobre a prevenção e a degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. De acordo com a resolução, o pneu inservível é definido como pneu usado que possui lesões irreparáveis em sua estrutura, ou seja, não é passível de reforma e reuso. Os fabricantes e importadores de pneus novos devem ter um plano de gerenciamento de coleta, armazenamento e destinação final dos pneus

inservíveis (PGP). Devem instalar nos municípios, com mais de 100.000 habitantes, pelo menos um ponto de coleta. A nova Resolução não considera a reforma de pneus como fabricação ou destinação adequada, mas sim como uma atividade que prolonga o tempo de uso dos pneus (BRASIL, 2009).

Para fins de fiscalização a resolução exige dos fabricantes e importadores que para cada pneu comercializado para o mercado de reposição, seja destinado de forma ambientalmente correta um pneu inservível, e esses devem informar anualmente ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a destinação dada aos pneus inservíveis (BRASIL, 2009).

Em 2010, foi aprovada a Lei 12.305 a qual estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A lei visa a regulação do descarte dos resíduos sólidos, inclusive pneus inservíveis, a fim de diminuir os danos causados pelo descarte inadequado dos materiais no país.

A PNRS obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus a estruturar e implementar 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. A logística reversa na PNRS é caracterizada por um conjunto de ações que visam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é uma das principais inovações trazidas pela PNRS, reconhecendo a necessidade de participação de todos os elos da cadeia, os quais são responsáveis pela destinação e disposição dos resíduos de forma correta.

### **2.3 Logística Reversa de pneumáticos no Brasil**

Para Lagarinhos e Tenório (2013), a logística reversa é uma das fases mais importantes dentro da cadeia de reciclagem dos produtos, que viabiliza economicamente e mantém a constância em toda a cadeia, seja ela para o processo de reutilização, reciclagem ou utilização dos materiais como fonte energética. O autor também considera que a maior dificuldade para a implantação da logística reversa de pneumáticos no Brasil é a realização da coleta e do transporte, pois em muitos casos, os pneus são descartados em locais inacessíveis, tornando o processo inviável do ponto de vista econômico pelo custo logístico.

A logística reversa de pneus inservíveis no Brasil é feita pela ANIP que em 1999 desenvolveu o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis. Em 2007, para consolidar esse programa, a ANIP criou a Reciclanip, uma entidade voltada exclusivamente para gerir a coleta e a destinação de pneus inservíveis no país, tornando-se uma referência mundial em logística reversa, sendo a maior da América Latina no setor de pneus. O programa desenvolvido pela Reciclanip é feito por meio de parcerias com as prefeituras que cedem os espaços para receber os pneus inservíveis vindos de origens diversas, reunindo em 2018 mais de 1.053 pontos de coleta em todo o Brasil (RECICLANIP, 2019).

A Associação Brasileira dos Importadores e Distribuidores de Pneus (ABIDIP) é uma sociedade civil sem fins lucrativos, fundada em fevereiro de 2009, tendo como objetivos principais unir e organizar o setor de importação de pneus no Brasil, cuidando dos direitos e deveres dos importadores e procura também uma atuação responsável pelo respeito ao meio ambiente e cumprimento legal da legislação que rege a importação de pneus. Por isso, a ABIDIP está em busca de várias parcerias com recicladoras em todo Brasil, para que os importadores façam acordos para o recolhimento dos pneus através destas Recicladoras. Atualmente a ABIDIP tem mais de 40 empresas associados no país (ABIDIP, 2019).

#### **2.4 Destinação Final de pneumáticos**

Com a crescente preocupação com a proteção do meio ambiente e a elevada produção industrial de pneumáticos, a problemática da disposição final ambientalmente inadequada dos resíduos de pneus aumentou principalmente por causa da sua difícil decomposição e por ocuparem muito espaço nos aterros sanitários (DHOUIB, 2014). Diante disso, percebe-se o surgimento de diferentes alternativas para dar uma destinação ambiental mais adequada aos pneus e assim mitigar os danos ambientais causados por esse tipo de resíduo.

Dentre a ampla variedade de opções de disposição final de pneus que estão sendo propostas atualmente, destaca-se o coprocessamento que é a tecnologia de destinação final mais comum praticada pelas empresas no Brasil, que em 2017 respondeu por 46,96% do total. Em segundo lugar está a granulação correspondendo a 36,84% da destinação final, seguida pela laminação que representa 13,95%. E por fim, o uso no processo de pirólise com 2,26% (IBAMA, 2018).

Segundo consta no Relatório IBAMA de Pneumáticos 2018, os fabricantes nacionais de pneus destinaram de forma ambientalmente adequada aproximadamente 451 mil toneladas de pneus inservíveis em 2017, destes aproximadamente 96.797 toneladas foram destinadas pelo estado de Minas Gerais. De 1999 a 2017 foram recolhidos e destinados adequadamente 4,5 milhões de toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 916 milhões de pneus de passeio (RECICLANIP, 2019).

A seguir serão apresentadas as tecnologias de destinação final ambientalmente adequadas mais praticadas pelas empresas brasileiras.

**Coprocesso:** utilização de pneus inservíveis inteiros ou triturados em fornos de clínquer nas empresas cimenteiras, substituindo parcialmente o uso de combustíveis não renováveis (como o carvão e o óleo). Segundo Lagarinhos et al. (2016) o aço contido na banda de rodagem e nos talões dos pneus radiais pode ser incorporado de maneira segura ao clínquer.

**Granulação:** Processo industrial de trituração de pneus inservíveis, em diferentes granulometria. Durante o processo o aço presente nos pneus radiais é retirado e encaminhado para a indústria siderúrgica ou para reciclagem, e a borracha triturada. O pó resultante da trituração dos pneus é encaminhado para as cimenteiras, para a fabricação de tapetes automotivos, pisos industriais, quadras poliesportivas, manta asfáltica e asfalto-borracha. Gardin et al. (2010) mencionam que o asfalto-borracha prolonga a vida útil do pavimento em torno de 44% e também reduz a espessura da mistura asfáltica utilizada.

**Laminação:** Nesse processo, as laminadoras utilizam os pneus inservíveis não-radiais que são cortados em lâminas que servem para fabricação de percintas (indústrias moveleiras), solas de calçados, dutos de águas pluviais, etc (RECICLANIP, 2019).

**Pirólise:** Processo de decomposição térmica da borracha na ausência de oxigênio ou em condições em que a concentração de oxigênio é suficientemente baixa para não causar combustão, com a geração de óleos, aço e negro de fumo (IBAMA, 2018). Segundo Pinho et al. (2018) a reciclagem química através da pirólise dos resíduos de pneus transforma o material em frações gasosas, líquidas e sólidas que podem ser integralmente reaproveitadas, inclusive na própria cadeia produtiva dos pneus, e a fração líquida pela sua caracterização tem grande potencial como fonte de matérias primas para a indústria química ou para uso como combustível.

Machin et al. (2017) realizaram um estudo para avaliar a implementação da gaseificação de resíduos de pneus para a geração de energia elétrica, a partir da combustão

do gás de produção em um motor de combustão interna e em uma turbina a gás. Os autores concluíram que apesar da eficiência perdida na tecnologia de gaseificação de Combustível Derivado de Pneus (CDP) mostrou-se um caminho promissor para a valorização energética de resíduos de pneus.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na cidade de Lavras, localizada no sul do estado de Minas Gerais, 21°14'49" S 45° 00' 05" W (GOOGLE EARTH, 2019). Segundo o IBGE (2018) a população estimada do município é de 102.728 habitantes, uma área territorial de 564,7 km<sup>2</sup>, e com altitude média de 919 metros. De acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), em fevereiro de 2019 a frota de Lavras-MG estava estimada em 63.177 veículos. Esse número deve ser maior, uma vez que a não leva em consideração a frota flutuante do município.

O local destinado ao recebimento de pneus inservíveis em Lavras é denominado de ecoponto e está localizado as margens da BR 265, com uma área de aproximadamente 1056,42 m<sup>2</sup> (área do galpão mais área do entorno) (FIGURA 2). O espaço é cedido pela prefeitura que recebe e armazena os pneus descartados pelas borracharias, oficinas e particulares.

Figura 2 – Localização do ecoponto no município de Lavras, MG.



Fonte: Google Earth (2019).

De acordo com o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município (Lavras, 2017) todas as revendedores de pneus recebem e armazenam pneus inservíveis

de seus clientes. Esses estabelecimentos também recebem óleos de motores, embalagens e sucatas.

### **3.2 Gerenciamento interno de pneus inservíveis nos geradores do município**

Primeiramente realizou-se um levantamento das oficinas e borracharias com alvará de funcionamento junto à secretaria de desenvolvimento econômico com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) desses empreendimentos. Em seguida, foram selecionadas, de forma aleatória, 15 empresas para realização do diagnóstico de gerenciamento interno de pneus inservíveis.

Para tal, foram realizadas visitas *in loco* para aplicação do questionário, conforme Apêndice A para os responsáveis de cada empresa. O questionário foi composto por 19 perguntas que foram escolhidas e adaptadas de acordo com os objetivos desta pesquisa a partir de um estudo realizado por Pereira et al. (2014). As perguntas abordaram os assuntos relacionadas à quantidade gerada, tipo de pneus gerados, acondicionamento interno, coleta e destinação final dos pneus inservíveis.

### **3.3. Armazenamento municipal e destino dos pneus inservíveis**

No período de janeiro a abril de 2019 foi realizado um acompanhamento de três coletas de pneus inservíveis no ecoponto para a caracterização da massa, quantidade e categoria de pneu (moto, carro, caminhão) (FIGURA 3).

Figura 3 – Contagem dos pneus no ecoponto.



Fonte: Do autor (2019).

O destino destes pneus coletados foi caracterizado por meio de outro questionário (Apêndice B) enviado por e-mail para a Empresa Brasileira de Destinação de Resíduos (Embrader) que coleta os pneus inservíveis no município de Lavras e os encaminham para que tenham um destino ambientalmente adequado. Os resultados obtidos neste trabalho foram discutidos com base na legislação CONAMA 416/09 e na PNRS, e nos



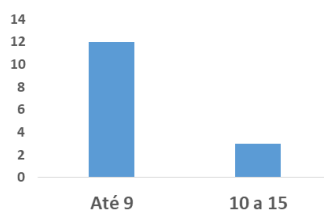
trabalhos encontrados na literatura relacionados a resíduos sólidos, em especial, a logística reversa de pneumáticos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Gerenciamento interno de resíduos de pneumáticos nos geradores de Lavras, MG

Segundo o SEBRAE (2019) o porte das empresas pode ser classificados de acordo com o número de empregados. Conforme demonstrado na Figura 4, doze empresas pesquisadas são identificadas como microempresa, pois possuem até 9 empregados, e três são empresas de pequeno porte por possuírem de 10 a 49 funcionários. Observou-se ainda que, no município de Lavras, a grande maioria das empresas atende apenas automóveis, pois apenas 3 das empresas entrevistadas contemplam motocicletas.

Figura 4 – Número de funcionários em cada empresa.



Fonte: Do autor (2019).

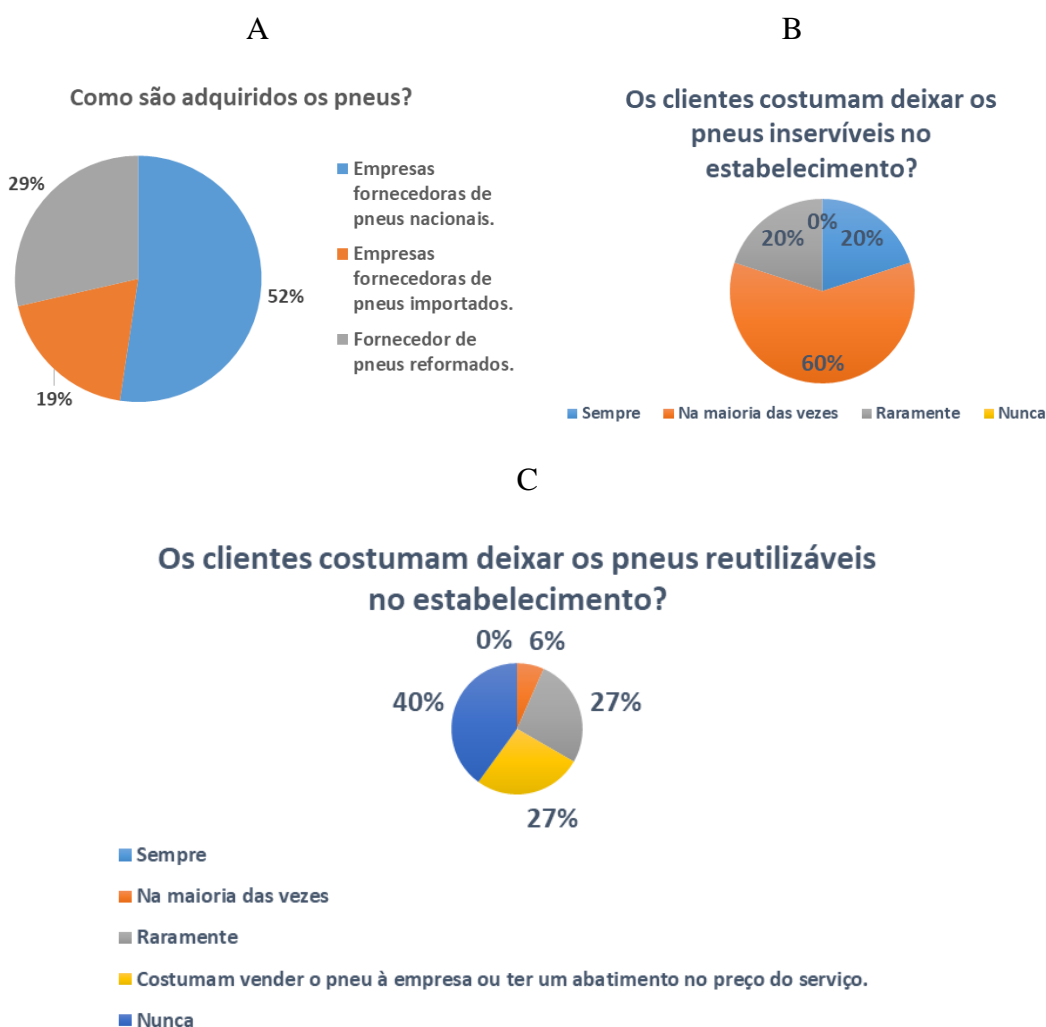
Quanto à forma de aquisição dos pneus para revenda, a Figura 5A demonstra que a maioria dos empreendimentos opta pela compra pneus de empresas fornecedoras de pneus nacionais, seguido das empresas reformadoras e a minoria adquire de empresas fornecedoras de pneus importados. Segundo a Resolução CONAMA 416/09, pneu reformado é o pneu usado que foi submetido ao processo de reutilização da carcaça com o fim específico de aumentar sua vida útil (BRASIL, 2009).

Existem três tipos de processos no qual o pneu pode ser submetido: 1) recapagem: onde o pneu usado é reformado pela substituição de sua banda de rodagem, e em seu lugar uma nova é adicionada; 2) recauchutagem: o processo também se dá pela substituição da banda de rodagem, entretanto a nova banda tem uma área de cobertura maior do que a usada no pneu recapado, chegando a cobrir os “ombros” do pneu, ou seja, as laterais dos pneus; e 3) remoldagem: ocorre pela substituição da banda de rodagem, e a nova cobertura

se estende de talão a talão, ou seja, cobre toda a área do pneu incluindo suas laterais (BRASIL, 2009). Desta forma, a compra de pneus reformados assegura a sua utilização até o fim da vida útil e possui um preço menor por ser um produto de segunda mão.

A partir da Figura 5B constatou-se que a origem do pneus inservíveis nos geradores se dá por meio dos clientes, uma vez que ao adquirir um novo pneu, 80% dos clientes deixam os inservíveis no estabelecimento. Enquanto que na Figura 5C pode observar que em 40% dos locais entrevistados os clientes não costumam deixar os pneus para serem destinados à reforma.

Figura 5 – Origem dos pneus nos geradores.



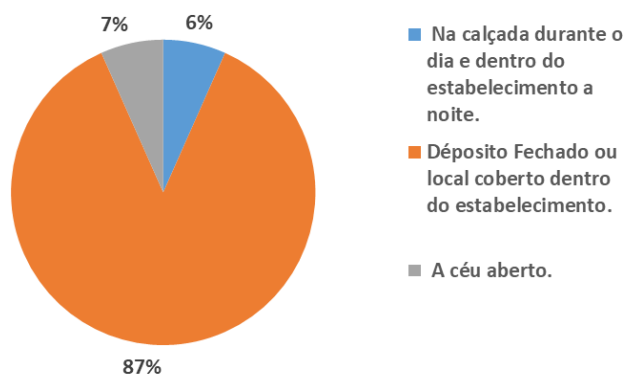
Fonte: Do autor (2019).

A respeito do armazenamento de pneus inservíveis a Resolução CONAMA 416/09 determina que os estabelecimentos de comercialização de pneus são obrigados a receber e armazenar temporariamente os pneus usados entregues pelo consumidor,

garantindo as condições necessárias à prevenção dos danos ambientais e de saúde pública (BRASIL, 2009).

De acordo com a Figura 6, verificou-se que a maioria dos geradores armazenam os pneus em depósito fechado ou local coberto dentro do estabelecimento. Um estabelecimento, devido à falta de espaço, armazena os pneus na calçada durante o dia e dentro do estabelecimento a noite e outro dispõe os pneus em uma área externa a céu aberto. Spreafico et al. (2012) salientam que o armazenamento dos pneus inservíveis junto à calçada ocasiona poluição visual, podendo ainda causar acidentes por obstrução das ruas, avenidas e passeio, e nos períodos de chuvas proliferam mosquitos da dengue, endemia local.

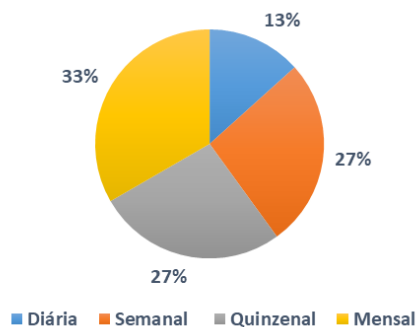
Figura 6 – Acondicionamento dos pneus nos geradores.



Fonte: Do autor (2019).

O gráfico da Figura 7 mostra a frequência de coleta para o descarte de pneus inservíveis nos estabelecimentos.

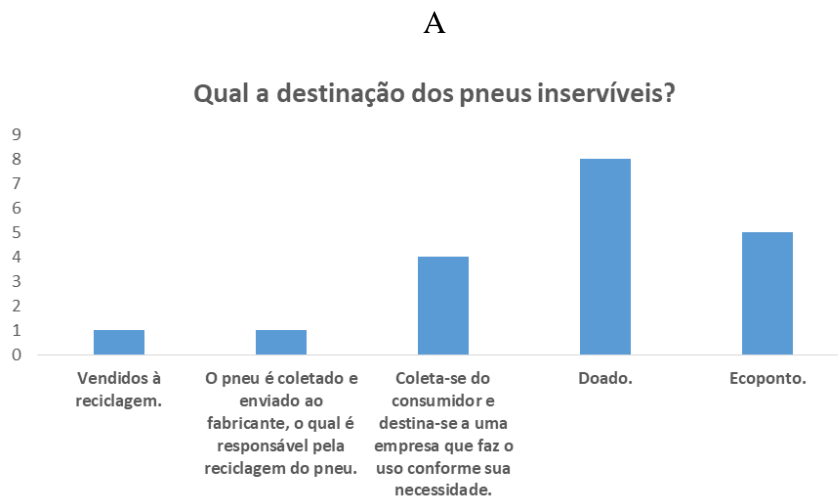
Figura 7 – Frequência de coleta para descarte de pneus inservíveis.



Fonte: Do autor (2019).

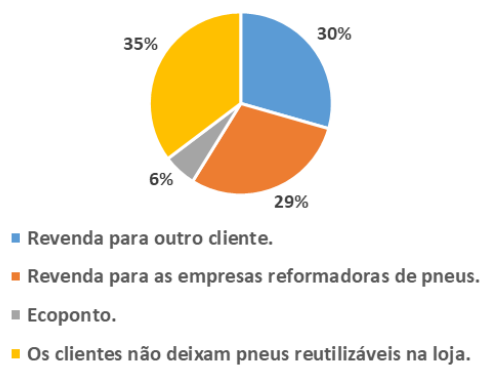
A destinação dos pneus inservíveis nas borracharias e oficinas de Lavras pode ser observada na Figura 8A, na qual se observa que a maioria doa seus pneus para terceiros, porém não sabem informar o destino destes pneus doados. Lagarinhos (2011) destaca que o processo de doação como forma de destinação, provoca maior risco a disposição ou uso irregular como queima ou descarte em áreas verdes, prejudicando a saúde pública.

Figura 8 – Destinação final dos pneus dos geradores.



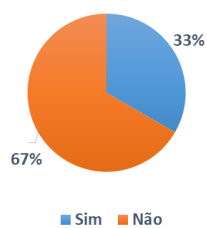
B

**Qual a destinação dos pneus reutilizáveis?**



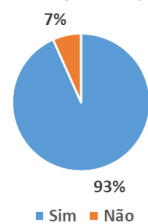
C

**O fornecedor dá recomendações para a destinação final dos pneus?**

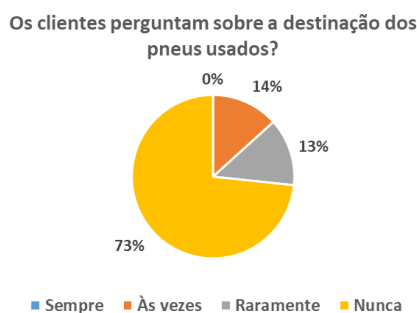


D

**A empresa tem conhecimento da existência de regulamentações que a orientam sobre a reciclagem ou destinação adequada dos pneus?**



## E



Fonte: Do autor (2019).

De acordo com a Figura 8B pode-se perceber que dos clientes que costumam deixar os pneus reutilizáveis nos estabelecimentos, uma parte desses pneus são revendidos para as reformadoras de pneumáticos. A reforma de um pneu emprega 25% do material que seria utilizado na fabricação de um novo, com custo 70% menor. Um pneu de carga é reformado em média duas vezes, gerando três vidas para cada carcaça, há uma economia de 57 litros de petróleo por pneu reformado (LAGARINHOS, 2011). Na Europa, Estados Unidos e Japão a reforma de pneus é considerada “indústria verde” e recebem-se inúmeros incentivos para a montagem de empresas com essa finalidade (ABR, 2016).

A Figura 8C mostra que a maioria das empresas afirmaram não receber orientações do fornecedor sobre a forma de destinação dos pneus. Esse fato não ocorre somente com os comerciantes de Lavras, Sehn (2012) realizou uma pesquisa em 35 empresas localizadas em Florianópolis e região metropolitana e descobriu-se que 71% dos entrevistados disseram que também não recebem informações sobre políticas de gestão dos pneus inservíveis por parte dos fornecedores.

Na Figura 8D, observa-se que quase todos os estabelecimentos entrevistados possuem conhecimento da existência de regulamentações que a orientam sobre a reciclagem ou a destinação adequada dos pneus, sendo um ponto muito importante para o meio ambiente.

Conforme retratado na Figura 8E, durante a pesquisa foi possível evidenciar que 73% dos clientes não questionam sobre a destinação final dos pneus usados. Sendo assim, há uma necessidade de conscientizar os consumidores sobre a sua importância na logística reversa de pneus inservíveis no município, uma vez que não são todos que costumam

deixar os pneus inservíveis nos estabelecimentos e não se interessam pela destinação dada pelos estabelecimentos.

A maioria das empresas não possui registro da quantidade pneus descartados no mês, no entanto algumas estimaram um valor aproximado conforme apresentado na Tabela 1. A partir da Tabela 1 pode-se notar que das 5 empresas que destinam pneus para o ecoponto, 3 delas não souberam estimar a quantidade de pneus que elas enviam para o ecoponto. Esta situação demonstra a necessidade de fiscalização no sentido de exigir um monitoramento interno da geração e destino de pneus inservíveis, como realizado para planos de gerenciamento de resíduos sólidos empresariais.

Tabela 1 - Estimativa da quantidade de pneus inservíveis de carros gerados nas empresas no período de um mês em Lavras – MG.

<b>Empresa</b>	<b>Quantidade estimada de pneus de carro gerados por mês</b>
1*	144
2	100
3*	25
4	100
5*	Não sabe
6	30
7	80
8	Não sabe
9*	Não sabe
10	Não sabe
11*	Não sabe
12	120
13	700
14	400
15	200
<b>Total</b>	<b>1899</b>

Notas: Empresas que descartam pneus inservíveis no ecoponto.

Fonte: Do autor (2019).

Souza (2013) em uma pesquisa realizada em 54 empresas geradoras de pneus inservíveis do município de Criciúma – SC, constatou que essas empresas geram juntas aproximadamente 5855 pneus inservíveis mensalmente, dessas 54 empresas 31 (54,41%) destinam os pneus para o ecoponto do município. Lembrando que o município de Criciúma tem uma população e uma frota de veículos maior do que a do município de Lavras. Porém pode-se observar que a porcentagem de pneus destinados ao ecoponto é maior do que no município de Lavras, onde das 15 empresas geradoras pesquisadas apenas 5 (33,33%) destinam os pneus inservíveis para o ecoponto.

A fiscalização nos geradores visando a destinação correta dos pneus usados nunca foi realizada em 100% dos entrevistados. Couto e Lange (2017) destacaram a importância do envolvimento do poder público municipal no gerenciamento adequado dos pneus inservíveis para o cumprimento da Resolução CONAMA 416/09 e da PNRS, pois uma fiscalização adequada poderá alcançar os objetivos previstos em ambas regulamentações, contribuindo na proteção do meio ambiente e da saúde pública. Aliado à fiscalização sanitária nos estabelecimentos geradores, poderá contribuir para o aumento do número de pneus recebidos no ecoponto. Segundo consta na Lei Municipal 3.397/08 os geradores são obrigados a possuir locais seguros, cobertos e fechados para impedir a acumulação de água; e a fixar placas alertando os consumidores sobre o perigo do descarte incorreto de pneus, os que não cumprirem a lei estarão sujeitos à penalidades e a multas, inclusive a cassação do alvará de funcionamento.

#### **4.2 Gestão municipal de pneus inservíveis em Lavras, MG**

O local de armazenamento de pneus inservíveis municipal é denominado de ecoponto e, é cadastrado na Reciclanip, que tem como finalidade promover a gestão dos pneumáticos inservíveis gerados em seu território coletando e promovendo destinação final adequada.

A Prefeitura Municipal de Lavras (PML) arca com o aluguel do terreno onde se localiza o ecoponto do município e os geradores são responsáveis por transportar seus pneus inservíveis até o local, porém, antes de descartá-los o responsável deve preencher uma guia (APÊNDICE C) disponibilizada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), solicitando a autorização para depósito de pneus. O local é desprovido de profissional para orientação e organização do armazenamento de pneus e os geradores fazem o descarte sem critério de forma a prejudicar o aproveitamento do espaço e

provocar acúmulo de água de chuva e proliferação de vetores, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Armazenamento dos pneus no ecoponto de Lavras.



Fonte: Do autor (2019).

No ecoponto os pneus de automóveis são a grande maioria, porém ocupam um espaço menor, já os pneus de cargas (ônibus e caminhões) se tornam um grande problema, pois apesar de pouca quantidade são de grande volume. Souza (2013) considera que o menor número de pneus de cargas gerados se dá pelo fato de serem mais reaproveitados, pelo alto custo em se adquirir pneus novos.

Segundo a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR, 2013) dos pneus inservíveis coletados nos ecopontos, aproximadamente 70% são realmente pneus inservíveis, 20% podem ser reformados para continuar em uso e 10% podem ser reutilizados, sem passar por qualquer processamento.

Os desafios para o correto gerenciamento de pneus inservíveis compreendem:

- Falta de critério por parte dos geradores no momento do descarte;
- Falta de um profissional para controlar a entrega e armazenamento dos pneus;
- Falta de um controle que informe a quantidade exata de pneus armazenados no ecoponto;
- O local carece de uma maior segurança, não se sabe ao certo quem e quais locais descartam e coletam pneus no ecoponto;
- Não existe uma frequência definida para coleta e destinação final dos pneus. Quando observa-se que o ecoponto está cheio solicita-se que a empresa responsável realize a coleta.



Embora o município de Lavras seja atendido pela Reciclanip, atualmente, a SMMA requisita coleta via atravessador da empresa Embrader, empresa responsável em dar uma destinação ambientalmente adequada aos pneus do município. Conforme padrão de transporte de pneus inservíveis da Reciclanip, um dos critérios a serem atendidos é que os caminhões tenham carretas com baú ou gaiolas, no entanto, observou-se que o transporte pelo atravessador não atende a esse critério, conforme mostra a Figura 10. Esta situação pode gerar riscos no transporte, para os quais a PML é corresponsável, pelo instrumento de responsabilidade compartilhada da lei 12.305 (BRASIL, 2010).

Figura 10 – Caminhão utilizado na coleta de pneus inservíveis no ecoponto de Lavras, MG.



Fonte: Do autor (2019).

#### **4.3 Sugestões para melhoria no gerenciamento de pneus inservíveis em Lavras, MG**

Quando os comerciantes forem assinar a guia (Apêndice C) a SMMA pode orientá-los para que ao descartar os pneus no ecoponto, esses sejam armazenados de maneira correta, conforme ocorre no ecoponto de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais (Figura 11).

Figura 11 – Maneira adequada para armazenar os pneus inservíveis no ecoponto.



Fonte: Mattioli et al. (2009).

Sugere-se a SMMA a atualização do cadastro de todos os estabelecimentos que comercializam pneumáticos no município. Assim, a secretaria poderá fazer uma fiscalização anual nesses estabelecimentos com a finalidade de levantar as formas de destinação final dada por eles, e os informando da existência do ecoponto, orientando-os dos problemas ambientais acarretados pelo descarte inadequado de pneus; e do uso correto do ecoponto.

Além disso, poderia estudar a possibilidade de mudança de local do ecoponto para um galpão fechado, em uma área estratégica de fácil acesso para caminhões. Assim a SMMA terá um controle da quantidade de pneus armazenados, quem ou quais empresas estão descartando os pneus. Poderia definir um dia na semana que os empresários e consumidores descartariam os pneus, e definir a frequência de coleta dos pneus para a destinação final, evitando que estes tenham um descarte inadequado. Sendo assim não teria a necessidade de manter um servidor fixo no ecoponto, as empresas ou a população ligaria para a SMMA para agendar um horário de descarte no dia fixado, e alguém da secretaria receberia a pessoa para fazer o depósito de pneus no ecoponto.

Algumas borracharias como citado na presente pesquisa tem como forma de destinação final a doação de pneus para pessoas que os recolhem em seus estabelecimentos, e muitas dessas empresas não soube dizer qual o tipo de destinação dada por essas pessoas. Diante disso, a prefeitura pode cobrar da ANIP para que seja feito um processo de orientação aos comerciantes do município de Lavras sobre correta destinação final dos pneus inservíveis.

#### 4.4 Quantidade e destino dos pneus inservíveis coletados em Lavras para a destinação final

Conforme informações de pesagem da empresa Embrader, nos meses de janeiro a maio foram tratadas 75,36 toneladas de pneus inservíveis.

A Tabela 2 apresenta a quantidade e o tipo de pneus coletados pelo atravessador pela qual observa-se que na coleta de pneus de caminhão o peso total foi maior, aumentando-se assim a rentabilidade com venda dos pneus inservíveis. Porém nem sempre é possível coletar muitos pneus de caminhão, pois esses são minorias no ecoponto, prevalecendo os pneus de carros. Apesar da redução do número de pneus no ecoponto após as coletas, em nenhum momento o volume foi suficientemente reduzido para promover organização do espaço.

Tabela 2 – Massa, tipo e quantidade de pneus inservíveis coletados no ecoponto.

Coleta	Moto	Carro	Caminhão	Bicicleta	Retroescavadeira	Massa (kg)
16/01/2019	79	385	0	0	0	6000
27/02/2019	32	308	16	2	1	5820
30/04/2019	0	150	92	0	0	6750
					<b>Massa média (kg)</b>	6190
					<b>Desvio padrão (kg)</b>	493,25

Fonte: Do autor (2019).

#### 4.5 Destinação final dos pneus do ecoponto de Lavras, MG

De janeiro a maio de 2019 a empresa responsável pelo tratamento dos pneus foi a Embrader, a qual está no mercado desde junho de 2016, e realiza coleta em 28 municípios mineiros. A empresa possui Licença Ambiental Simplificada (LAS) emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), possui certificação do IBAMA, além de ser associada à Associação Brasileira de Empresas de Reciclagem de Pneus Inservíveis (ABRERPI).

Toda coleta e transporte são realizados por frota terceirizada, os quais comercializam os pneus para a produção de “chips” de pneu. Os “chips” de pneu são produzidos a partir da trituração da borracha, os quais possuem aplicações na construção civil, cimenteiras, pavimentação, entre outras.

A empresa coleta e trata cerca de 700 a 800 toneladas de pneus por mês, e esses são armazenados em local coberto dentro da empresa. Os pneus de carros de passeio e de motocicleta (com nylon em sua composição) são diretamente triturados. Já os pneus de carga e agrícolas são radiais compostos por lonas de aço, portanto, passam pelo destalonador para retirada dos talões de aço e pela guilhotina para corte, seguindo para trituração na sequência. O aço retirado dos talões é comercializado com recicladoras de aço. Atualmente toda a produção é encaminhada para destruição térmica nas cimenteiras através do chamado processo de coprocessamento.

## **5 CONCLUSÕES**

A maioria dos consumidores deixam os pneus usados nas borracharias, portanto, é fundamental que existam instrumentos capazes de garantir que os pneus, principalmente os inservíveis, recebam destinação ambientalmente adequada, uma vez que a grande maioria dos empresários entrevistados doam os pneus inservíveis para terceiros e desconhece a forma de destinação dada. A má organização do ecoponto causa riscos à saúde pública, sendo necessário maior envolvimento da ANIP no sentido de orientar os comerciantes de pneus e da SMMA no sentido de fiscalizar e restringir o uso do ecoponto. Nos meses de janeiro a maio foram destinadas cerca de 75,36 toneladas de pneus para tratamento e coprocessamento, no entanto, não foi o suficiente para esvaziar o ecoponto.

## **6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Realizar o levantamento do gerenciamento de pneus inservíveis em transportadoras e empresa de transporte coletivo urbano.
- Estudar a possibilidade e a viabilidade de elaborar um consórcio com municípios de população inferior a 100 mil habitantes para gestão do ecoponto e coleta pela Reciclanip.
- Levantar a quantidade mensal pneus gerada em Lavras por meio do controle da quantidade de pneus descartados no ecoponto.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDIP - Associação Brasileira dos Importadores e Distribuidores de Pneus. Disponível em: < <http://www.abidip.com.br/> > Acesso em: 06 abr. 2019.

ABR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO SEGMENTO DE REFORMA DE PNEUS. Disponível em: <[www.abr.org.br](http://www.abr.org.br)>. Acesso em: 29 abr. 2019.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2017**. Disponível em: < <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

AMORIM, E.S. **Logística Reversa de Pneus Inservíveis: Uma Pesquisa-Ação no Município de Três Corações (MG)**. 2015. 152 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

ANIP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS. **Institucional**. São Paulo. Disponível em: < <http://www.anip.org.br/institucional/>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

BLESZ JUNIOR, A.E. **Fatores que Influenciam no Desempenho de Projetos na Cadeia Verde de Suprimentos da Reforma de Pneus**. 2019. 202 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 04 abr. 2019.

BRASIL. Resolução Conama nº 258, de 26 de agosto de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2 dez. 1999. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=258>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

BRASIL. Resolução Conama nº 416, de 30 de agosto de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 1 out. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.5, p. 889-898, 2017.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de veículos**. Disponível em: < <http://www.denatran.gov.br/estatistica/639-frota-2019> >. Acesso em: 29 abr. 2019.

DHOUIB, D. An extension of MACBETH method for a fuzzy environment to analyze alternatives in reverse logistics for automobile tire wastes. **Omega**. v. 42, n. 1, p. 25-32, 2014.

GARDIN, J. A. C.; FIGUEIRÓ, P.S.; NASCIMENTO, L.F. Logística Reversa de Pneus Inservíveis: Discussões Sobre Três Alternativas de Reciclagem para este Passivo Ambiental. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v.11, n.2, p. 232-249, 2010.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de Pneumático - 2018**. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2018\\_atualizado\\_em\\_novembro\\_2018.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2018_atualizado_em_novembro_2018.pdf)> Acesso em: 09 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Senso 2018**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/lavras/panorama> >. Acesso em: 10 mai. 2019.

LAGARINHOS, C. A. F. **Reciclagem de Pneus: Análise do Impacto da Legislação Ambiental através da Logística Reversa**. 2011. 291 p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LAGARINHOS, C. A. F.; ESPINOSA D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. A Evolução do Coprocessamento de Pneus Inservíveis no Brasil. In: 22º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2016, Natal. 11 p.

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

LAVRAS. Lei nº 3.397, de 06 de junho de 2008. Dispõe sobre a destinação correta dos pneus e câmaras inservíveis existentes no município de Lavras. Disponível em: < <http://187.60.128.132:8082/portalcidadao/#78c3e513dd43cb27d8a3e2f376196ffc656d7ea577b2c6fb292c7ce834d4edddf4376399f1a84ab6c4de8203d14e188b3c7633bc4c06ae17cf70d3da8eed761c0a9cb592e4a6c48ecb014386223795e1bd872cf17c4fe5085f5aaa13840dc2747dbef96fbbdae4f8fb77b5f00639e886563760939ad7f6d33cff258056b19b5481e34aca6c91e0f2f4644e243ddf199e7805085f3725c5e7cb290b51e89a0253e2da42767c846105779d3f3442030438422b8442110f867b61039568b69b8367278ac2b0da2ad7900276ed08b695133> > Acesso em: 10 mai. 2019.

MACHIN, E.B.; PEDROSO, D.T.; CARVALHO JÚNIOR, J.A. Technical assessment of discarded tires gasification as alternative technology for electricity generation. **Waste Management**. v. 68, p. 412-420, 2017.

MOTTA, Flávia Gutierrez. A cadeia de destinação dos pneus inservíveis – o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.11, n.1, p.167-217, 2008.

MATTIOLI; L. M. L. et al. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos pneumáticos – PGIRPN**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009, p. 44.

NOHARA, J. J. et al. GS-40 – Resíduos Sólidos: Passivo Ambiental e Reciclagem de Pneus. **Thesis**, São Paulo, v.3, n.1, p.21-58, 2005.

PEREIRA, T.G. et al. O Papel das Pequenas Empresas na Logística Reversa de Resíduos: Um Estudo sobre a Destinação de Pneus Considerados Inservíveis na Cidade de Belém-Pará. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p. 2900-2911, 2014.

PINHO, E. B.; OTZ, E. P.; BORGES, L. E. P. Reciclagem Química de Pneus Inservíveis: Recuperação de Frações Líquidas Via Pirólise Térmica e Catalítica. *Revista Virtual de Química*, v.10, n.5, 19 p., 2018.

Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) por FUNDECC. – Lavras, Minas Gerais: [s.n.], 2017.

RECICLANIP. **Institucional**. São Paulo: ANIP, 2019. Disponível em: <<http://www.reciclanip.org.br/>> Acesso 02 abr. 2019.

RECICLANIP. **Pontos de Coleta**. São Paulo: ANIP, 2019. Disponível em <<http://www.reciclanip.org.br/pontos-de-coleta/coleta-no-brasil/?uf=MG#>> Acesso 02 abr. 2019.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Conceito Empregados**. Disponível em: <[https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/MPE\\_conceito\\_empregados.pdf](https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/MPE_conceito_empregados.pdf)> Acesso em: 17 abr. 2019.> Acesso 02 abr. 2019.

SEHN, A. **Logística Reversa dos Pneus Inservíveis: Um Estudo da Gestão pelos Auto Centers da Grande Florianópolis**. 2012. 89 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SOUZA, C.D.R. **Análise da Cadeia de Valor Aplicada a Cadeias Logísticas Reversas: Uma Contribuição ao Reaproveitamento de Pneus Inservíveis**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SOUZA, V.M. **Propostas para o Gerenciamento de Pneus Inservíveis no Município de Criciúma, SC**. 2012. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.

SPREAFICO, P. I. et al. **Diagnóstico da Logística Reversa de Pneus Inservíveis na Região Norte do Ceará**. In: III Congresso Nacional de Administração e Ciências Contábeis - AdCont 2012. Disponível em: <<http://www.facc.ufrj.br/ocs/index.php/adcont/adcont2012/paper/viewFile/753/176>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses. 2. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2016. Disponível em:

<<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11017/5/NOVA%20VERS%C3%83O%20DO%20MANUAL%20DE%20NORMALIZA%C3%87%C3%83O%20E%20ESTRUTURA%20DE%20TRABALHOS%20ACAD%C3%84MICOS.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.



**APÊNDICE A****Questionário sobre o diagnóstico do gerenciamento interno dos pneus inservíveis no município de Lavras – MG**

1. Nome da empresa: \_\_\_\_\_
2. Possui registros como empresa? ( ) Sim ( ) Não
3. Há quanto tempo à empresa está no mercado?  
( ) Menos de um ano. ( ) De 1 a 5 anos. ( ) De 5 a 10 anos.  
( ) De 10 a 15 anos. ( ) Acima de 15 anos.
4. Horário de funcionamento:  
Início: \_\_\_\_\_ Término: \_\_\_\_\_ Intervalo: \_\_\_\_\_  
( ) 24 horas.
5. Número de Funcionários:  
\_\_\_\_\_
6. Atividades desenvolvidas:  
( ) Troca de óleo.  
( ) Troca/manutenção de pneus.  
( ) Outra:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Como são adquiridos os pneus?  
( ) Empresas fornecedoras de pneus nacionais.  
( ) Empresas fornecedoras de pneus importados.  
( ) Fornecedor de pneus reformados.
8. O fornecedor dá recomendações para a destinação final dos pneus?  
( ) Sim ( ) Não
9. Os clientes costumam deixar os pneus inservíveis no estabelecimento?  
( ) Sempre. ( ) Na maioria das vezes. ( ) Raramente. ( ) Nunca.
10. Qual é o número médio de pneus inservíveis gerados mensalmente?  
\_\_\_\_\_
11. Os pneus inservíveis são repassados para alguma empresa?  
( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_ ( ) Não
12. Qual a destinação dos pneus inservíveis?  
( ) Vendidos à reciclagem.  
( ) Ecoponto.

- Doado.
- O pneu é coletado e enviado ao fabricante, o qual é responsável pela reciclagem do pneu.
- Coleta-se do consumidor e destina-se a uma empresa que faz o uso conforme sua necessidade.
- Outros fins.
13. Os clientes costumam deixar os pneus reutilizáveis no estabelecimento?
- Sim, sempre.  Na maioria das vezes.  Raramente
- Costumam vender o pneu à empresa ou ter um abatimento no preço do serviço.
- Nunca.
14. Qual a destinação dos pneus reutilizáveis?
- Revenda para outro cliente.
- Revenda para as empresas reformadoras de pneus.
- Ecoponto.
15. Como é feito o acondicionamento dos pneus inservíveis no estabelecimento?
- Na calçada durante o dia e dentro do estabelecimento a noite.
- Depósito fechado ou local coberto dentro do estabelecimento.
- A céu aberto.
- Outros meios:
- 
- 
16. Qual a frequência de coleta para descarte?
- Diária  Semanal  Quinzenal  Mensal
17. Os clientes perguntam sobre a destinação dos pneus usados?
- Sempre  Às vezes  Raramente  Nunca
18. A empresa tem conhecimento da existência de regulamentações que a orientam sobre a reciclagem ou destinação adequada dos pneus?  Sim  Não
19. Existe algum órgão que fiscalize o estabelecimento visando a destinação adequada dos pneus usados?  Sim  Não  Não sei

**APÊNDICE B****Questionário sobre a destinação final dos pneus inservíveis**

1. Há quanto tempo a empresa está no mercado?
2. Possui licença para funcionamento?
3. Número de funcionários:
4. Quais são as atividades desenvolvidas pela empresa?
5. Como é feito a coleta e transporte dos pneus até a empresa? É com caminhões próprios?
6. Em quantos municípios a empresa coleta pneus?
7. Qual a quantidade de pneus (ton) são coletados mensalmente?
8. Como é feito o acondicionamento do pneus inservíveis na empresa?  
 A céu aberto     Depósito fechado dentro da empresa  
 Local coberto dentro da empresa
9. Durante o processo a empresa realiza a separação dos pneus radiais e convencionais?
10. Por quais processos o pneu passa dentro da empresa? Ex.: Trituração
11. O pneu radial passa pelo mesmo processo que o convencional? Se não, quais são os processos que cada um é submetido.
12. O que é feito com nylon dos pneus convencionais e com o ferro dos pneus radiais?
13. Qual a destinação final dos pneus após serem processados? Pra qual tipo de empresa são destinados? (ex.: laminação, incorporação em asfalto, cimenteira, entre outras)
14. A empresa possui algum tipo de certificação? (Ex.:IBAMA, ReciclAnip)
15. Existe algum órgão que fiscalize a empresa?
16. A empresa pretende implantar novas tecnologias para a eliminação dos pneus inservíveis?
17. Existe algum tipo de incentivo dos governos (municipal, estadual e federal), a respeito da coleta, transporte e disposição final dos pneus inservíveis?  
Se for possível, enviar fotos do processo, do produto final, do acondicionamento dos pneus.

## APÊNDICE C



## PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS

Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Lavras, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Ofício:0195 /2018/SMMA/laba/ksts

Assunto: Autorização para depósito de pneus

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Lavras autoriza a efetuar o depósito de pneus inservíveis no Ecoponto para que estes sejam utilizados sob a responsabilidade do recolhedor.

Quantidade:

## RESPONSÁVEL PELO RECOLHIMENTO DOS PNEUS NO ECOPONTO

Nome Responsável:

CPF:

Endereço:

Telefone:

**Karla Silva Teixeira Souza**  
Chefe de Departamento de Resíduos Sólidos