

RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE URBANA: o desafio da logística reversa dos pneus inservíveis

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da geração de resíduos sólidos tornou-se um dos maiores desafios para a sustentabilidade urbana. A urbanização intensa, somada ao aumento do consumo, amplia expressivamente o volume de resíduos produzidos, que, quando descartados de modo inadequado, comprometem a qualidade ambiental e a saúde pública. Em 2022, o Brasil gerou cerca de 77,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (SINIR, 2023), evidenciando um problema que extrapola fronteiras regionais e desafia gestores públicos em diferentes escalas de governo.

Esse aumento de resíduos está diretamente ligado ao crescimento populacional e à concentração em áreas urbanas, fenômeno que, segundo o IBGE (2022), supera a capacidade de adaptação das infraestruturas de coleta, tratamento e destinação. O manejo ineficiente acarreta consequências ambientais, sociais e econômicas. O descarte irregular sobrecarrega os aterros, acelera a escassez de recursos naturais e intensifica a poluição do ar, da água e do solo (Duarte *et al.*, 2019). Em cidades de médio porte, essa realidade se agrava, pois a expansão da geração de resíduos não é acompanhada pelo fortalecimento das estruturas de gestão (Tavares, 2023).

Entre os resíduos de maior impacto destaca-se o pneu inservível, cuja decomposição é extremamente lenta e que cria ambientes propícios ao acúmulo de água, favorecendo a proliferação de mosquitos transmissores de doenças como dengue, zika e chikungunya (Lourenço; Rodrigues, 2017). Tal resíduo representa, portanto, não apenas um problema ambiental, mas também um risco direto à saúde pública, com reflexos econômicos significativos, como o aumento de custos com tratamentos médicos e a perda de produtividade de trabalhadores infectados.

Reconhecendo esse potencial de risco, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída através da Lei 12.305/2010, incluiu os pneumáticos entre os produtos sujeitos à logística reversa. Essa política determina que fabricantes, importadores, comerciantes e consumidores compartilhem responsabilidades para garantir coleta, transporte e destinação final adequada. De acordo com o Anuário da Reciclagem (2018), a logística reversa — definida como o conjunto de ações que reintegram resíduos pós-consumo ao ciclo produtivo — busca reduzir a extração de matérias-primas virgens, fomentar a economia circular e minimizar os impactos ambientais.

Apesar dos avanços normativos, a implementação da logística reversa de pneus enfrenta barreiras persistentes. A insuficiência de pontos de coleta, a baixa fiscalização, as dificuldades de transporte para centros de reciclagem e os custos elevados limitam a eficácia do processo. Soma-se a isso a carência de conscientização de comerciantes e consumidores, dificultando a plena internalização do princípio da responsabilidade compartilhada previsto em lei e comprometendo os resultados esperados de sustentabilidade e economia circular.

Diante desse cenário, a pesquisa busca responder à seguinte questão: **como a logística reversa de pneus inservíveis se configura como instrumento para a gestão sustentável de resíduos sólidos em cidades médias brasileiras?** Assim, o objetivo do estudo é investigar a logística reversa de pneus inservíveis como mecanismo de gestão sustentável de resíduos, descrevendo suas práticas, avanços e limitações, e oferecendo um diagnóstico que evidencie os principais desafios e perspectivas desse processo em contextos urbanos de médio porte.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A logística reversa tornou-se pilar da gestão sustentável de resíduos e da economia circular, indo além da simples coleta e transporte de descartes. É uma estratégia de desenvolvimento

econômico e social que reintegra resíduos ao ciclo produtivo, reduz a pressão sobre os recursos naturais e cria novas oportunidades de geração de valor. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) reconhece a logística reversa como instrumento de corresponsabilidade entre Estado, empresas e sociedade, garantindo a destinação ambientalmente adequada de produtos pós-consumo e fortalecendo políticas de sustentabilidade (Guarnieri, 2016).

Mais que ferramenta ambiental, a logística reversa tornou-se elemento de competitividade e reputação corporativa. Garcia *et al.* (2019) mostram que sua adoção agrega valor econômico, fortalece a imagem institucional e garante o cumprimento da legislação. Santos, Botinha e Leal (2013) destacam que a prática amplia o ciclo de vida dos produtos e possibilita a recuperação de insumos. Rocha *et al.* (2019) reforçam que, além de ganhos ambientais, ela gera impactos econômicos e sociais relevantes, criando novas cadeias produtivas e estimulando a cultura de responsabilidade compartilhada.

Segundo o Instituto Brasileiro de Energia Renovável – IBER (2024), a logística reversa é um sistema de retorno de materiais do consumidor final para os elos anteriores da cadeia produtiva, reduzindo os impactos do descarte inadequado. Esse modelo aproxima-se do conceito de economia circular, que busca estender o ciclo de vida dos produtos com reutilização, remanufatura e reciclagem. Guarnieri (2016) observa que a prática induz mudanças no comportamento de consumidores e empresas, ampliando a consciência sobre os impactos socioambientais do consumo.

A destinação de pneus inservíveis é um exemplo emblemático. De acordo com a Reciclanip (2019), cerca de 70% dos pneus coletados no Brasil são coprocessados em cimenteiras, substituindo o coque de petróleo. O uso de pó de borracha em asfalto aumenta a durabilidade das vias e reduz ruídos, e outras aplicações incluem pisos industriais, percintas para móveis, solas de calçados e dutos pluviais. Para Novaes (2021), transformar passivos ambientais em insumos de alto valor agregado comprova a importância da logística reversa para a economia circular.

Os benefícios da logística reversa de pneus extrapolam a dimensão ambiental, gerando emprego, renda e desenvolvimento econômico local. A Reciclanip (2019) destaca que a prática evita que materiais de difícil decomposição sejam descartados em aterros ou em locais inadequados, reduzindo a proliferação de vetores de doenças e a poluição de solos e águas. Rocha *et al.* (2019) destacam que essa dupla contribuição – mitigação de impactos e estímulo a cadeias produtivas – reforça sua relevância para políticas de sustentabilidade e para economias regionais mais inclusivas.

Apesar dos fundamentos teóricos consolidados, estudos em cidades médias revelam obstáculos à implementação. Ferraz e Zorzo (2020) identificaram, na Região Metropolitana de Campinas, falhas de infraestrutura e escassez de pontos de coleta, mesmo diante da Resolução CONAMA nº 416/2009. Em Iporá (GO), Leal *et al.* (2021) verificaram que 52% dos pneus são descartados irregularmente e apenas 24% seguem para reciclagem. Embora haja iniciativas como o uso de pneus reciclados em barreiras contra erosão, 73% das empresas desconheciam os serviços de descarte dos fabricantes. Duarte *et al.* (2019) defendem sistemas integrados de reaproveitamento e campanhas de educação ambiental.

Santos (2021) constatou, na região metropolitana de Goiânia, que a inexistência de ecopontos obriga comerciantes a enviar pneus para outras cidades, encarecendo o processo. Viotti *et al.* (2022) apontaram, no Médio Paraíba do Sul, ausência de legislação municipal específica e fiscalização, revelando a distância entre avanços normativos nacionais e realidade local (Figueiredo, 2023). Em Guanambi (BA), Mota *et al.* (2023) observaram desconhecimento da legislação e falta de práticas estruturadas de descarte. Essa carência de informação e infraestrutura compromete a gestão local, evidenciando, conforme Domingues, Guarnieri e Streit (2016), a necessidade de orientação, fiscalização e apoio logístico.

A Reciclanip destaca-se como referência nacional. Criada em 2007 pelos fabricantes de pneus, já recolheu mais de 5,9 milhões de toneladas até 2022 em mais de mil pontos de coleta (ANIP,

2019). Para Duarte *et al.* (2019), quando bem coordenada, a logística reversa reduz impactos ambientais e cria cadeias produtivas que fortalecem a economia circular, evidenciando o potencial de parcerias público-privadas.

Apesar da base legal sólida e dos benefícios comprovados, persistem entraves estruturais e de mobilização social que limitam a plena efetividade da logística reversa. Para que pneus inservíveis deixem de ser passivos e se tornem ativos produtivos, é essencial integrar governo, setor privado e sociedade (Guarnieri, 2016; IBER, 2024). Somente com a consolidação da economia circular será possível gerar benefícios ambientais, econômicos e sociais em escala urbana sustentável.

3 METODOLOGIA

A pesquisa, de caráter exploratório, combinou abordagens qualitativa e quantitativa para compreender a gestão da logística reversa de pneus inservíveis em um município de médio porte. Segundo Prodanov e Freitas (2013), esse tipo de investigação é indicado para temas pouco estudados, permitindo interpretar fenômenos a partir de significados e padrões. A vertente qualitativa buscou captar percepções e práticas de atores da gestão de resíduos, enquanto a quantitativa, de amostragem não probabilística por conveniência, quantificou aspectos do descarte de pneus (Creswell; Creswell, 2017). Adotou-se o estudo de caso único (Yin, 2015), com duas unidades de análise: comerciantes de pneus e representantes da gestão pública de Vitória da Conquista/BA. Essa estratégia possibilitou examinar fenômenos complexos em contexto específico (Prodanov; Freitas, 2013).

A coleta de dados combinou entrevistas semiestruturadas e questionários fechados para compreender a destinação de pneus inservíveis. A entrevista foi aplicada a um representante da gestão pública para identificar o papel institucional na logística reversa e detalhar as práticas adotadas. O questionário, direcionado aos comerciantes de pneus, investigou práticas de descarte, conhecimento da legislação e percepção sobre a logística reversa, sendo adequado para coleta rápida em uma amostra não probabilística e com empresas geograficamente dispersas. Essa combinação de técnicas complementares favoreceu a triangulação dos dados e assegurou maior consistência analítica para os objetivos da pesquisa.

Os dados foram organizados e tratados com a técnica de análise de conteúdo, que permite compreender comunicações e extrair inferências (Bardin, 2016). Essa abordagem possibilitou codificar e categorizar as informações, oferecendo representações visuais que facilitaram a interpretação e a inferência de resultados (Nunes *et al.*, 2017). A população da pesquisa abrangeu 139 empresas do comércio de pneus em Vitória da Conquista/BA, conforme a Inspeção Geral de Renda da Secretaria Municipal de Finanças. A amostra foi composta por 15 estabelecimentos localizados nas Avenidas Régis Pacheco, Brumado e Alagoas, selecionados por conveniência e relevância; oito empresas responderam ao questionário. Essa amostra representa uma fração significativa para o contexto local e permite análise consistente dos resultados.

A escolha do município justifica-se por sua importância regional e características urbanas que intensificam a geração de resíduos, especialmente pneus inservíveis. Localizado no sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista tem população estimada em 394.024 habitantes para 2024 (IBGE, 2023), PIB per capita de R\$ 23.907,93 (2021) e IDHM de 0,678 (2010). Segundo o Departamento Estadual de Trânsito da Bahia (DETRAN), a frota local é de 196.470 veículos registrados, reforçando a relevância do município para a análise da eficácia da logística reversa em contextos urbanos de médio porte. Esses indicadores demonstram a necessidade de políticas eficazes para o manejo de pneus inservíveis e para a adequação às normas de sustentabilidade urbana.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise das entrevistas com a engenheira sanitária e dos questionários aplicados aos comerciantes de pneus, com base em Bardin (2016), evidencia avanços pontuais, mas também limitações estruturais e operacionais que comprometem a efetividade da logística reversa de pneus inservíveis e o alinhamento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e da Resolução CONAMA nº 416/2009. No âmbito da gestão pública, a parceria com a Reciclanip, vigente há mais de onze anos, garante coletas mensais, porém depende do acúmulo de pneus para o carregamento de carretas e carece de protocolos formais, como a pesagem precisa. Essa fragilidade compromete a rastreabilidade e a confiabilidade dos dados, confirmando as limitações já apontadas por Ferraz e Zorzo (2020), Viotti *et al.* (2022) e Mota *et al.* (2023).

A infraestrutura apresenta carências críticas: a ausência de balança no aterro e de sistemas informatizados inviabiliza o controle quantitativo e a rastreabilidade, em desacordo com o princípio de eficiência da PNRS. Registros manuais e a carência tecnológica, identificados também por Santos (2021) e por Arantes, Santos e Silva (2023), dificultam a implementação eficaz da logística reversa e reduzem as oportunidades de geração de emprego e renda ligadas à economia circular, como observa Ferreira *et al.* (2024). No campo do controle sanitário, os pneus são armazenados a céu aberto, em desacordo com a Resolução CONAMA 416/2009, e mesmo com a aplicação de larvicidas persiste o risco de proliferação do *Aedes aegypti*.

A ausência de pontos de coleta cobertos e descentralizados agrava os riscos sanitários e ambientais, como já descrevem Duarte *et al.* (2019), Lourenço e Rodrigues (2017) e Figueiredo (2023). Situação semelhante foi constatada em Iporá (GO) por Leal *et al.* (2021), onde o desconhecimento da legislação e o descarte irregular dificultam o controle de doenças. Assim, embora a parceria com a Reciclanip represente um avanço, persistem barreiras operacionais, de infraestrutura e de saúde pública, de modo que a efetividade da logística reversa depende de governança integrada, investimentos em infraestrutura e políticas de educação ambiental para que os pneus deixem de ser um passivo de alto risco e se tornem ativos econômicos, em consonância com os princípios da PNRS.

Do ponto de vista dos comerciantes de pneus, os dados dos questionários revelam um cenário igualmente desafiador. Nas práticas de descarte, metade dos clientes não retorna ao ponto de venda para devolver pneus usados e a outra metade o faz apenas esporadicamente, o que enfraquece a corresponsabilidade prevista em lei. Embora a maioria dos comerciantes declare aderir à logística reversa, muitos relatam nunca ter recebido a coleta municipal, evidenciando uma descontinuidade já observada por Ferraz e Zorzo (2020) e Mota *et al.* (2023). No que diz respeito ao conhecimento legal e à conscientização ambiental, a maioria desconhece as normas que regulamentam o descarte de pneus.

Apenas um entrevistado declarou conhecer essas normativas, comprometendo o princípio da responsabilidade compartilhada. Esse déficit, identificado também por Leal *et al.* (2021) e Domingues, Guarnieri e Streit (2016), reforça a necessidade de programas permanentes de educação ambiental e capacitação técnica para ampliar a efetividade da gestão de resíduos. A relação com o poder público revela um quadro ambíguo: parte dos comerciantes relata receber serviços municipais de coleta, enquanto outros denunciam a ausência de visitas ou de recolhimento, mesmo com a existência de roteiros formais. Essa falha de comunicação institucional e desarticulação entre os atores, descrita também por Santos (2021), compromete a cobertura dos serviços e enfraquece a logística reversa em escala municipal.

Quanto à infraestrutura e às condições de armazenamento, embora a maioria dos comerciantes utilize espaços cobertos para guardar pneus inservíveis, ainda ocorrem casos de armazenamento a céu aberto, em desacordo com a legislação vigente e com riscos à saúde pública,

favorecendo a proliferação de vetores como o *Aedes aegypti*, como apontam Duarte *et al.* (2019) e Lourenço e Rodrigues (2017). A manutenção desse tipo de descarte irregular confirma os desafios identificados por Mota *et al.* (2023) em Guanambi/BA, onde a ausência de fiscalização e de infraestrutura compromete a efetividade da logística reversa e potencializa os riscos sanitários em ambientes urbanos.

Em conjunto, os resultados revelam que a efetividade da logística reversa de pneus inservíveis depende não apenas de iniciativas nacionais como a Reciclanip, destacada positivamente por Ferraz e Zorzo (2020), mas também de planejamento local, educação ambiental e engajamento dos atores econômicos. A carência de conhecimento legal, a descontinuidade da coleta e as falhas na comunicação com o poder público confirmam os entraves relatados na literatura e reforçam que, sem políticas consistentes de educação e investimentos em infraestrutura, o potencial da logística reversa como instrumento de sustentabilidade ambiental e econômica permanece limitado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou a logística reversa de pneus inservíveis como instrumento de gestão sustentável de resíduos em uma cidade de porte médio, identificando avanços e limitações na aplicação da política pública. Embora exista um sistema estruturado de coleta e destinação, persistem fragilidades que comprometem a eficiência do processo e sua plena adequação às normas ambientais.

A parceria com a Reciclanip e a regularidade das coletas representam um avanço, mas falhas operacionais reduzem a eficácia do sistema. Destacam-se a infraestrutura precária, a falta de controle quantitativo das cargas, a carência de pontos de coleta cobertos e descentralizados e o armazenamento a céu aberto, que comprometem a rastreabilidade e ampliam riscos sanitários, como a proliferação de vetores.

Entre os comerciantes, observa-se baixo conhecimento das normas legais e participação limitada e desigual na logística reversa, reflexo da escassez de ações de educação ambiental e da descontinuidade dos serviços públicos de coleta. Essa situação revela fraca articulação entre os diferentes atores da cadeia, o que enfraquece a corresponsabilidade prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos e dificulta o cumprimento de seus princípios de sustentabilidade e compartilhamento de responsabilidades.

A literatura reforça que a efetividade da logística reversa depende de três pilares centrais: infraestrutura técnica e operacional adequada, educação e conscientização ambiental contínuas e planejamento estratégico que integre setores público e privado. A ausência ou fragilidade desses elementos compromete a gestão ambiental dos resíduos e limita a geração de valor econômico e social que a economia circular pode proporcionar.

O estudo tem como principal limitação o recorte local e a restrição da amostra a agentes institucionais e comerciais diretamente envolvidos no tema, indicando a necessidade de pesquisas que incluam consumidores finais, catadores e outros elos da cadeia produtiva, além de comparações com municípios de porte semelhante em diferentes regiões do país.

Recomenda-se que o poder público invista na criação de pontos de coleta cobertos e informatizados, promova programas permanentes de educação ambiental e capacitação legal para o setor comercial e desenvolva soluções regionais para o reaproveitamento local dos pneus. Integrar essas ações às políticas de desenvolvimento sustentável e inclusão produtiva é fundamental para consolidar a logística reversa como ferramenta eficaz de gestão de resíduos, proteção ambiental e promoção da justiça socioeconômica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, poder executivo, Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 07 de dez. de 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 416 de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências, Revoga as Resoluções 258 de 1999 e 301 de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 188, 01 Out. 2009. Disponível em:<http://ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1018&Item. Acesso em: 20 de dez. de 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

GUARNIERI, P. Logística reversa: desafios e oportunidades no Brasil e no mundo. **ReGIS – Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 11–16, jun. 2016.

SANTOS, L. A. A.; BOTINHA, R. A.; LEAL, E. A. A contribuição da logística reversa de pneumáticos para a sustentabilidade ambiental. **RACE – Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 12, n. 2, p. 339–370, jul./dez. 2013.

RECICLANIP – **O ciclo Sustentável do Pneu**. 2019. Disponível em:<<http://www.reciclanip.org.br/formas-de-destinacao/principais-destinacoes/>>. Acesso em: 20 de abril de 2025.

SINIR. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2023: relatório nacional de gestão de resíduos sólidos**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2023. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/>. Acesso em: 7 jan. 2025.

VIOTTI, M. A. P.; CARLI, A. A. de; NASCENTES, A. L.; BRASIL, F. da C. A logística reversa de pneumáticos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil: um estudo de caso sobre a Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. **Revista Científica da FASF Faculdade Sul Fluminense**, v. 7, p. 1–15, 2022.

FERRAZ, R. G.; ZORZO, A. Logística reversa de pneus inservíveis na Região Metropolitana de Campinas (RMC). In: XI FATECLOG – Os Desafios da Logística Real no Universo Virtual, 2020, Bragança Paulista. Anais... Bragança Paulista: **FatecLOG**, 2020. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2020/v4/LOG%C3%8DSTICA%20REVERSA%20DE%20PNEUS%20INSERV%C3%8DVEIS%20NA%20REGI%C3%83O%20METROPOLITANA%20DE%20CAMPINAS%20.ROBERT%20GABRIEL%20FERRAZ,%20ADALBERTO%20%20ZORZO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

MOTA, G. S.; BARBOSA, A. C. S.; LEAL, T. L. M. de C.; ARAÚJO, L. M.; STREIT, J. A. C. Logística reversa de pneus inservíveis: um estudo de caso no município de Guanambi-BA. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 220–241, jan./abr. 2023.