

PNEUS INSERVÍVEIS E SUAS IMPLICAÇÕES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SÃO LUÍS, MARANHÃO

UNUSABLE TIRES AND THEIR IMPLICATIONS FOR SOLID WASTE MANAGEMENT IN SÃO LUÍS, MARANHÃO

Suellen Pinheiro Ribeiro^{1*}, Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim²

1 Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís (MA), Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA).

2 Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís (MA), Professora/Doutora. Associado II – Departamento de Biologia (DBIO).

RESUMO: Este estudo investigou o reaproveitamento de pneus usados no município de São Luís, com enfoque em práticas de reutilização e seus impactos ambientais e sociais. A pesquisa caracterizou-se como mista (qualiquantitativa) e contou com 20 participantes, proprietários ou responsáveis por borracharias selecionadas aleatoriamente. A metodologia foi estruturada em duas etapas: (1) aplicação de formulários aos participantes, com posterior análise descritiva dos dados quantitativos e categorização das respostas qualitativas; e (2) coleta de dados junto à Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP) sobre a logística reversa de pneus no período de 2019 a 2021. Os resultados indicaram que 90% dos participantes (n = 18) possuíam conhecimento sobre práticas de reaproveitamento, citando exemplos de produtos derivados de pneus. Dados fornecidos pela SEMOSP mostraram que aproximadamente 139.507 pneus foram coletados nesse período, evidenciando esforços institucionais na gestão desses resíduos. O estudo demonstra que o reaproveitamento contribui para a redução do descarte irregular, mitigação de riscos à saúde pública e geração de renda para comunidades envolvidas, fortalecendo a economia circular local. Conclui-se que a implementação de estratégias integradas de coleta, reaproveitamento e educação ambiental constitui uma medida eficaz para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos, e reforçando a necessidade de continuidade e expansão dessas iniciativas para o desenvolvimento sustentável da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa. Pneumáticos. Problemas ambientais. Sustentabilidade.

ABSTRACT: This study investigated the reuse of used tires in the municipality of São Luís, focusing on reuse practices and their environmental and social impacts. The research was characterized as mixed-methods (qualitative-quantitative) and involved 20 participants, owners or managers of randomly selected tire repair shops. The methodology was structured in two stages: (1) application of questionnaires to participants, followed by descriptive analysis of quantitative data and categorization of qualitative responses; and (2) data collection from the Municipal Secretariat of Public Works and Services (SEMOSP) on tire reverse logistics from 2019 to 2021. The results indicated that 90% of participants (n = 18) were aware of reuse practices, citing examples of products derived from tires. Data provided by SEMOSP showed that approximately 139,507 tires were collected during this period, highlighting institutional efforts in managing this waste. The study demonstrates that reuse contributes to reducing illegal disposal, mitigating public health risks, and generating income for the communities involved, thereby strengthening the local circular economy. The study concludes that implementing integrated strategies for collection, reuse, and environmental education constitutes an effective approach to urban solid waste management, promoting environmental, social, and economic benefits.

KEYWORDS: Reverse logistics. Tires. Environmental issues. Sustainability.

Revista Práticas em Extensão, volume 10, número 1, 2026

Editora-chefe: Camila Pinheiro Nobre

Artigo submetido: 13/08/2025

Artigo aceito: 10/03/2026

Artigo publicado: 29/06/2026

DOI: <https://doi.org/10.18817/rpe.v10i1.4260>

*Autor correspondente: <suellen.pho@gmail.com>

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos resíduos sólidos representa desafios ambientais, econômicos e sociais no contexto contemporâneo, com impactos negativos sobre ecossistemas e saúde pública. Entre os resíduos de maior complexidade destacam-se os pneus inservíveis, cuja composição química, predominantemente constituída por polímeros petroquímicos, aditivos e materiais metálicos, dificulta a reciclagem e o descarte ambientalmente adequado (Brasil, 2022; Pinheiro; Da Rocha, 2022; Camões; Dabic-Miletic; Simic, 2023; Da Silva, 2023; Vieira *et al.*, 2024). A problemática se intensifica devido à liberação de microplásticos durante o desgaste e ao elevado volume físico desses materiais em aterros sanitários, comprometendo a eficiência do sistema de gestão de resíduos urbanos. Práticas inadequadas, como a queima a céu aberto, agravam o problema ao emitir gases tóxicos, evidenciando a necessidade urgente de alternativas sustentáveis (Montagner *et al.*, 2021; Četković *et al.*, 2022; De Souza, 2025).

O crescimento acelerado da frota veicular e da indústria automotiva no Brasil tem intensificado a geração de pneus descartados, totalizando aproximadamente 100 milhões de unidades por ano (EMBRAPA, 2025). O ciclo de vida reduzido desses produtos, aliado ao modelo econômico baseado no consumo contínuo, contribui para o aumento de passivos ambientais, caracterizados pela disposição inadequada e conseqüente contaminação do solo, corpos hídricos e organismos da fauna, impactando a biodiversidade e a saúde humana (Pinto *et al.*, 2017; Pompeu *et al.*, 2019; Montagner *et al.*, 2021).

Diante desses desafios, a adoção de práticas sustentáveis e inovadoras para a reutilização e reciclagem de pneus configura-se como estratégia essencial. A substituição de matérias-primas convencionais por resíduos reaproveitados em setores como a construção civil demonstra o potencial de aproveitamento de materiais dentro de cadeias produtivas, promovendo eficiência e redução de impactos ambientais, embora não represente, por si só, a totalidade do conceito de economia circular (Oliveira Neto *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2021; Poulouse, 2025). Organizações como a Reciclanip estruturam a logística reversa de pneus no Brasil, alinhando-se a modelos internacionais e fortalecendo cadeias produtivas sustentáveis (ANIP, 2018).

Além disso, o avanço do conceito de sustentabilidade corporativa tem estimulado o desenvolvimento de tecnologias verdes, promovendo eficiência produtiva e responsabilidade socioambiental (Pinheiro; Da Rocha, 2022). Essas iniciativas contribuem para o alcance de metas da Agenda 2030, com destaque para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados a cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11, meta 11.6), consumo e produção responsáveis (ODS 12, metas 12.4 e 12.5), ação contra a mudança global do clima (ODS 13, meta 13.2) e preservação da vida na água e terrestre (ODS 14 e 15, metas 14.1 e 15.1), promovendo práticas de reaproveitamento de resíduos, redução da poluição e conservação dos ecossistemas (ODS BRASIL, 2015).

No âmbito legal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei N.º 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), e a Lei Ordinária N.º 11.326, de 2020, do Estado do Maranhão (MARANHÃO, 2020), estabelecem diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos e determinam a obrigatoriedade da implementação da logística reversa para pneus e outros produtos, atribuindo responsabilidade compartilhada a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes quanto ao recolhimento e à destinação ambientalmente adequada desses materiais. A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA), por meio da Superintendência de Gestão de Resíduos, coordena a coleta e destinação desses materiais, envolvendo cooperativas recicladoras da região metropolitana de São Luís, fortalecendo a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos no estado (SEMA MA, 2021).

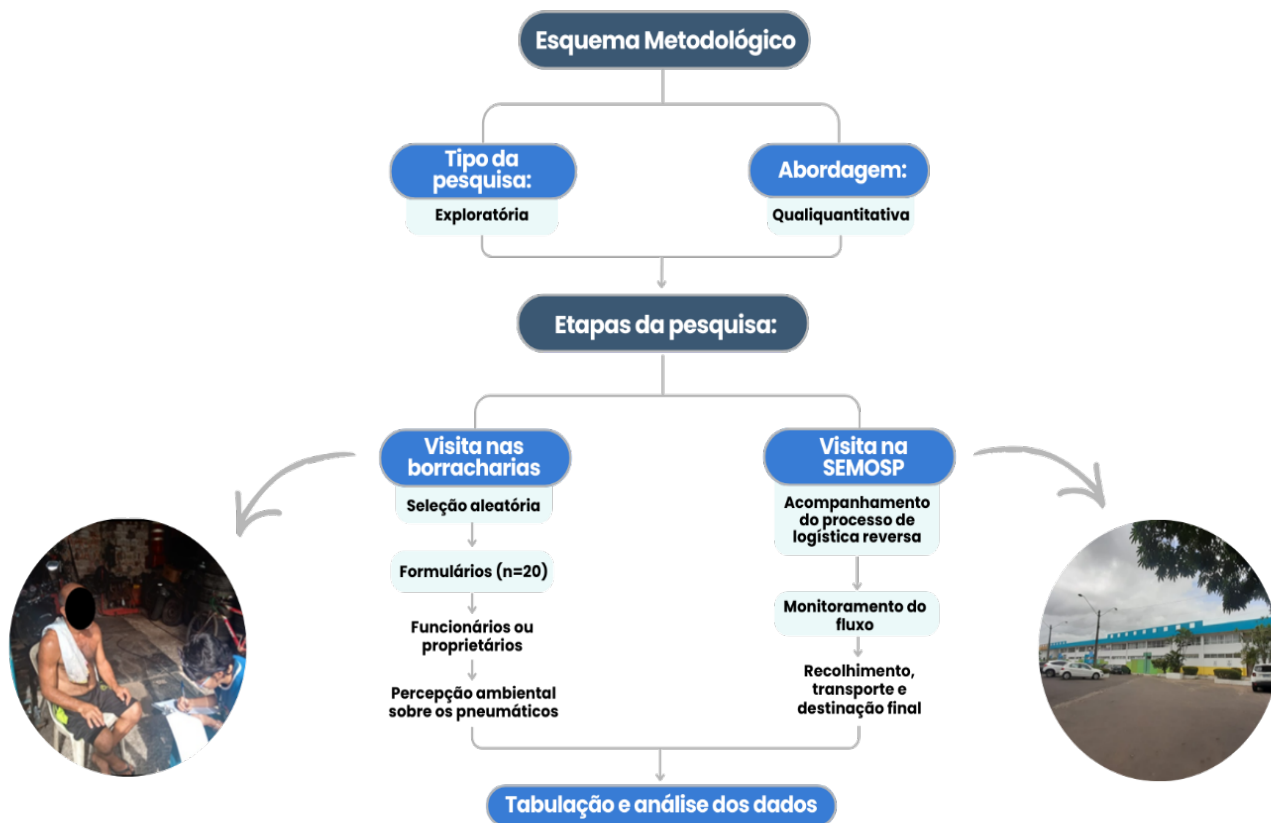
O presente estudo tem como objetivo investigar aspectos ambientais associados ao reaproveitamento de pneus inservíveis, identificando desafios e oportunidades no gerenciamento desses resíduos, além de analisar o nível de percepção ambiental dos envolvidos em relação ao descarte adequado e às práticas de reaproveitamento sustentável em São Luís, Maranhão.

2 METODOLOGIA

Este trabalho configura-se como uma pesquisa de caráter exploratório, de abordagem quali-quantitativa, com o objetivo de compreender de forma aprofundada o gerenciamento de pneus inservíveis no município de São Luís - Maranhão. A metodologia foi estruturada em duas etapas complementares: (1) realização de visitas a borracharias selecionadas aleatoriamente, com aplicação de formulários junto aos funcionários responsáveis ou proprietários, visando coletar informações sobre práticas de descarte, conhecimento sobre logística reversa e percepções acerca da gestão de resíduos; e (2) acompanhamento sistemático do processo de logística reversa dos pneus inservíveis, permitindo analisar a efetividade das estratégias de recolhimento, transporte e destinação final (Figura 1).

A pesquisa foi realizada por meio de um projeto extensionista intitulado “Reaproveitamento de pneus inservíveis na produção de camas para animais”, desenvolvido pelo Programa Institucional de Bolsas de Extensão (PIBEX) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), vinculada à Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis (PROEXAE). As atividades foram conduzidas entre 2019 e 2020 pela equipe do Laboratório de Biologia Vegetal e Marinha (LBVM).

Figura 1. Esquema metodológico da pesquisa.

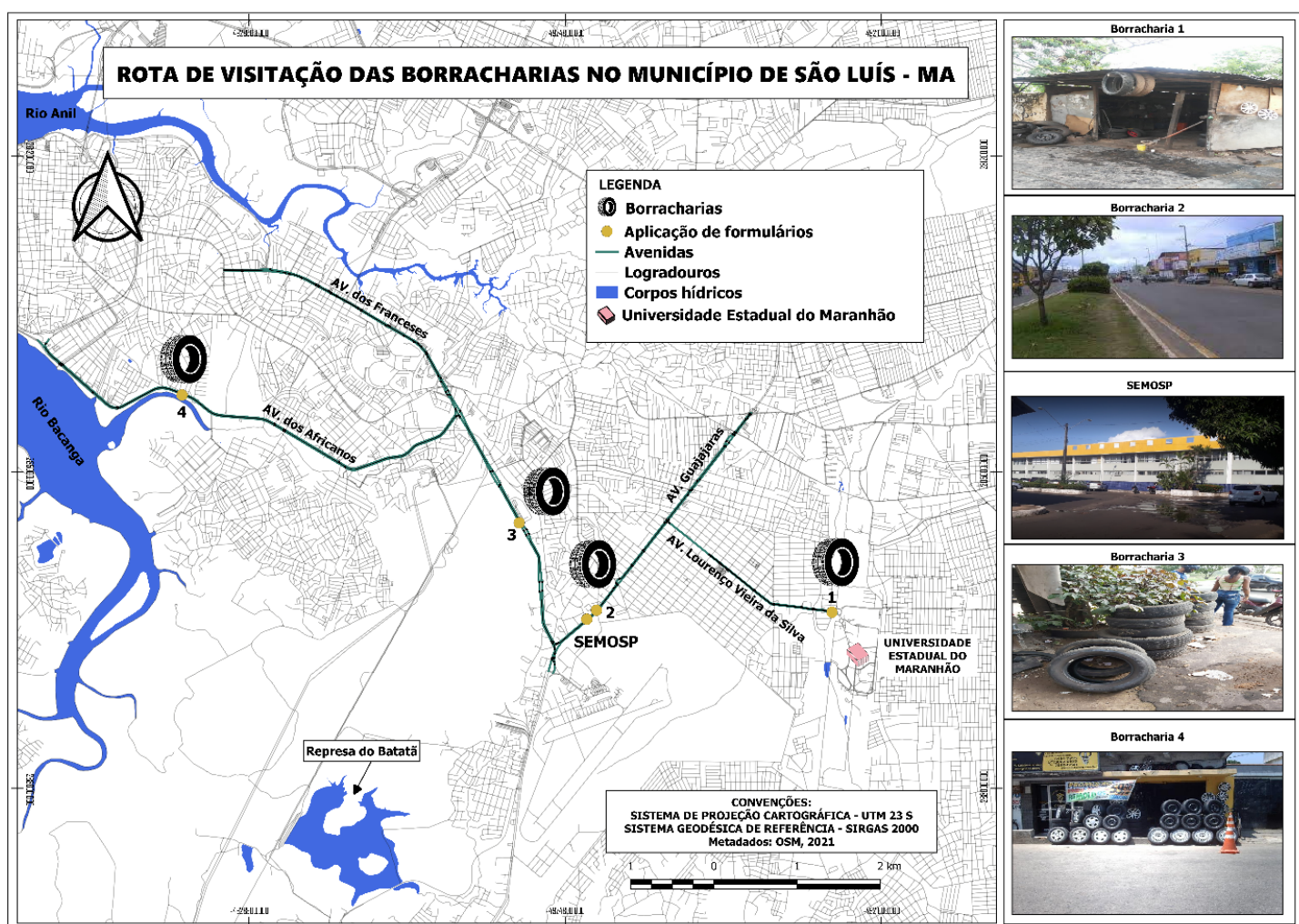


Fonte: Autores (2025).

2.1 Aplicação do formulário diagnóstico

Para a coleta de dados, realizou-se visita técnica *in loco* aos estabelecimentos de serviços de borracharia no município de São Luís, MA, selecionados em função de sua localização estratégica ao longo de eixos viários de elevada circulação urbana, especificamente nas avenidas Lourenço Vieira da Silva, Guajaras, dos Franceses e dos Africanos (Figura 2). Participaram da pesquisa vinte respondentes ($n = 20$), aos quais foi aplicado um formulário estruturado, composto por cinco questões abertas e objetivas, com foco no reaproveitamento de pneus inservíveis. As entrevistas foram conduzidas com os borracheiros entre os meses de agosto de 2019 e janeiro de 2020, visando identificar práticas, percepções e potenciais contribuições para o aprimoramento da logística reversa no setor.

Figura 2. Rota de visitação das borracharias no município de São Luís, Maranhão.



Fonte: Autores (2025).

A aplicação dos formulários seguiu rigorosamente os princípios éticos das pesquisas envolvendo seres humanos, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Resolução N°. 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. A participação dos profissionais foi inteiramente voluntária e somente ocorreu após a autorização formal dos responsáveis legais, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo o respeito à autonomia, à privacidade, à integridade física, moral e social dos participantes. Além disso, foram assegurados o sigilo das informações, o uso exclusivo dos dados para fins acadêmicos e científicos e a possibilidade de desistência em qualquer momento da pesquisa, sem qualquer prejuízo aos envolvidos (Ribeiro *et al.*, 2021).

2.2 Procedimento de logística reversa de pneus inservíveis

Com o objetivo de ampliar e qualificar a base de dados referente à gestão de pneus inservíveis no município, realizou-se, em dezembro de 2021, uma visita técnica ao ecoponto instalado nas dependências da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP), localizado na Avenida Guajajaras, bairro São Cristóvão. A atividade compreendeu a observação sistemática da infraestrutura física, das condições operacionais e dos fluxos logísticos adotados na unidade, permitindo a análise técnica das práticas implementadas para o manejo ambientalmente adequado desses resíduos sólidos.

Durante a inspeção, procedeu-se à avaliação da execução do plano municipal de logística reversa de pneus, contemplando as etapas de coleta, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte e destinação final ambientalmente adequada, incluindo processos de reciclagem e outras formas de valorização material. A análise *in loco* possibilitou examinar o grau de conformidade das ações desenvolvidas com as normativas ambientais vigentes, bem como aferir a eficiência operacional, a rastreabilidade dos fluxos e a efetividade das estratégias adotadas para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de pneus inservíveis.

2.3 Tabulação e Análise dos dados

As informações obtidas foram tabuladas utilizando o software Microsoft Excel 2019, permitindo a sistematização e a quantificação das respostas. A tabulação em Excel compreendeu etapas integradas de coleta, organização, classificação, análise e apresentação gráfica dos dados, seguidas de interpretação e descrição detalhada dos resultados. Essa abordagem possibilitou a análise descritiva das frequências das respostas, permitindo identificar tendências e padrões nas práticas de reaproveitamento de pneus entre os participantes, sem recorrer a testes estatísticos inferenciais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados dos formulários

Os participantes das borracharias investigadas (n = 20) eram exclusivamente do sexo masculino, com idades variando entre 21 a 66 anos (Tabela 1). Quanto ao nível de escolaridade, observou-se a seguinte distribuição: 30% possuíam ensino fundamental incompleto, 5% ensino fundamental completo, 25% ensino médio incompleto e 40% ensino médio completo. Esses dados refletem o perfil sociodemográfico dos participantes e oferecem subsídios para a análise da relação entre escolaridade e práticas relacionadas ao reaproveitamento de pneus inservíveis.

Os resultados relacionados à distribuição por sexo nas borracharias confirmam o padrão observado por Ferreira (2021), que caracteriza a oficina mecânica como um espaço predominantemente masculino, onde a identidade profissional está fortemente associada à construção do conceito de “ser homem”. Tal realidade se reflete na escassa participação feminina nesse segmento, constituindo uma exceção à regra.

No contexto brasileiro, a segregação ocupacional por gênero ainda se configura como um entrave estrutural, especialmente em setores como economia, construção civil, indústria automobilística e empreendedorismo, historicamente associados a profissões masculinizadas. Embora se observe avanço gradual na inserção feminina nesses espaços, im-

pulsionado, em parte, pelo movimento feminista, as desigualdades persistem em diversos contextos locais (BRASIL, 2024; Sousa; Oliveira, 2025).

Tabela 1. Distribuição percentual por faixa etária dos participantes das borracharias em São Luís, Maranhão.

Faixa etária (anos)	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
21-29	4	20%
30-38	3	15%
39-47	5	25%
48-56	6	30%
57-66	2	10%
Total	20	100%

Fonte: autores (2025).

Em São Luís, a presença de mulheres atuando em borracharias e oficinas mecânicas é ainda incipiente, refletindo não apenas a baixa inserção feminina nesse segmento, mas também a persistência de um estigma social que associa essas atividades exclusivamente ao universo masculino. Esse cenário revela a reprodução de padrões socioculturais que delimitam espaços profissionais com base em construções de gênero, ao mesmo tempo em que explicita os desafios enfrentados por mulheres que transgridam essas fronteiras simbólicas. Sob essa perspectiva, essas experiências ilustram tanto as barreiras estruturais quanto os avanços graduais na ocupação feminina de profissões historicamente marcadas pela masculinização.

A análise dos dados coletados por meio da aplicação de formulários em borracharias revelou que 90% dos entrevistados (n = 18) declararam possuir conhecimento prévio sobre o reaproveitamento de pneus inservíveis, enquanto 10% declararam desconhecer o tema ou optaram por não responder (n = 2). Esse resultado reflete uma ampla disseminação de informações relacionadas à reutilização desses resíduos sólidos entre os profissionais do setor, sugerindo familiaridade com práticas sustentáveis na gestão de pneus, sem que tenha sido medida formalmente a percepção socioambiental.

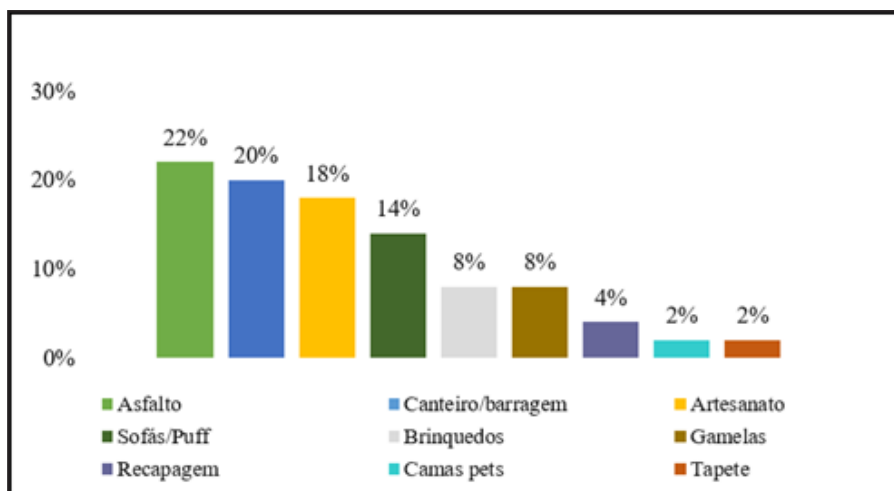
A reciclagem constitui uma estratégia emergente e imprescindível no contexto da conservação ambiental, relacionada diretamente à busca por um modelo de desenvolvimento sustentável e racional, que priorize a qualidade de vida e a mitigação dos impactos ambientais (Oberoi, 2022; Hariram *et al.*, 2023; Almusaed *et al.*, 2024). No Brasil, apenas cerca de 4% do total de resíduos sólidos urbanos é efetivamente reciclado, de acordo com levantamento da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2023 (ABREMA, 2024). Sendo assim, a reciclagem constitui uma alternativa viável para o reaproveitamento de materiais, contribuindo para a redução do descarte inadequado e dos consequentes danos ambientais (Azevedo-Cutrim *et al.*, 2020; Almusaed *et al.*, 2024; Lima, 2024).

Além disso, conforme enfatizado por Lee (2025), a reciclagem ultrapassa a dimensão da prática ambiental, constituindo um imperativo ético e social que se configura como responsabilidade coletiva no enfrentamento da degradação ambiental. De forma complementar, Azevedo-Cutrim *et al.* (2020) definem a reciclagem como um processo sistemático de conversão de materiais utilizados em novos insumos, salientando seus benefícios para a conservação dos recursos naturais e para a mitigação dos impactos ambientais adversos.

No que tange às aplicações práticas do reaproveitamento de pneumáticos, os entre-

vistados indicaram diversas finalidades, as quais foram quantitativamente expressas da seguinte forma: 22% referiram o uso de pneus reciclados na composição de asfalto (pavimentação), 20% citaram a utilização como elemento de proteção em canteiros e barragens de açudes, 18% mencionaram a produção de artesanatos, enquanto 14% apontaram a confecção de mobiliário, como apresentado na Figura 3.

Figura 3. Respostas dos borracheiros sobre exemplos de reutilização de pneus inservíveis.



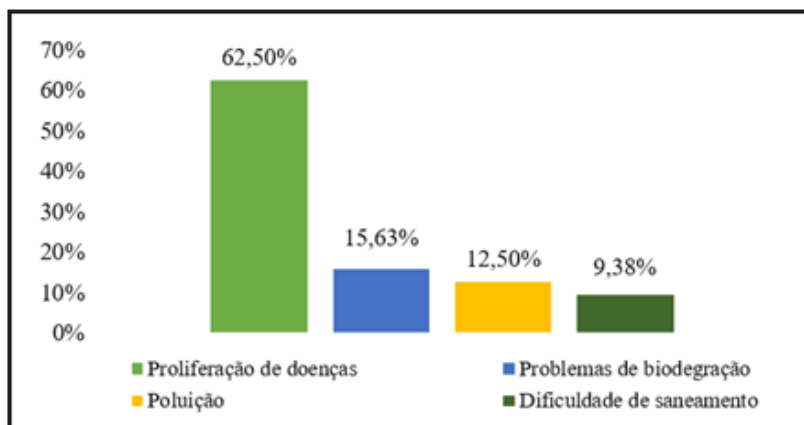
Fonte: Autores (2025).

As respostas obtidas evidenciam não apenas o conhecimento técnico dos profissionais entrevistados, mas também o reconhecimento do potencial multifuncional dos pneus inservíveis no contexto da economia circular e da sustentabilidade ambiental. Essa percepção demonstra que os participantes compreendem as possibilidades de reaproveitamento desses materiais, bem como sua inserção em estratégias voltadas à redução de impactos ambientais e à valorização de resíduos.

Em relação aos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de pneus inservíveis, os dados obtidos indicam uma compreensão diversificada entre os entrevistados, como apresentado na Figura 4, onde 62,50% dos participantes associaram essa prática à proliferação de vetores de doenças, relacionadas à Dengue e outras arboviroses, destacando o potencial epidemiológico dos resíduos acumulados em ambientes inadequados. Adicionalmente, 15,63% dos respondentes identificaram problemas relacionados à baixa taxa de biodegradação dos pneus, o que contribui para a persistência prolongada desses materiais no ambiente, dificultando sua decomposição natural. A poluição ambiental, manifestada principalmente por meio de queimadas e a liberação de poluentes tóxicos na atmosfera, foi mencionada por 12,50% dos entrevistados como uma consequência direta do manejo inadequado desses resíduos. Por fim, 9,38% destacaram as dificuldades associadas ao saneamento básico, ressaltando que o acúmulo de pneus pode comprometer sistemas de drenagem e aumentar os riscos ambientais e sanitários.

Esses resultados mostram a complexidade dos impactos ambientais vinculados ao descarte inadequado de pneus e reforçam a necessidade de adoção de estratégias integradas de gestão de resíduos que considerem não apenas as dimensões ambientais, mas também as implicações para a saúde pública e a infraestrutura urbana.

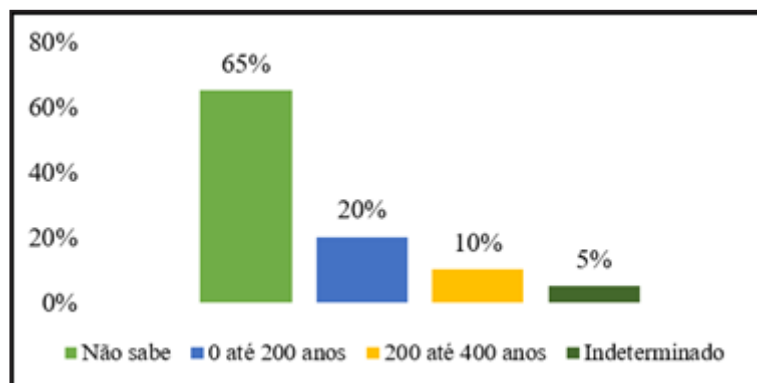
Figura 4. Respostas dos borracheiros a respeito do descarte inadequado de pneus inservíveis em natureza.



Fonte: Autores (2025).

Em resposta à indagação referente ao tempo estimado de decomposição dos pneus, mensurou-se que 65% dos entrevistados não possuíam conhecimento sobre o período exato de deterioração desses resíduos. Entre os que se manifestaram, 20% mencionaram uma variação temporal entre zero e duzentos anos, enquanto 10% indicaram um intervalo entre duzentos e quatrocentos anos. Ademais, 5% dos participantes relataram não haver um tempo definido para a decomposição dos pneus, demonstrando incerteza quanto à sua persistência ambiental (Figura 5).

Figura 5. Respostas dos proprietários de borracharias em relação à decomposição dos pneus.



Fonte: Autores (2025).

Esse elevado índice de desconhecimento reflete a necessidade de intensificar ações educativas e informativas voltadas para a sensibilização sobre a longevidade dos pneus no ambiente, fator crucial para a formulação de políticas públicas eficazes na gestão e destinação adequada desses resíduos.

O reaproveitamento de pneus inservíveis se constitui um desafio em todos os países, dadas as características dos pneus de durabilidade, quantidade, volume, peso e, principalmente, a grande dificuldade de lhes propiciar uma nova destinação ecológica e economicamente viável. Estima-se que a durabilidade de um pneu no meio ambiente seja longa, dependendo das condições ambientais, como exposição à luz solar, oxigênio, umidade e tipo de solo, devido à resistência da borracha à degradação natural. Assim, as empresas têm encontrado na reciclagem uma alternativa eficaz para a destinação desses resíduos, permitindo o reaproveitamento da borracha e sua reincorporação ao ciclo produtivo (Oliveira Neto *et al.*, 2019; Behera; Poddar; Byun, 2025).

Dessa forma, ao serem questionados acerca do conhecimento sobre a presença de elementos químicos ou substâncias tóxicas nos pneus, verificou-se que 65% dos entrevi-

tados não possuíam informações específicas sobre os componentes constituintes desse resíduo. Em contrapartida, 35% demonstraram familiaridade com alguns dos principais constituintes químicos, citando elementos como petróleo, carbono, aço, ferro, óleos e a própria borracha.

Portanto, identifica-se uma lacuna no entendimento dos borracheiros quanto à composição química dos pneus, fator que pode comprometer a compreensão dos riscos ambientais e à saúde associados ao manejo inadequado desses materiais. A sensibilização sobre a presença de substâncias potencialmente nocivas é fundamental para o desenvolvimento de práticas de descarte e reaproveitamento mais seguras e ambientalmente responsáveis.

Os pneumáticos são compostos principalmente por borracha natural e sintética, reforçada com negro de carbono, sílica e estrutura metálica em aço, além de aditivos químicos como enxofre, aceleradores, sais metálicos, antioxidantes e compostos antiozonantes, que conferem durabilidade ao produto, mas dificultam sua degradação e podem gerar riscos ambientais quando descartados inadequadamente (Johannessen *et al.*, 2022). A queima desses pneus libera substâncias tóxicas, como dioxinas e furanos, devido à presença de compostos clorados (MMA, 2005; Ćetković *et al.*, 2022). Por essa razão, o CONAMA proibiu o descarte e a queima a céu aberto, responsabilizando fabricantes e importadores pela destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis, estabelecendo que, a partir de 2004, cada pneu novo fabricado deve ter um recolhido e, desde 2005, para cada quatro pneus novos, cinco devem ser recolhidos (CONAMA, 1999; MMA, 2005).

A maior parte dos borracheiros (87%) identificou a Prefeitura de São Luís como a principal responsável pelo recolhimento dos pneus usados, indicando que a gestão desse tipo de resíduo é percebida como função do poder público municipal. Por outro lado, 13% dos participantes apontaram uma divisão dessa responsabilidade entre o poder público e a população local, sugerindo alguma consciência sobre o papel da comunidade na destinação adequada dos resíduos. Esses dados mostram a centralização das ações de logística reversa na administração municipal e destacam a necessidade de políticas educativas e de engajamento social que ampliem a participação da população, promovendo práticas sustentáveis e a eficácia da gestão ambiental urbana.

De acordo com a frequência das coletas realizadas pela municipalidade nas borracharias, 45% dos entrevistados informaram que estas ocorrem quinzenalmente. Por sua vez, 40% relataram uma periodicidade semanal, variando entre uma e duas vezes, o que pode ser atribuído às condições climáticas predominantes na região, como o elevado índice pluviométrico, que impacta a operacionalização do serviço. Por fim, 15% apontaram para uma coleta mensal.

Essa heterogeneidade nos intervalos de recolhimento e na responsabilidade pelo manejo dos pneus indica uma fragilidade na uniformização dos procedimentos de gestão de resíduos no município. Assim, observa-se a necessidade de revisão e aprimoramento das estratégias de logística reversa, visando otimizar a eficiência do sistema e mitigar os impactos ambientais e sanitários decorrentes do descarte inadequado.

3.2 Estratégias de coleta e reaproveitamento de pneus inservíveis

Segundo os dados da SEMOSP (Tabela 2), em 2019, o total de pneus coletados foi de 18.838 unidades, indicando o nível inicial da operação de recolhimento municipal. No ano seguinte, em 2020, houve um aumento expressivo na coleta, atingindo 87.480 pneus,

com crescimento de aproximadamente 364% em relação ao ano anterior. O aumento expressivo na coleta pode estar associado a diversas variáveis, como melhorias na eficiência dos processos de recolhimento, maior sensibilização pública sobre a destinação adequada de pneus ou fatores contextuais externos, como alterações no padrão de consumo ou o impacto da pandemia da COVID-19, que pode ter modificado a dinâmica dos resíduos gerados e coletados.

Já em 2021, a coleta apresentou redução, registrando 33.189 pneus recolhidos, equivalente a uma queda de aproximadamente 62% em relação ao ano de 2020. Essa diminuição pode refletir desafios operacionais, alterações no contrato com a empresa responsável pela coleta ou oscilações na geração e demanda de pneus descartados. No triênio analisado, a Prefeitura de São Luís coletou um total de 139.507 pneus, indicando a relevância do programa de logística reversa e a variabilidade na dinâmica de recolhimento desses resíduos ao longo dos anos (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de pneus recolhidos pela SEMOSP em São Luís (2019–2021).

Ano	Tipo de coleta	Carro pequeno	Carro médio	Carro grande	Total de pneus recolhidos
2019	Recolhimento caminhão	410	395	682	1.487
	Recolhimento empresas	11.973	456	4.922	17.351
	Total	12.383	851	5.604	18.838
2020	Recolhimento caminhão	44.054	17.891	11.194	73.139
	Recolhimento empresas	11.856	229	2.256	14.341
	Total	55.910	18.120	13.450	87.480
2021	Recolhimento caminhão	14.568	9.564	3.053	27.185
	Recolhimento empresas	4.221	0	1.783	6.004
	Total	18.789	9.564	4.836	33.189
Total geral		87.082	28.535	23.890	139.507

Fonte: Arquivos da SEMOSP São Luís, 2019–2021.

Esses dados reforçam a importância de compreender os fatores que influenciam a variação na coleta de pneus em programas de logística reversa, com o objetivo de garantir a continuidade e a eficácia das ações voltadas à gestão sustentável desses resíduos. A amplitude das oscilações evidencia a necessidade de estratégias integradas, incluindo educação ambiental, mecanismos de monitoramento e avaliação contínua, capazes de manter e ampliar os índices de recolhimento ao longo do tempo, minimizando os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de pneus.

No município de São Luís, Maranhão, existe um programa estruturado de logística reversa para o manejo dos pneus inservíveis, embora grande parte da população local ainda desconheça sua existência e funcionamento. A Prefeitura Municipal é responsável pela coordenação do recolhimento dos pneus em borracharias, encaminhando-os para unidades de destinação adequada localizadas em diferentes estados brasileiros, com o objetivo de minimizar a poluição causada pelo descarte irregular desses resíduos sólidos nas vias

públicas (Araújo *et al.*, 2015).

Diante dos registros recentes, o município de São Luís dispõe de 25 ecopontos em operação, distribuídos por diversos bairros e sob gestão da concessionária responsável, embora o contrato preveja a implantação de 30 unidades. Essas estruturas funcionam como pontos de entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos, oferecendo à população um local adequado para o descarte ambientalmente correto de materiais recicláveis (plásticos, metais, papel, papelão, vidro etc.) e volumosos (pneus, entulhos, móveis, sucatas), que não são recolhidos pela coleta domiciliar convencional. A iniciativa visa estimular a responsabilidade socioambiental e assegurar o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), assim como pela Lei Municipal nº 6.321/2018, no município de São Luís (PREFEITURA DE SÃO LUÍS, 2018; SULIP, 2025).

Desde a implementação do programa de logística reversa de pneus, em 1999, foram coletadas mais de 5,6 milhões de toneladas desse resíduo no Brasil. Em 2010, ano de divulgação do primeiro relatório de logística reversa de pneus pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Reciclanip ultrapassou sua meta de recolhimento em mais de 100%, registrando desempenho 112,9 mil toneladas acima do previsto (ANIP, 2021). Apenas em 2020, os fabricantes nacionais destinaram corretamente 380 mil toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a aproximadamente 42,2 milhões de unidades de pneus de automóveis de passeio (Reciclanip, 2021; ANIP, 2021; IBAMA, 2022).

Apesar desses avanços, o país ainda enfrenta um passivo ambiental, estimado em 332 milhões de quilos de pneus inservíveis cuja responsabilidade recai sobre os importadores, que não atingem integralmente as metas de recolhimento estabelecidas (ANIP, 2021). O cálculo dessas metas baseia-se na quantidade de pneus vendidos para reposição, sendo os índices definidos a nível nacional pelo IBAMA (Reciclanip, 2020).

A logística reversa de pneus está alinhada ao princípio do poluidor-pagador, previsto no Direito Ambiental, segundo o qual o agente poluidor, nesse caso as indústrias de pneumáticos, devem arcar integralmente com os custos e as medidas necessárias para prevenir, mitigar ou reparar os danos ambientais decorrentes de sua atividade. Contudo, na prática, observa-se que essa responsabilidade não é plenamente assumida, o que leva o poder público municipal a complementar as ações de coleta (Costa; De Araújo, 2022; Souza, 2024).

No município de São Luís, a Prefeitura realiza anualmente a coleta de pneus descartados de forma inadequada, removendo milhares de unidades das vias urbanas e reduzindo riscos à saúde pública. Em parceria com a Reciclanip, o material recolhido é encaminhado para usinas de fabricação de cimento em Feira de Santana, Bahia, promovendo a reinserção dos pneus no ciclo produtivo e diminuindo a pressão sobre aterros sanitários.

O monitoramento é fundamental para orientar melhorias no reaproveitamento de materiais e na destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos, como pneus inservíveis. Ele permite avaliar a eficácia das políticas públicas e identificar lacunas na implementação de práticas de logística reversa e economia circular. Essas ações contribuem para o alcance das metas da Agenda 2030 (ODS 11, 12, 13, 14 e 15), relacionadas à urbanização sustentável, consumo responsável e proteção ambiental. Ao reinserir resíduos no ciclo produtivo, o monitoramento promove desenvolvimento sustentável local e maior sensibilização socioambiental da população.

Embora iniciativas de recolhimento de pneus tenham ocorrido desde 2005, foi a partir da promulgação da Resolução CONAMA Nº. 416, em 2009, que o programa de logística reversa passou a ser implementado de forma sistemática e coordenada. Essa normativa

estabeleceu diretrizes claras para a coleta, transporte e destinação ambientalmente adequada dos pneus inservíveis, promovendo maior efetividade e controle dos processos envolvidos (CONAMA, 2009).

Dessa forma, assegurou-se não apenas o recolhimento dos pneus inservíveis, mas também sua triagem, armazenamento e destinação ambientalmente adequada, conforme padrões técnicos e normativos vigentes. Esse processo possibilita sua reinserção segura no ciclo produtivo ou a disposição final controlada. Além disso, reduz riscos de contaminação do solo e da água, bem como a proliferação de vetores e a emissão de poluentes. Ao favorecer a valorização material dos resíduos, fortalece-se a gestão integrada e os princípios da economia circular. Assim, contribui-se de maneira efetiva para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado (Araújo, 2015).

A análise dos pontos de coleta de pneus em São Luís sinaliza uma distribuição espacial desigual, com efeitos diretos na eficiência da logística reversa e na mitigação de riscos ambientais. Segundo o Relatório de Pneumáticos do IBAMA (2024), a cidade possui sete pontos cadastrados, totalizando 8.668 pneus. Bairros como Vila Embratel, Pedrinhas e o Centro concentram a maior parte dessa capacidade (2.000 a 2.300 pneus), enquanto Calhau, Cohama e Jardim São Cristóvão apresentam capacidade muito reduzida (20 a 24 pneus), favorecendo o acúmulo de pneus em áreas vulneráveis e potencializando riscos ambientais e sanitários (Figura 6).

Figura 6. Capacidade total de pneumáticos inservíveis em 2024 no Maranhão.

Maranhão				
Estado	Município	Endereço	Bairro	Capacidade (un)
CAPACIDADE TOTAL DO ESTADO				25.598
MA	ACAILÂNDIA(*)	AVENIDA BERNARDO SAYÃO, 1654	CENTRO	2.000
MA	ACAILÂNDIA(*)	AV. SANTA LUÍZA, S/N - KM 3,5 (ROD. BR 222)		2.000
MA	CAXIAS(*)	RODOVIA BR-316, S/N	VILA DNER	2300
MA	CODOÓ(*)	AVENIDA SANTOS DUMONT, S/N - ANTIGO CIBRAZEM	SÃO SEBASTIÃO	2000
MA	IMPERATRIZ(*)	RUA SÃO JOSÉ DE RIBAMAR, 1266	VILA LOBÃO	1000
MA	IMPERATRIZ(*)	RODOVIA BR-010, 51	JARDIM TROPICAL	30
MA	IMPERATRIZ(*)	RODOVIA BR-010, S/N BR 010 1197 KM 1342	CENTRO	2300
MA	PACO DO LUMIAR(*)	ESTRADA DE RIBAMAR, KM 5, 35 - (SENTIDO PAÇO DO LUMIAR X SÃO JOSÉ)		1000
MA	SÃO JOSÉ DE RIBAMAR(*)	ESTRADA DE RIBAMAR, KM 5, 33		2000
MA	SÃO LUÍS(*)	AVENIDA DOS PORTUGUESES, S/N	VILA EMBRATTEL	2300
MA	SÃO LUÍS(*)	AVENIDA ENGENHEIRO EMILIANO MACIEIRA, 12	PEDRINHAS	2000
MA	SÃO LUÍS(*)	AVENIDA DOS HOLANDESES, 9	CALHAU	24
MA	SÃO LUÍS(*)	AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE, 52	COHAMA	24
MA	SÃO LUÍS(*)	AVENIDA PEDRO II, S/N	CENTRO	2300
MA	SÃO LUÍS(*)	RUA DA CRUZ, 262	CENTRO	2000
MA	SÃO LUÍS(*)	AVENIDA GUAJAJARAS, 03 - QD 91	JARDIM SÃO CRISTÓVÃO	20
MA	TIMON(*)	AVENIDA PRESIDENTE MÉDICI - L IMPAR, 5425	CAJUEIRO	2300

Fonte: IBAMA (2024).

Essa concentração desigual implica na proliferação de vetores de doenças (arbovírus) como Dengue, Zika e Chikungunya, além de aumentar a possibilidade de incêndios e contaminação do solo e das águas (IBAMA, 2024). Para otimizar a logística reversa, recomenda-se expandir a capacidade dos pontos existentes, implantar novos locais em bairros menos atendidos e engajar borracheiros, comerciantes e população. O monitoramento contínuo e a padronização dos pontos, conforme orientações do IBAMA (2024), são fundamentais para garantir que a infraestrutura instalada se traduza em recolhimento efetivo de pneus, promovendo a sustentabilidade ambiental e a saúde pública.

Nesse contexto, é fundamental reconhecer que a remoção de pneumáticos inservíveis constitui ação prevista em legislação específica, concebida para subsidiar a gestão dos espaços urbanos e fomentar a sensibilização socioambiental. Tal medida insere-se em uma perspectiva de sustentabilidade que integra dimensões sociais, econômicas e técnicas, estimulando os atores envolvidos a atuarem como referências nas áreas em que estão inseridos. Trata-se, portanto, de um instrumento orientado tanto ao fortalecimento do desenvolvimento social quanto à promoção do reaproveitamento de pneus já utilizados e descartados, em conformidade com os princípios da logística reversa e da gestão ambiental responsável (Dos Santos; Guimarães, 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo possibilitou analisar as práticas de gerenciamento e reaproveitamento de pneus inservíveis no município de São Luís, destacando a importância de estratégias sustentáveis para o tratamento adequado de resíduos sólidos. Embora os borracheiros reconheçam a relevância da reciclagem para a mitigação dos impactos ambientais associados ao descarte de pneus, essa percepção não se converte em práticas efetivas no cotidiano operacional das oficinas. Ademais, constatou-se que a maioria dos proprietários desconhece a composição química dos pneus, inclusive a presença de substâncias potencialmente tóxicas, implicando riscos à saúde pessoal e ao meio ambiente. Esses achados reforçam a necessidade de programas de sensibilização, capacitação e disponibilização de pontos de coleta acessíveis à população, de modo a favorecer decisões ambientalmente adequadas.

No contexto legal, a legislação ambiental brasileira estabelece normas claras para a gestão de pneumáticos inservíveis; contudo, a persistência do descarte inadequado em São Luís evidencia fragilidades na fiscalização e limitações na efetividade dos programas de coleta, assim como na operacionalização da logística reversa. A investigação realizada junto à SEMOSP indicou variações significativas na coleta de pneus entre 2019 a 2021, totalizando 139.507 unidades recolhidas no período. Notou-se que a integração entre o poder público e iniciativas privadas, como a Reciclanip, favorece a destinação adequada desses resíduos, promovendo a reinserção no ciclo produtivo e reduzindo impactos sobre aterros sanitários. Os resultados permitem identificar tanto avanços quanto lacunas operacionais, com destaque para a manutenção contínua dos programas de logística reversa e a ampliação de pontos de coleta.

Dessa forma, a implementação articulada e eficaz de sistemas de reaproveitamento de pneus, promovida pela cooperação entre o poder público e a sociedade civil, configura-se como estratégia indispensável para minimizar impactos ambientais e sanitários. A gestão adequada desses materiais possui potencial para gerar emprego e renda, fortalecer a economia circular e promover o desenvolvimento sustentável local, em conformidade com as políticas públicas ambientais vigentes. Recomenda-se expandir estratégias de educação ambiental, avaliar impactos socioambientais e epidemiológicos e propor políticas públicas integradas que consolidem práticas sustentáveis e garantam o manejo eficiente dos pneus inservíveis no município.

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), à Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis (PROEXAE), ao Laboratório de Biologia Vegetal e Marinha (LBVM), aos borracheiros participantes e a todos os voluntários que colaboraram com o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente). **Brasil recicla apenas 4%, mas importa lixo para a indústria**. São Paulo: Abrema, 19 set. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/09/19/brasil-recicla-apenas-4-mas-importa-lixo-para-a-industria/>. Acesso em: 23 fev. 2026.
- ALMUSAED, A.; YITMEN, I.; MYHREN, J. A.; ALMSSAD, A. Assessing the impact of recycled building materials on environmental sustainability and energy efficiency: a comprehensive framework for reducing greenhouse gas emissions. **Buildings**, v. 14, n. 6, p. 1566, 2024.
- ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos). História do pneu: quase 200 anos de tecnologia. 2018. Disponível em: <https://www.anip.org.br/historia-e-fabricacao/>. Acesso em: 11 ago. 2025.
- ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos). Indústria nacional de pneumáticos coletou mais de 80 mil toneladas de pneus inservíveis no Estado de São Paulo em 2020. 2021. Disponível em: <https://www.anip.org.br/releases/industria-nacional-de-pneumaticos-coletou-mais-de-80-mil-toneladas-de-pneus-inserviveis-no-estado-de-sao-paulo-em-2020/>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- ARAÚJO, S. J. S.; SILVA, N. D. S.; MELO, J. P. D.; LIMA, E. V. Análise do sistema de logística reversa de pneus na cidade de São Luís – MA. **Anais**. In: XXII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/18284163/An%C3%A1lise_do_sistema_de_log%C3%ADstica_reversa_de_pneus_na_cidade_de_S%C3%A3o_Lu%C3%ADs_MA. Acesso em: 16 jul. 2025.
- AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G. D. *et al.* Conduas para proteger o futuro do planeta. **Boletim Informativo – AGA UEMA**, São Luís, v. 3, n. 3, p. 163, 2020.
- BEHERA, U. S.; PODDAR, S.; BYUN, H. S. An integrated approach to waste tire pyrolysis for value-added products: process optimization and a comprehensive economic study for scalability. **Sustainable Energy & Fuels**, v. 9, n. 15, p. 4103-4124, 2025.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: Poder Executivo, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 23 fev. 2026.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-projetos-acoes-obras-atividades/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf. Acesso em: 12 ago. 2025.
- BRASIL. **Mulheres no mercado de trabalho**: uma evolução constante rumo à igualdade. Ministério do Trabalho e Emprego, 28 mar. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Marco/mulheres-no-mercado-de-trabalho-uma-evolucao-constante-rumo-a-igualdade>. Acesso em: 24 fev. 2026.
- CAMÕES, F. B.; DA SILVA, R. F. Gestão de resíduos sólidos e seu impacto na qualidade de vida: Caso de estudo do Bairro Torrone Velho (Quelimane–Moçambique). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 3, 2023.
- ĆETKOVIĆ, J.; LAKIĆ, S.; ŽARKOVIĆ, M.; VUJADINOVIĆ, R.; KNEŽEVIĆ, M.; ŽIVKOVIĆ, A.; CVIJOVIĆ, J. Environmental benefits of air emission reduction in the waste tire management practice. **Processes**, v. 10, n. 4, p. 787, 2022.
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999**: dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 26 ago. 1999. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=17830. Acesso em: 23 fev. 2026.
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução N°. 258, de 26 de agosto de 1999. Dis-

ponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>. Acesso em: 23 fev. 2026. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução N°. 416, de 30 de setembro de 2009. Brasília, n. 188, p. 64-65, 2009. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=597. Acesso em: 23 fev. 2026.

COSTA, João Evangelista Batista Fróes; DE ARAÚJO, Paulo Sérgio Rodrigues. Logística reversa de pneus pós consumo na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos–SE-BA. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e19711528018-e19711528018, 2022.

DABIC-MILETIC, S.; SIMIC, V. Smart and sustainable waste tire management: decision-making challenges and future directions. **Decision Making Advances**, v. 1, n. 1, p. 10-16, 2023.

DE SOUZA, F. R. Reciclagem de Pneus Inservíveis em Valinhos: Um estudo de caso com uma Abordagem Sustentável na Gestão da Cadeia de Suprimentos. **Revista Eniac Pesquisa**, v. 14, n. 1, p. 227-246, 2025.

DOS SANTOS, S. C.; GUIMARÃES, S. C. P. O problema dos pneumáticos em Rondônia: impactos ao meio ambiente em Porto Velho. **Revista Geonorte**, v. 12, n. 39, p. 238-252, 2021. DOI: 10.21170/geonorte.2021.12.39.238-252. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/download/8070/6660>. Acesso em: 23 fev. 2026.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Reciclagem de pneus inservíveis: avanços, aplicações e perspectivas no Brasil. Embrapa Meio Ambiente, 3 out. 2025 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/103505979/artigo---reciclagem-de-pneus-inserviveis-avancos-aplicacoes-e-perspectivas-no-brasil>. Acesso em: 23 fev. 2026.

FERREIRA, L. S. Masculinidade, trabalho e modo de vida: a identidade do mecânico automotivo. **Revista Periódicus**, v. 3, n. 16, p. 133-155, 2021. Disponível: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaperiodicus/article/view/35972>. Acesso em: 10 ago. 2025.

HARIRAM, N. P.; MEKHA, K. B.; SUGANTHAN, V.; SUDHAKAR, K. Sustainability: An integrated socio-economic-environmental model to address sustainable development and sustainability. **Sustainability**, v. 15, n. 13, p. 10682, 2023.

IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Pneumáticos inservíveis. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/pneumaticos-inserviveis#:~:text=O%20Relat%C3%B3rio%20de%20Pneum%C3%A1ticos:%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%20n%C2%BA%20416/2009%20%C3%A9,30%20de%20setembro%20de%202009>. Acesso em: 10 ago. 2025.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Relatório de Pneumáticos Inservíveis 2024. Brasília: IBAMA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/arquivos/relatoriopneumaticos/20250410_Anexo_23022971_Relatorio_Pneumatico_2024.pdf. Acesso em: 13 ago. 2025.

JOHANNESSEN, C.; LIGGIO, J.; ZHANG, X.; SAINI, A.; HARNER, T. Composition and transformation chemistry of tire-wear derived organic chemicals and implications for air pollution. **Atmospheric Pollution Research**, v. 13, n. 9, p. 101533, 2022.

LEE, Y. G. Integrating Circular Economy and Laudato Si': A Christian Framework for Sustainable Development and Environmental Stewardship. **Religions**, v. 16, n. 3, p. 326, 2025.

LIMA, A. M. D. Reciclagem química passada a limpo. **Plásticos em Revista**, 11 nov. 2024. Disponível em: <https://plasticosemrevista.com.br/reciclagem-quimica-passada-a-limpo/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

MARANHÃO. **Lei Ordinária nº 11.326, de 2020**. Estabelece a obrigatoriedade da implantação de logística reversa no Estado do Maranhão para recolhimento dos produtos que especifica e dá outras providências. São Luís, MA, 2020. Disponível em: <https://iframe.leisestaduais.com.br/ma/lei-ordinaria-n-11326-2020-maranhao-estabelece-a-obrigatoriedade-da-implantacao-de-logistica-reversa-no-estado-do-maranhao-para-recolhimento-dos-produtos-que-especifica-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 23 fev. 2026.

- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Consumo sustentável: manual de educação**. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/IDEC, 2005.
- MONTAGNER, C. C.; DIAS, M. A.; PAIVA, E. M.; VIDAL, C. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química nova**, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, 2021.
- OBEROI, P. Recycling of materials for sustainable development: Reasons, approaches, economics, and stakeholders of recycling. In: **Responsible Consumption and Production**. Cham: Springer International Publishing, p. 581-591, 2022.
- ODS BRASIL (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Indicadores brasileiros para os objetivos de desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- OLIVEIRA NETO, G. C. D.; CHAVES, L. E. C.; PINTO, L. F. R.; SANTANA, J. C. C.; AMORIM, M. P. C.; RODRIGUES, M. J. F. Economic, environmental and social benefits of adoption of pyrolysis process of tires: A feasible and ecofriendly mode to reduce the impacts of scrap tires in Brazil. **Sustainability**, v. 11, n. 7, p. 2076, 2019.
- PEREIRA, R. R.; PAULA, H. M. D.; BONFIM, W. B.; SILVA, I. D. A. C. E.; PINTO, H. S. D. Reciclagem de borracha de pneu e resíduo de concreteira na produção de tijolos de concreto: dosagem e otimização. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, n. 03, p. e13027, 2021.
- PINHEIRO, K. C.; DA ROCHA, S. M. Política Nacional de Resíduos Sólidos e Gestão Pública Ambiental. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 12, n. 3, 2022.
- PINTO, A. R. M.; LESCANO, C. A. A.; MOLINA, E. F.; PLACCA, J. A.; GOMES, P. C.; SILVA, W. A. Gerenciamento de pneus inservíveis: estudo da reciclagem e destinação. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 6, 2017. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/meioAmbiente/article/download/485/432>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- POMPEU, A. M. *et al.* Descarte de pneus inservíveis em Maceió/AL: ameaças e oportunidades ao desenvolvimento local. **Caderno de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 3, p. 37, 2019.
- POULOSE, N. Advancing sustainability through tire recycling innovations. **International Journal of Automotive Science And Technology**, v. 9, n. 3, p. 325-342, 2025.
- PREFEITURA DE SÃO LUÍS. Ecopontos. 2025. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/ecopontos>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- RECICLANIP. Indústria nacional de pneumáticos coletou mais de 380 mil toneladas de pneus inservíveis em todo o Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/noticia/industria-nacional-de-pneumaticos-coletou-mais-de-380-mil-toneladas-de-pneus-inserviveis-em-todo-o-brasil/>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- RECICLANIP. Volumes de pneus destinados. 2020. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/destinados/>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- RIBEIRO, S. P. *et al.* Reaproveitamento de pneus inservíveis na produção de camas para animais. **Revista Práticas em Extensão**, São Luís, v. 5, n. 1, p. 820-931, 2021. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/praticasemextensao/article/view/2610>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- SEMA MA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão). Superintendência de Gestão de Resíduos. 2021. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/superintendencias>. Acesso em: 13 ago. 2025.
- SILVA, L. F. D.; FERREIRA, A. E. D. M. Práticas metodológicas para o ensino de gestão de resíduos sólidos. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v.7, n. 23, 2021. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/3303/2803>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos). Logística reversa. 14 mar. 2018.
- SOUSA, M. L. O.; OLIVEIRA, K. C. D. S. Disparidades de gênero e a participação feminina no mercado

de trabalho brasileiro: análise regional e setorial de 2011 a 2021. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 22, n. 2, p. 49-64, 2025.

SOUZA, A. D. A. S. **A logística reversa e a responsabilidade objetiva dos geradores de resíduos no Brasil**. In: SOUZA, Fátima Luiza Frasson da Silva et al. (org.); EPIFÂNIO, Izabelle et al. (org.). Direitos humanos e fundamentais: abordagens de temas emergentes. Florianópolis, SC: Prisma Editorial, v. 1, p. 30, 2024.

SULIP (Superintendência de Limpeza Pública). Qual a localização dos ecopontos?. 2025. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/qual-a-localizacao-dos-ecopontos---sulip/>. Acesso em: 12 ago. 2025.

VIEIRA, E. M. D. S.; SILVA, M. A. S.; SILVA, A. C. D.; GUEDES, M. J. F. Arranjos Regionais para a disposição final de resíduos sólidos: estudo de caso do Estado da Paraíba. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, p. e20230016, 2024.