



## SETOR PÚBLICO COMO ARTICULADOR DE AÇÕES DE LOGÍSTICA REVERSA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA, MG

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.II-001>

Victória Abrahão Fonseca e Silva (\*), Fernanda Bento Rosa Gomes, Ana Luisa Afonso Guimarães, Samuel Rodrigues Castro

\* Departamento Municipal de Limpeza Urbana (Demlurb); victoria.abrahaao@engenharia.ufjf.br.

### RESUMO

Ao longo das últimas décadas, a geração de resíduos sólidos aumentou expressivamente no Brasil, fato decorrente principalmente do crescimento acelerado e desordenado das cidades brasileiras e do consumo, em larga escala, de produtos industrializados e materiais descartáveis. Nesse contexto, a logística reversa é um dos principais instrumentos de promoção da responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei nº 12.305/2010). Diante disso, os objetivos do presente estudo de caso foram avaliar e discutir as ações e resultados relacionados à logística reversa que vêm sendo articuladas pelo setor público e implementadas no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. O estudo pautou-se em uma análise das metas e resultados de programas promovidos a partir de parcerias entre o setor público e a iniciativa no município de estudo, referentes à logística reversa de embalagens, com foco na coleta seletiva e reciclagem de embalagens de poliestireno expandido (EPS), bem como referentes à logística reversa de pneus e resíduos eletroeletrônicos (REE). Verificou-se que, após um ano de ações relacionadas à coleta e reciclagem de EPS, cerca de 5% ou 3.820 kg da massa total gerada em Juiz de Fora foi recuperada via reciclagem, o que corresponde a 23,2% da meta estabelecida para a logística reversa de embalagens, em apenas um ano de programa. No caso dos pneus, estima-se que cerca de 71,9% da massa consumida no município de Juiz de Fora esteja sendo destinada à logística reversa, proporção que supera a meta estabelecida para o setor de pneumáticos (70% da massa no mercado de reposição). Já em relação aos REE, observou-se que as ações em implementação em Juiz de Fora foram responsáveis pelo cumprimento de 24,2% da meta de recuperação estabelecida para o setor no ano de 2022. Os dados evidenciaram que a implementação de ações de conscientização e parceria entre setores público e privado tem levado a resultados efetivos no município, que apresentou taxas de recuperação média superiores às nacionais. Ainda assim, os resultados mostram que, para o cumprimento das metas que vem sendo estabelecidas nos acordos setoriais, ainda se faz necessária a ampliação de ações de promoção da educação ambiental visando a ampliação do engajamento e da participação da população na gestão sustentável dos resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de resíduos sólidos, isopor, pneus, reciclagem, resíduos eletroeletrônicos.

### ABSTRACT

During the last decades, waste generation has increased massively in Brazil, as a result of the fast and unplanned urbanization of the Brazilian cities and the increasing consumption of industrialized and disposable products. Within this context, reverse logistics is defined in the Brazilian National Policy on Solid Waste (PNRS, Law nº 12.305/2010) as one of the main instruments to promote shared responsibility for the lifecycle of products. Given this fact, this work aimed to assess and discuss the results of actions related to reverse logistics coordinated by the public sector and implemented in the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais. The study was based on an analysis of goals and results regarding initiatives promoted by the municipal administration in partnership with the private sector, focusing on the selective collection and recycling of polystyrene (EPS) packaging materials, tires, and electronic waste. After one year of actions promoting selective collection and recycling of EPS, about 5% or 3.820 kg of the mass generated in Juiz de Fora was recycled, which corresponds to 23.2% of the goal established for the reverse logistics of packaging materials. In parallel, it was estimated that about 71.9% of the tires consumed in Juiz de Fora have been recycled, which is higher than the goal set by the tire industry (70% of the mass inserted in the replacement market). In addition, the actions regarding the reverse logistics of electronic waste led to the recovery of 24.2% of the goal set for 2022. Data evidenced that awareness campaigns and public and private sector partnerships have been leading to effective results in the municipality, which had recovery rates higher than the national average. Even so, results show that actions to improve environmental education are still needed to accomplish the goals of the sectoral agreements in order to promote community engagement for sustainable waste management.

**KEY WORDS:** Waste management, electronic waste, polystyrene, recycling, tire.



### INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são uma preocupação crescente em todo o mundo, uma vez que seu descarte inadequado pode causar impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente. O gerenciamento adequado dos resíduos é essencial para minimizar os riscos de poluição do ar, do solo e da água, e deve envolver a implementação de medidas de redução, reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente correta, conforme preconizado pela Lei nº 12.305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Para enfrentar o problema dos resíduos sólidos, várias técnicas de gerenciamento têm sido desenvolvidas. A logística reversa é uma das premissas da PNRS, relacionada à responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos. É instrumento de desenvolvimento econômico e social, de responsabilidade do setor empresarial, que visa o retorno de produtos, materiais e resíduos do ponto de consumo ao ponto de origem, de forma a maximizar o seu valor e minimizar o seu impacto ambiental (Figura 1).



Figura 1: Fluxograma geral da logística reversa. Fonte: Autor do Trabalho.

A implementação de um sistema de logística reversa pode trazer benefícios tanto para as empresas quanto para o meio ambiente, incluindo redução de custos, melhoria da imagem corporativa e redução da pegada de carbono. É uma área em constante evolução e crescimento, principalmente no atual contexto de crescente consciência ambiental e responsabilidade social. As empresas que adotam práticas de logística reversa podem melhorar sua sustentabilidade e rentabilidade a longo prazo, ao mesmo tempo em que reduzem o impacto ambiental de suas operações (OLIVEIRA, et al., 2021).

Buscando garantir a isonomia na fiscalização e cumprimento das obrigações relacionadas à logística reversa, foi aprovado o Decreto nº 9.177/17, revogado pelo Decreto nº 10.936/22, tornando obrigatório os objetivos de acordos setoriais, que já foram estabelecidos no Brasil para: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus inservíveis; óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletrônicos e seus componentes; embalagens em geral; e medicamentos, seus resíduos e embalagens (SINIR, 2023). O recente Decreto nº 11.413/23 visa impulsionar os sistemas de logística reversa com a instituição dos *Certificados de Crédito de Reciclagem, de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura*.

Assim como em muitas outras cidades brasileiras, Juiz de Fora - MG enfrenta diversos desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos. Para enfrentar os desafios, o município vem implementando medidas de gestão ambiental, como a ampliação da coleta seletiva de resíduos, a promoção de campanhas educativas e a adoção de tecnologias mais limpas nas atividades produtivas, visando a conscientização da população e o envolvimento dos diferentes setores da sociedade, que são fundamentais para garantir a sustentabilidade ambiental da cidade. Assim sendo, os objetivos do presente estudo de caso foram avaliar e discutir as ações e resultados relacionados à logística reversa que vêm sendo articuladas pelo setor público e implementadas no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

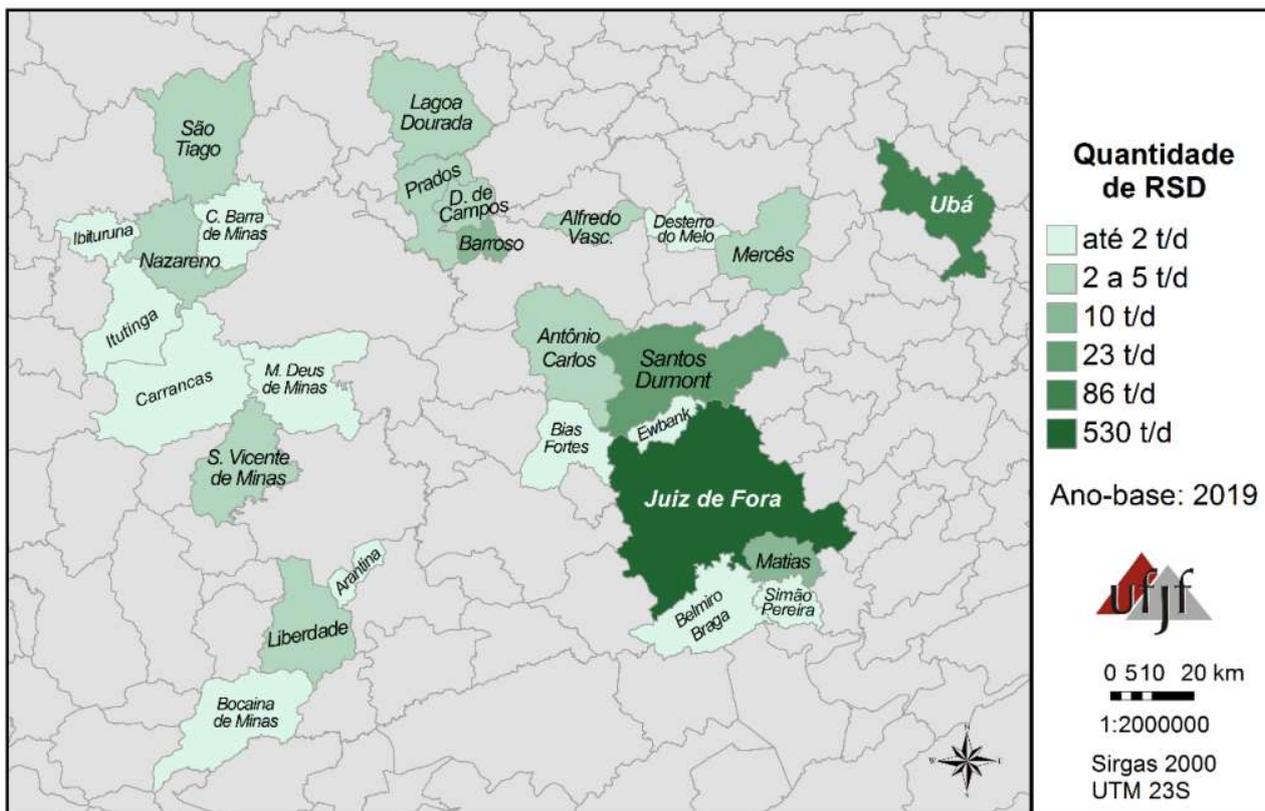
### MATERIAL E MÉTODOS

#### Área de estudo



O município de Juiz de Fora está localizado na parte Sudeste do Estado de Minas Gerais, na mesorregião da Zona da Mata Mineira, com uma extensão de 1.435,749 km<sup>2</sup> e apresenta, segundo os dados do IBGE (projeção 2021), 577.532 habitantes (IBGE, 2023).

Em relação ao atendimento à população, conforme dados disponíveis no SINIR (2022), a taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total em Juiz de Fora é de 99,70% e em relação à população urbana é de 100%. A totalidade dos resíduos de responsabilidade pública gerados no Município de Juiz de Fora é encaminhada para a Central de Tratamento de Resíduos em Dias Tavares, que recebe resíduos de Juiz de Fora e cidades da região (Figura 2).



**Figura 2:** Mapa da região e quantitativos diários de resíduos sólidos domiciliares (RSD) destinados ao aterro sanitário de Juiz de Fora (Central de Tratamento de Resíduos Dias Tavares). Fonte: Autor do Trabalho.

### Coleta de dados

Esse trabalho baseou-se em dados internos do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (Demlurb) do município de Juiz de Fora - MG relacionados com a logística reversa dos seguintes materiais: poliestireno expandido, pneus, eletroeletrônicos, lâmpadas LED e fluorescentes. Tais dados foram discutidos e comparados a partir de relatórios oficiais e dados obtidos por meio de revisão bibliográfica.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Logística reversa de poliestireno expandido (EPS) - Isopor®

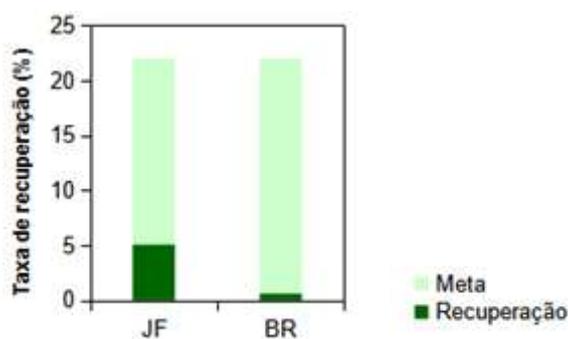
O poliestireno expandido (EPS), popularmente conhecido como Isopor®, é um material composto por ar e plástico não biodegradável, e pode levar centenas de anos para se decompor, gerando graves impactos ambientais. No Brasil, estima-se que o consumo per capita anual de poliestireno expandido (EPS) seja de cerca de 0,45 kg/hab.ano, sendo que cerca de 29% do total gerado constitui-se de embalagens e, o restante, é oriundo, majoritariamente, da indústria da construção civil (OLIVEIRA et al., 2019). Diante disso, a logística reversa de EPS é uma das iniciativas mais importantes para a gestão ambiental desse material, que é amplamente utilizado em diversas atividades do cotidiano.



A logística reversa de EPS consiste no recolhimento e destinação adequada desse material, por meio da coleta seletiva, da separação, da compactação e da reciclagem. No processo de reciclagem, o EPS é transformado em matéria-prima, que são utilizados na fabricação de novos produtos, reduzindo a demanda por matérias-primas virgens e contribuindo para a economia circular e para as cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis que recolhem os produtos pós-consumo

Conforme o *Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens*, firmado no Brasil em 2015, tem-se como meta a logística reversa de pelo menos 22% de todo o material gerado (SINIR, 2023; Figura 3), o que representa cerca de 16,5 t de EPS oriundas de embalagens geradas no município de Juiz de Fora.

Devido a isso, em 2022, Juiz de Fora iniciou a coleta seletiva do EPS e firmou parceria por meio de um termo de acordo de cooperação com uma empresa privada para a destinação correta de tais resíduos no município, em sintonia com os conceitos de economia circular, com o princípio dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ciclo consiste na geração de EPS por pessoas físicas e jurídicas, seguida da coleta seletiva do material pelo Demlurb e encaminhamento para as associações de catadores conveniadas com a administração pública. Posteriormente às etapas supracitadas, as associações têm a atribuição de enfardar o material e vender para a empresa parceira.



**Figura 3: Metas e taxas de recuperação da logística reversa de poliestireno expandido (EPS) em Juiz de Fora (JF) e no Brasil (BR). Fonte: Autor do Trabalho.**

Esse movimento já trouxe resultados para o município, sendo possível retornar para o processo produtivo 3.820 kg de EPS, o que corresponde a cerca de 5% da massa total de EPS gerada em Juiz de Fora, ou ainda a 23,2% da meta estabelecida no Acordo Setorial de embalagens, em apenas um ano de programa (Figura 3). Como produto desse ciclo, temos a fabricação de rodapés, rodapés, rodapés, guarnições, rodapés, revestimentos e decks, sendo possível produzir materiais com 98% da madeira substituída por EPS reciclado (SANTA LUZIA, 2023). Ressalta-se que, no Brasil, a quantidade total de plásticos destinados à logística reversa corresponde a somente cerca de 0,6% do total gerado (ABRELPE, 2022).

### Logística reversa de pneus

Os pneus são um dos resíduos sólidos mais problemáticos para o meio ambiente, contribuindo para a poluição do solo e da água, além de servirem como criadouros de mosquitos transmissores de doenças. Para solucionar essa problemática, a logística reversa de pneus é uma estratégia importante, que envolve a coleta seletiva, transporte, armazenamento, triagem e destinação final ambientalmente adequada desses materiais, podendo ser a reciclagem e a reutilização na fabricação de outros produtos.

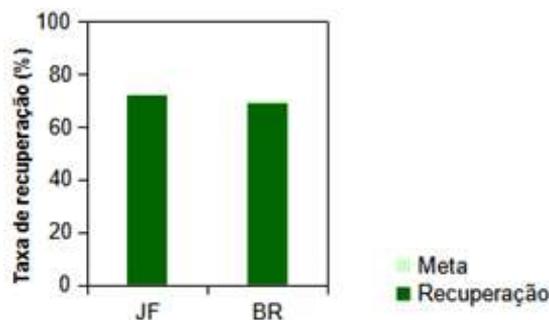
Desde de 1960, o Brasil conta com a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), que representa a indústria de pneus e câmaras de ar instalada no país. Em 2007, os fabricantes de novos pneus criaram a RecicLANIP, uma das maiores iniciativas da indústria brasileira na área de responsabilidade pós-consumo, onde as atividades atendem à Resolução Conama nº 416/09 (RECICLANIP, 2023).

No mesmo ano, o Demlurb formalizou uma parceria por meio de um convênio de cooperação mútua com a Associação para destinar de forma ambientalmente correta os resíduos gerados no município de Juiz de Fora de forma gratuita. Além de tudo, o município dispõe de um ponto de coleta de pneus inservíveis que possui aproximadamente 2.297 m<sup>2</sup> e é referência no setor, recebendo, inclusive, pneus de pequenas cidades da região. O local é administrado pelo Demlurb e já recebeu mais de 20.700 t do material durante os 16 anos de programa, resultando em uma média anual de 1.293,8 t.

Segundo dados do *Relatório de Pneumáticos 2021 (ano base 2020)*, disponibilizado pelo IBAMA, a massa total de pneus novos colocados no mercado de reposição brasileiro no referido ano foi de 669.702,80 t, o que corresponde a um consumo per capita de 3,14 kg/hab.ano (IBAMA, 2021). Ainda, segundo o relatório, a meta de destinação correta de



resíduos no ano de 2020 foi de 70% da massa colocada no mercado de reposição, sendo que 98,5% da meta nacional foi cumprida no ano em questão, correspondendo a 69% da massa total colocada no mercado de reposição (IBAMA, 2021; Figura 4). Nesse contexto, em Juiz de Fora, pode-se estimar uma geração de pneus inservíveis em torno de 1.800 t/ano. Portanto, tem-se que o montante destinado no município corresponde a cerca de 71,9% da massa consumida estimada para o município de Juiz de Fora, evidenciando a efetividade do programa municipal (Figura 4).



**Figura 4: Metas e taxas de recuperação da logística reversa de pneus em Juiz de Fora (JF) e no Brasil (BR).**

Fonte: Autor do Trabalho.

Os materiais recolhidos em Juiz de Fora são encaminhados para uma empresa privada, localizada em Matozinhos (MG), que realiza a destinação final ambientalmente correta por meio de granulação e posterior coprocessamento. O processo consiste em corte, recorte e trituração dos pneus, transformando-os em chips, que são utilizados como combustível alternativo em fornos de clínquer (CBL RECICLAGEM, 2023).

### Logística reversa de eletroeletrônicos, lâmpadas LED e fluorescentes

Os resíduos eletroeletrônicos (REE), também conhecidos como e-lixo, são uma crescente preocupação global devido aos seus impactos negativos, uma vez que podem conter substâncias químicas tóxicas, como chumbo, mercúrio e cádmio. Os lixões e aterros sanitários são frequentemente utilizados para a sua disposição. Nesse contexto, ressalta-se que o descarte inadequado desses materiais pode causar danos irreparáveis ao meio ambiente e à saúde humana, como poluição do solo, corpos d'água e ar, contaminação de alimentos e doenças respiratórias.

Em vista disso, em 2022, o Demlurb celebrou um acordo de cooperação com uma empresa privada, visando a conjugação de esforços para a realização de Campanhas Itinerantes de Coleta de Resíduos Eletrônicos no município de Juiz de Fora, bem como a realização de coleta desses materiais em pontos de entrega voluntária (Ecopontos) administrados pelo setor público. Desde o início da parceria, já foram coletados e reciclados 3.386,22 kg de REE, tais como eletrodomésticos, eletroeletrônicos, lâmpadas LED e fluorescentes, entre outros estabelecidos pelo Decreto nº 10.240/20.

Segundo dados da ONU (2020), a geração média per capita anual de REE no Brasil é de 10,1 kg/hab.ano. Dados oriundos da campanha de logística reversa municipal revelam que a recuperação de REE a partir das ações do setor público pode ser estimada em 0,06% do total gerado, proporção que se iguala à média nacional (ABRELPE, 2022). Tomando como base a quantidade total de REE recuperados no município de Juiz de Fora (oriundos da campanha municipal e de pessoas físicas e jurídicas em geral), a taxa de recuperação municipal, no ano de 2022, chega a cerca de 0,36% dos REE gerados no município, superando a média nacional. Conforme Decreto nº 10.240/20, teve-se como meta, para o ano de 2022, a recuperação de 3% em relação à massa total colocada no mercado nacional no ano-base de 2018, o que corresponde a cerca de 32.763 t (ou 0,15 kg/hab.ano) (ABRELPE, 2022). Assim sendo, considerando o valor per capita estimado para a meta nacional, a meta de recuperação proporcional ao município de Juiz de Fora seria de cerca de 87 t em 2022. Dados recentes evidenciam, portanto, que a taxa de recuperação nacional tem correspondido a cerca de 3,8% da meta de destinação à logística reversa, enquanto em Juiz de Fora, esse valor poderia ser estimado em cerca de 24,2% (Figura 5).

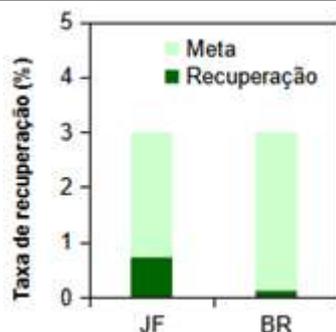


Figura 5: Metas e taxas de recuperação da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos (REE) em Juiz de Fora (JF) e no Brasil (BR). Fonte: Autor do Trabalho.

## CONCLUSÕES

A implementação da logística reversa é uma medida essencial para a promoção da sustentabilidade e da responsabilidade social nas atividades econômicas. Assim, é possível garantir a redução dos impactos negativos causados pelo descarte inadequado dos resíduos e, ao mesmo tempo, estimular a recuperação dos materiais e a geração de novas oportunidades de negócios. É importante ressaltar que a logística reversa deve ser adotada de forma integrada e colaborativa, envolvendo diversos setores da sociedade civil e do poder público. Dessa forma, será possível garantir um futuro mais sustentável e equilibrado para as próximas gerações.

Além dessas iniciativas, Juiz de Fora conta com outras se tornando uma referência regional, tais como a coleta seletiva de vidros e apoio à logística reversa de medicamentos e à destinação ambientalmente adequada de óleos vegetais e resíduos da construção civil. A melhoria da educação ambiental e a divulgação eficaz são cruciais para a promoção da sustentabilidade ambiental. É responsabilidade de todos contribuir para essa mudança, por meio de ações individuais e coletivas. É essencial que a sociedade, empresas e a Administração Pública trabalhem juntas para desenvolver estratégias de gestão e implementar medidas sustentáveis e responsáveis para gerenciar adequadamente estes resíduos, a fim de minimizar seu impacto negativo na natureza e na saúde pública.

Apesar dos indicadores evidenciarem que a situação do município é privilegiada, quando comparada à realidade nacional, é preciso considerar que a logística reversa para EPS e REE é incipiente e precisa avançar. Sendo de responsabilidade do setor privado o aporte de recursos e ações coordenadas para potencializar os resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022 (ano-base 2022)**. São Paulo: ABRELPE, 2022.
2. CBL RECICLAGEM. **Reciclagem de pneus**. Disponível em: <https://cblreciclagem.com.br/atuacao/reciclagem-de-pneus/> Acesso em: fev. 2023.
3. IBAMA. **Relatório de Pneumáticos 2021 (ano-base 2020)**. Brasília: IBAMA, 2021.
4. IBGE. **Juiz de Fora (MG)**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora> Acesso em fev. 2023.
5. OLIVEIRA, C. T.; LUNA, M. M. M.; CAMPOS, L. M. S. Understanding the Brazilian expanded polystyrene supply chain and its reverse logistics towards circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 562-573, 2019.
6. OLIVEIRA, S. F. S. et al. **Logística reversa: Contribuição para o desenvolvimento sustentável e aumento da vantagem competitiva para as empresas**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 18., Rio de Janeiro. **Anais...** Resende: Associação Educacional Dom Bosco, 2021.
7. ONU. **E-waste monitor**. 2020. Disponível em: [https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM\\_2020\\_def\\_july1\\_low.pdf](https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf) Acesso em: fev. 2023.
8. RECICLANIP. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/>. Acesso em fev. 2023.
9. SANTA LUZIA. **Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.industriasantaluzia.com.br/sustentabilidade/>. Acesso em: fev. 2023
10. SINIR. Disponível em: <https://sinir.gov.br/>. Acesso em: fev. 2023.