

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

PROJETO-PILOTO PARA ESTRUTURAÇÃO DA REDE MINEIRA DE LOGÍSTICA REVERSA

Mônica de Abreu Azevedo ¹
* Nina Rosa Fernandes Diniz ²
João Victor Alves Gomes Silva ¹
Diego da Silva Marques ¹

PILOT PROJECT FOR STRUCTURING THE MINAS GERAIS' REVERSE LOGISTICS NETWORK

Recibido el 27 de enero de 2024. Aceptado el 5 de septiembre de 2025

Abstract

Reverse Logistics is defined in the National Solid Waste Policy (Law 12305/2010) as the "return of products after use by the consumer, independently of the public urban cleaning and solid waste management service" which must be carried out by manufacturers, importers, distributors and traders of packaging and pesticide residues; cells and batteries; tires; packaging and waste of lubricating oils; fluorescent, sodium and mercury vapor and mixed light lamps; and electronic products and their components. Minas Gerais is the fourth largest Brazilian state with the largest number of municipalities, characterized by its large size and population dispersion. Of the 853 municipalities in Minas Gerais, 80% are considered small municipalities, with a population of less than 25 thousand inhabitants, which are not regularly served by reverse logistics (IBGE, 2010). The Minas Gerais' Reverse Logistics Network is an initiative proposed for the development of a strategy for implementing reverse logistics in all municipalities, including small ones. A pilot project was developed in 17 municipalities, with the joint action of reverse logistics institutions in itinerant collection campaigns, with the centralization of waste to optimize collection and transportation logistics. This article presents the results of the surveys carried out to characterize the 42 tons of waste collected and the strategies employed for popular mobilization and participation, in order to provide information and consolidate a proposal for the implementation of Reverse Logistics in Minas Gerais, ensuring broad coverage of the state.

Keywords: Reverse Logistics, sustainability, solid waste, hazardous waste, Minas Gerais' network.

¹ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

² Divisão de Gerenciamento de Resíduos, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

* *Autor correspondente:* Divisão de Gerenciamento de Resíduos, Universidade Federal de Viçosa. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n. Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais. 36570-900. Brasil. Email: nina.diniz@ufv.br

Resumo

A Logística Reversa é definida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/2010) como o “retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos” que deve ser realizada pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de embalagens e resíduos de agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; embalagens e resíduos de óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Minas Gerais é o quarto maior estado brasileiro e com o maior número de municípios, caracterizado por sua grande extensão e dispersão populacional. Dos 853 municípios, 80% são considerados municípios de pequeno porte, com população menor que 25 mil habitantes, que não são atendidos regularmente pela logística reversa (IBGE, 2010). O Projeto Rede Mineira de Logística Reversa foi uma iniciativa proposta para o desenvolvimento de uma estratégia para implantação da logística reversa em todo o estado, incluindo municípios de pequeno porte. Para tanto, foi desenvolvido um projeto-piloto em 17 municípios, com a atuação conjunta das instituições de logística reversa em campanhas de coleta itinerante, com a centralização dos resíduos para otimização da logística de coleta e transporte. Neste artigo são apresentados os resultados dos levantamentos realizados para a caracterização das 42 toneladas de resíduos coletados e das estratégias empregadas para a mobilização e participação popular, a fim de propiciar informações e consolidar uma proposta para a implantação da Logística Reversa em Minas Gerais, garantindo o amplo atendimento do estado.

Palavras-chave: Logística Reversa, sustentabilidade, resíduos sólidos, resíduos perigosos, rede mineira.

Introdução

A Lei Nº 12305/2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, com a definição de princípios, objetivos e instrumentos para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos e as responsabilidades dos geradores e do Poder Público (Brasil, 2010). Um dos instrumentos apresentados na política é a logística reversa, considerada obrigatória para os seguintes tipos de resíduos: “embalagens e resíduos de agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; embalagens e resíduos de óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes”. Essa obrigatoriedade é apresentada no Art. 33 da lei, que traz ainda como responsáveis por sua implementação os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes (Brasil, 2010).

A logística reversa é um instrumento importante para a gestão dos resíduos sólidos. Silva & Silva (2024) ressaltam que “apesar dos avanços legais, a implementação eficaz dessas políticas ainda enfrenta desafios significativos”, destacando a falta de infraestrutura adequada, incerteza macroeconômica, fragilidade institucional e deficiência de campanhas educativas fundamentais para aumentar a conscientização pública e incentivar a participação ativa dos cidadãos na devolução segura de resíduos.

O Decreto 10936/2022, que regulamenta a PNRS, apresenta como um dos instrumentos para implementação da logística reversa os atos firmados entre o Poder Público e os atores envolvidos no ciclo de vida dos produtos, chamados de acordos setoriais (Brasil, 2022). Sendo assim, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm se reunido, em sua maioria, para compor instituições gestoras que assinam os acordos setoriais com o poder público e executam a gestão da sua logística reversa, como o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV), para logística reversa de embalagens e resíduos de agrotóxicos; a Reciclanip, para os pneus inservíveis; o Instituto Jogue Limpo, para embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas e óleo lubrificante usado ou contaminado; a Reciclus, para lâmpadas e a Green Eletron, para pilhas, baterias, eletrônicos e seus componentes.

No Brasil, o Acordo Setorial para implantação do Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista foi assinado pela Reciclus com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e publicado no Diário Oficial da União (DOU) do dia 12/03/2015. O objetivo é dar destino final às lâmpadas descartadas por pessoas físicas, ou seja, usuários domésticos, nos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) em municípios acima de 25 mil habitantes. São apenas 109 cidades mineiras contempladas, cerca de 13% do estado. Os demais municípios seriam atendidos por campanhas com frequência não especificadas no acordo (Brasil, 2015).

O Acordo Setorial para implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes, incluindo pilhas e baterias, foi assinado pela Green Eletron com o MMA do Governo Brasileiro, no dia 31/10/2019, publicado no DOU de 19/11/2019. Nele consta uma lista de municípios alvo para atendimento com Pontos de Entrega Voluntária com municípios com população acima de 80 mil habitantes, correspondendo a 44 cidades mineiras, ou seja, apenas 5% dos municípios do estado.

Apesar dos demais acordos setoriais afirmarem que atuam em todo o território mineiro, o que se percebe na prática é que a população de pequenas cidades mineiras não tem conhecimento ou fácil acesso ao descarte de pneus, embalagens e resíduos de agrotóxicos ou embalagens e resíduos de óleos lubrificantes. Ressalta-se que dos 853 municípios de Minas Gerais, 80% são considerados municípios de pequeno porte, com população menor que 25 mil habitantes (IBGE, 2010) e, portanto, não são contemplados com pontos de entrega voluntária para a logística reversa. Além disso, as campanhas de educação ambiental de cada instituição gestora são isoladas, o que diminui o alcance dessa população e pulveriza o investimento, sendo, ao fim, diversos desses resíduos enviados erroneamente na coleta convencional de resíduos sólidos urbanos, sobrecarregando o município na logística e não tendo a destinação final adequada (Azevedo *et al.*, 2024).

O Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM) lançou a Deliberação Normativa 249/2024 com “diretrizes e obrigações mínimas para estruturação, implementação,

operacionalização, aprimoramento, monitoramento e divulgação dos Sistemas de Logística Reversa de produtos e embalagens pós-consumo colocados no mercado mineiro pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico, seus componentes e suas embalagens; pilhas e baterias portáteis; baterias chumbo-ácido automotivas, industriais e de motocicletas; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, de vapor de mercúrio e de luz mista; embalagens de óleos lubrificantes; embalagens em geral de plástico, papel, papelão, metais e vidro; medicamentos domiciliares de uso humano, vencidos ou em desuso, e suas embalagens; e pneus inservíveis” (COPAM, 2024).

Nesta deliberação normativa ficou estabelecida a atuação da logística reversa de lâmpadas em 100% dos municípios acima de 20 mil habitantes até 2026; para pneus inservíveis a atuação deve ser em 100% dos municípios com população acima de 50 mil habitantes a partir de 2025 e a realização de duas campanhas itinerantes a cada semestre em cada Unidade Regional de Gestão de Resíduos (URGR); para eletroeletrônicos e seus componentes, a atuação em 100% dos municípios com mais de 80 mil habitantes, a partir de 2025, e a realização de, pelo menos, uma campanha itinerante a cada semestre em cada URGR (COPAM, 2024).

A grande extensão territorial com vários pequenos municípios dispersos é um desafio para a execução da logística reversa no estado de Minas Gerais. Nesse contexto, propõe-se a união dos municípios em redes para que sejam atendidos por coleta itinerante de todos os resíduos de logística reversa de uma só vez, com a centralização em um único ponto para otimizar a coleta e a destinação de maiores quantidades de resíduos. Esta proposta visa potencializar as ações de educação ambiental e mobilização popular e aumentar a quantidade de resíduos coletados pela estrutura de logística reversa, viabilizando e criando sustentabilidade econômica e financeira para as operações, uma vez que a estrutura da logística reversa deve ocorrer de forma independente dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de acordo com a legislação vigente (Brasil, 2010).

A Rede Mineira de Logística Reversa (RMLR) é um projeto de pesquisa em extensão universitária que objetiva criar e testar uma modelagem para proporcionar o atendimento de todos os 853 municípios mineiros com a logística reversa de todas as 6 tipologias de resíduos perigosos elencadas como obrigatórias na PNRS.

Metodologia

A metodologia desenvolvida para a estruturação da Rede Mineira de Logística Reversa e execução do projeto-piloto é apresentada no fluxograma da Figura 1.

REDE MINEIRA DE LOGÍSTICA REVERSA

FLUXOGRAMA

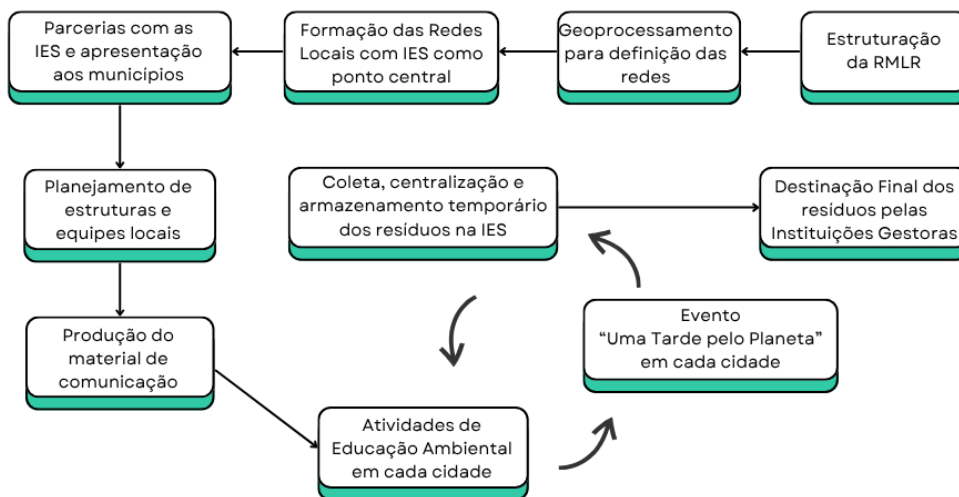


Figura 1. Fluxograma sobre a estruturação da Rede Mineira de Logística Reversa

Fase 1 - Estruturação da Rede Mineira de Logística Reversa (RMLR)

A RMLR foi estruturada por meio de técnicas de geoprocessamento para identificar os municípios com a presença de uma Instituição de Ensino Superior (IES) no estado de Minas Gerais, seja municipal, estadual ou federal, e os municípios mais próximos para compor uma rede com a IES como ponto central. A elaboração e avaliação da RMLR envolveu a participação de professores e técnicos das seguintes universidades: Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de São João del-Rey (UFSJ), Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-BH).

Após o mapeamento das redes de cada IES, focou-se na realização de uma única rede para iniciar a validação do modelo. A rede escolhida foi composta pelas cidades no entorno do campus Viçosa da UFV. O projeto-piloto Rede UFV - campus Viçosa foi aprovado no edital nº 11/2022 de Apoio a Projetos de Extensão em Interface com a Pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), contemplando 17 municípios e a UFV, tendo sido executado durante o ano de 2023. Na Tabela 1 são apresentados alguns dados e informações sobre os municípios envolvidos no projeto e a UFV.

Tabela 1. Dados demográficos e Socioeconômicos dos municípios contemplados no Projeto-Piloto Rede UFV – Campus Viçosa e da Universidade Federal de Viçosa

Município	População (2022)	IDHM (2010)	Escolaridade (6+ anos) %	Saneamento Básico Adequado (%)	Renda Média (R\$)
Amparo do Serra	4521	641	78.50%	45.20%	1050
Cajuri	4093	617	82.10%	52.80%	1210
Canaã	4678	649	83.40%	58.30%	1320
Coimbra	7054	669	85.20%	62.10%	1450
Guaraciaba	10987	623	80.90%	55.70%	1290
Jequeri	12345	601	79.30%	48.90%	1180
Oratórios	4493	637	81.70%	53.60%	1250
Paula Cândido	9876	637	84.60%	60.50%	1410
Pedra do Anta	3765	624	77.80%	47.30%	1090
Porto Firme	11234	634	83.90%	59.80%	1380
Presidente Bernardes	5432	632	78.20%	46.70%	1070
Santo Antônio do Grama	4210	633	80.10%	50.40%	1150
São Geraldo	10456	651	85.00%	61.30%	1430
São Miguel do Anta	6789	644	83.20%	57.90%	1360
Teixeiras	11987	675	86.30%	63.70%	1520
Urucânia	10123	633	82.50%	56.40%	1310
Viçosa	80669	775	91.50%	78.20%	2450

IES	Alunos matriculados	Professores	Técnicos-administrativos	Área física total (ha)	Projetos de pesquisa concluídos*
UFV – campus Viçosa	15332	1283	1587	2372.97	1598

* *Projetos de pesquisa concluídos no ano de 2023 na Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa. Fontes: População (2022): Dados do Censo Demográfico (IBGE 2022); IDH (2010): Atlas do Desenvolvimento Humano (Atlas Brasil, 2010); Escolaridade: Percentual da população com 6 anos ou mais de estudo (IBGE 2022); Saneamento Básico Adequado: Percentual de domicílios com abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados (IBGE 2022); Renda Média: Valor aproximado com base na renda domiciliar per capita (IBGE 2022); UFV: UFV em números – Edição 2024 (Base de dados 2023).*

Fase 2 – Ações de Educação Ambiental e Mobilização Popular

A metodologia de atuação nos municípios foi estruturada com ações de educação ambiental, realizadas durante uma semana que precedia a realização do evento de mobilização e participação popular intitulado “Uma Tarde pelo Planeta”, durante o qual era realizada a coleta dos resíduos sujeitos à logística reversa e encerradas as atividades em cada município. Na Figura 2 é apresentado o resumo esquemático da metodologia de ação do projeto.



Figura 2. Metodologia de atuação apresentada para as equipes das prefeituras dos 17 municípios contemplados no projeto-piloto Rede UFV - campus Viçosa

O evento “Uma Tarde pelo Planeta” aconteceu na praça central ou em outro local de eventos cedido pelo município, sendo gratuito para a população. Havia nos eventos um caminhão de transporte de resíduos perigosos para coleta dos resíduos da logística reversa trazidos pela população. Uma caminhonete foi usada para divulgação, coleta *in loco* e coleta dos resíduos dispostos em pontos de acúmulos identificados durante as visitas. Todos os resíduos foram alocados no caminhão e transportados para o abrigo temporário de resíduos da UFV.

Um programa de comunicação foi estruturado para a produção do material utilizado nas campanhas de educação ambiental e no evento final. Foi elaborado um Manual de Identidade Visual do projeto, para garantir padronização em todas as produções gráficas e de mídias sociais. A produção gráfica foi composta por panfletos (14cm x 20cm), folders (20cm x 28cm); cartazes (tamanho A3); banner (0.8m x 2.0m) e uma testeira de palco (6.15m x 1.00m).

Os cartazes foram distribuídos em pontos estratégicos de divulgação, como praças, comércios, postos de saúde e sede da prefeitura. Os panfletos foram entregues para cada estudante de toda rede de ensino. Em alguns municípios, também foram entregues panfletos aos agentes de saúde para distribuição nas moradias visitadas naquela semana da educação ambiental no município. Panfletos também foram deixados nos comércios locais, quando solicitado pelos comerciantes.

Os folders foram distribuídos principalmente nos comércios que realizam a venda dos produtos obrigados à logística reversa, como oficinas, lojas de autopeças, lava-jatos, postos de gasolinas, garagens de veículos da prefeitura ou de empresas, lojas de utilidades gerais, lojas de consertos de eletroeletrônicos em geral, relojoarias, comércios do ramo veterinário e agropecuário, lojas de eletricitas e materiais de construção. Também foram distribuídos folders nas casas legislativas, órgãos da prefeitura, EMATER, sindicatos e para os funcionários responsáveis pela limpeza urbana e triagem dos resíduos.

Para atuação nas redes sociais, foram criadas contas para o projeto no *Instagram* e *Facebook*. Também ocorreram divulgações em grupos de *Whatsapp* com o auxílio da equipe da prefeitura. As redes sociais foram o principal meio de divulgação do evento “Uma Tarde pelo Planeta”, com um cronograma de postagens semanais para cada uma das 17 cidades contempladas.

Fase 3 - Atuação do Projeto nos Municípios

O projeto iniciou com visitas a todos os municípios contemplados para apresentação ao Prefeito e às Secretarias de Educação, Meio Ambiente e Cultura sobre a metodologia de atuação do projeto e as contrapartidas do município, caso aceitassem participar.

Para a etapa de Educação Ambiental, as contrapartidas necessárias foram: disponibilização do levantamento de todas as escolas urbanas e rurais com especificação de quantidade de alunos por turma e professores; apoio para divulgação nos setores do executivo, legislativo e judiciário (todos os setores da prefeitura, da câmara de vereadores e do Fórum); orientação da localização dos comércios locais e possíveis depósitos dos resíduos de logística reversa; suporte para divulgação nas igrejas e com os líderes locais e; designação de um profissional facilitador para acompanhar as visitas de educação ambiental.

Para a etapa do evento, as contrapartidas necessárias foram: a assinatura do alvará de autorização do evento; a cessão do espaço para realização do evento e o ponto de luz (ou facilitação do intermédio com a Cemig); o reforço na segurança (ou facilitação do intermédio com a Polícia Militar); a designação de um profissional facilitador para a divulgação (responsável pela colagem e retirada dos cartazes); a divulgação em massa do evento e cessão de espaço nas estruturas de comunicação: redes sociais, rádio local, carro/moto alto falante e reuniões públicas como missas, cultos, reunião da câmara de vereadores e em auditórios escolares (ou facilitação do intermédio com as organizações citadas); a limpeza do espaço após a realização do evento; o convite de um ou dois artistas locais de relevância cultural para participação no dia do evento; a distribuição de água durante o evento (ou facilitação do intermédio com a instituição responsável pelo abastecimento de água), a presença de profissional da saúde em caso de emergência durante o evento (ou facilitação do intermédio com hospital ou posto de saúde local); e o acesso a banheiros públicos.

A partir das visitas e o aceite dos municípios, foram planejadas as estruturas e equipes de cada município e selecionados os fornecedores para produção da marca Rede Mineira de Logística Reversa, das peças de comunicação online e impressa, para a realização dos eventos, e para coleta e transporte dos resíduos de logística reversa. É importante ressaltar que o projeto não realizou parcerias com associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis por contemplar somente a coleta de resíduos perigosos, o que exigiria treinamento e capacitação dos catadores, além do fornecimento de todos os EPIs necessários para a segurança do trabalho e saúde ocupacional.

Paralelamente foram realizadas reuniões e acordos de participação com a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), as instituições gestoras da logística reversa de resíduos perigosos e a administração da UFV para estruturação do abrigo de armazenamento temporário dos resíduos, estando de acordo com o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

Resultados e discussão

Fase 1 – Estrutura Proposta para a Rede Mineira de Logística Reversa

A partir da análise por geoprocessamento, foi obtido o mapeamento dos municípios com IES públicas no estado de Minas Gerais e dos municípios com população inferior a 25 mil habitantes no entorno dessas instituições (Figura 3). Esse mapeamento possibilitou a estruturação de redes locais para coleta de resíduos perigosos tendo como ponto central as IES mapeadas. Os municípios assinalados em vermelho têm potenciais instituições para abrigo e armazenamento temporário dos resíduos, sendo interessante ressaltar a ampla distribuição de IES no território.

Visto que a logística reversa, especialmente de lâmpadas e eletroeletrônicos, é apenas para pessoas físicas (resíduos domiciliares), as IES não são contempladas por serem empresas públicas. Mas como são instituições públicas com recursos cada vez mais escassos, muitas não têm condições de licitar serviços de destinação adequada desses resíduos, sendo muitas vezes acumulados nas próprias instituições sem previsão de destinação adequada.

Portanto, essas redes foram estruturadas para propiciar campanhas de educação ambiental e coleta dos resíduos de logística reversa dos municípios, com seu armazenamento temporário na IES próxima. Em contrapartida pela cessão do espaço, a IES também poderia destinar seus resíduos neste abrigo. Desse modo, em vez de realizarem o recolhimento dos resíduos em cada um dos pequenos municípios, a coleta pelas instituições gestoras ocorreria apenas no abrigo temporário na IES de todo o material acumulado dos municípios que compõem aquela rede.

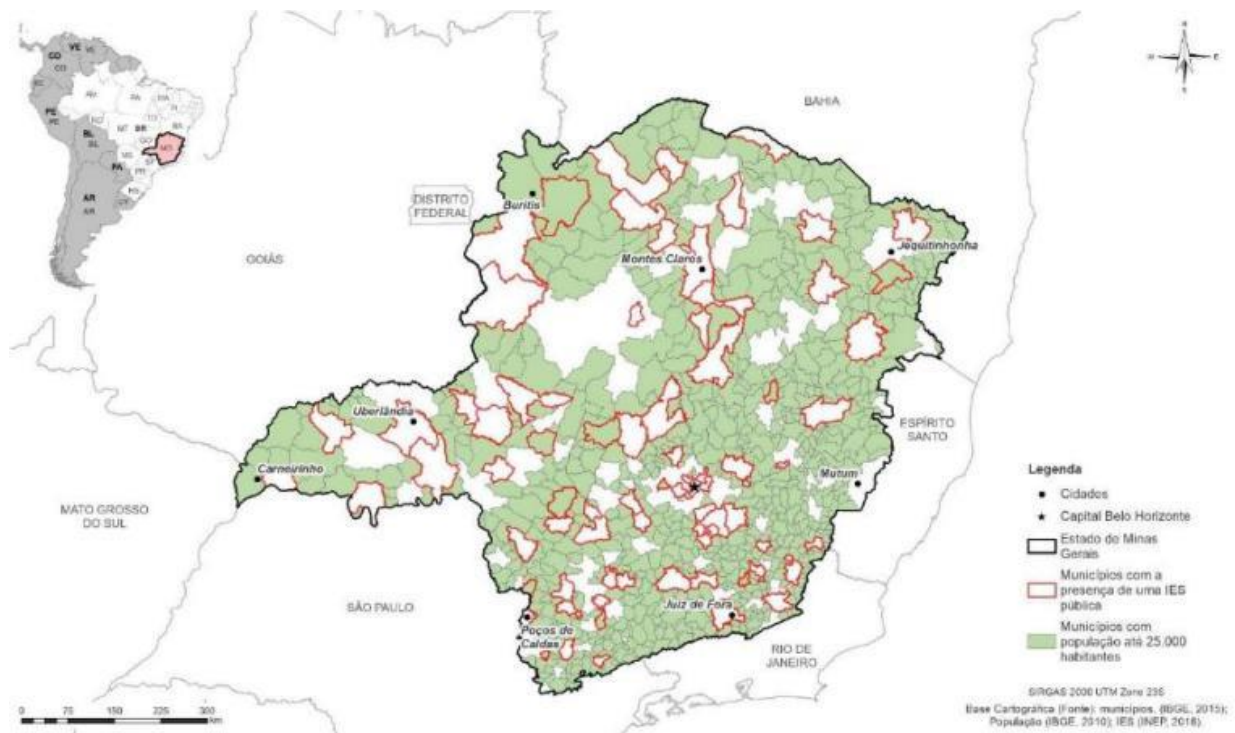


Figura 3. Mapeamento dos municípios com a presença de uma Instituição de Ensino Pública e ilustração dos municípios mineiros de pequeno porte

Visto que a logística reversa, especialmente de lâmpadas e eletroeletrônicos, é apenas para pessoas físicas (resíduos domiciliares), as IES não são contempladas por serem empresas públicas. Mas como são instituições públicas com recursos cada vez mais escassos, muitas não têm condições de licitar serviços de destinação adequada desses resíduos, sendo muitas vezes acumulados nas próprias instituições sem previsão de destinação adequada.

Portanto, essas redes foram estruturadas para propiciar campanhas de educação ambiental e coleta dos resíduos de logística reversa dos municípios, com seu armazenamento temporário na IES próxima. Em contrapartida pela cessão do espaço, a IES também poderia destinar seus resíduos neste abrigo. Desse modo, em vez de realizarem o recolhimento dos resíduos em cada um dos pequenos municípios, a coleta pelas instituições gestoras ocorreria apenas no abrigo temporário na IES de todo o material acumulado dos municípios que compõem aquela rede.

A rede elaborada para o projeto-piloto (Figura 4) foi composta por 17 municípios: Paula Cândido, Presidente Bernardes, Porto Firme, Guaraciaba, Teixeiras, Amparo do Serra, Oratórios, Urucânia,

Santo Antônio do Grama, Jequeri, Pedra do Anta, Canaã, São Miguel do Anta, Cajuri, Coimbra, São Geraldo e Viçosa, onde se localiza o campus da Universidade Federal de Viçosa -UFV, ponto central para abrigo temporário dos resíduos coletados.

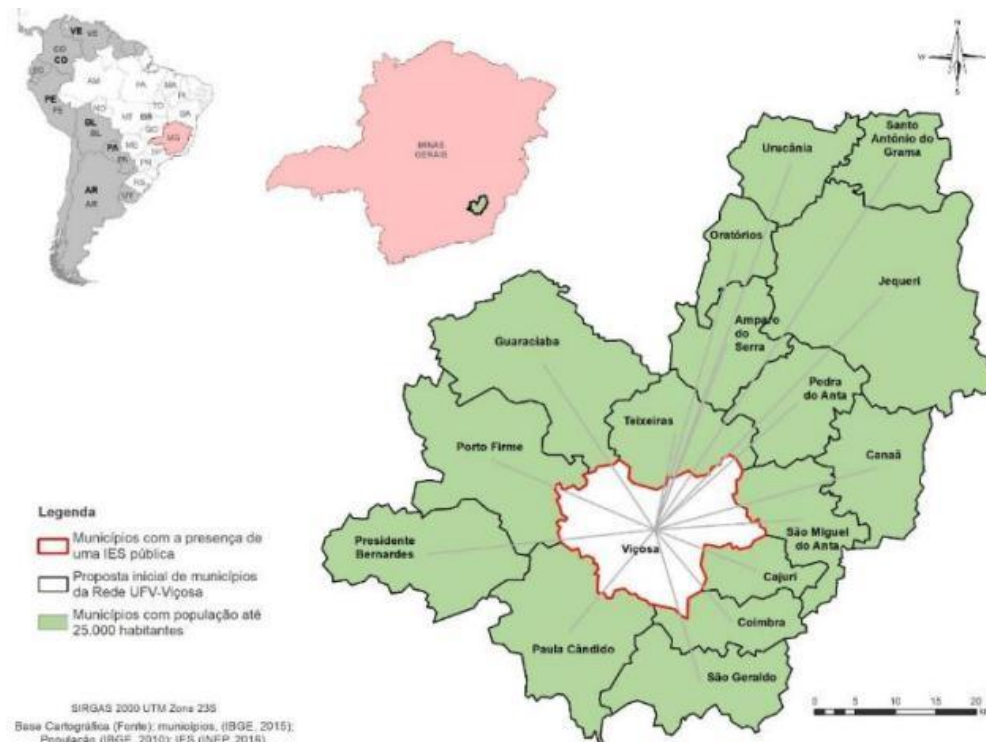


Figura 4. Projeto-piloto UFV - campus Viçosa.

Fase 2 – Ações de Educação Ambiental e Mobilização Popular Realizadas

O Projeto Piloto UFV - campus Viçosa foi uma experimentação prática de parte da rede para validação da modelagem. Foi realizado o recolhimento de todos os resíduos perigosos em uma campanha de coleta e de educação ambiental unificada, contemplando em um só processo educativo e técnico todas as tipologias dos resíduos sujeitos à logística reversa e realizadas atividades recreativas e culturais no evento “Uma Tarde pelo Planeta” em cada um dos 17 municípios contemplados. Na semana que antecedeu o evento, diversas atividades de educação e sensibilização ambiental foram realizadas no município, especialmente nos estabelecimentos comerciais e nas escolas da rede de ensino público e privado. Foram desenvolvidas atividades de educação ambiental em 154 escolas, sendo 95 municipais, 45 estaduais e 14 particulares, atendendo ao total de 24238 alunos (Tabela 2). As atividades de mobilização popular foram realizadas em estabelecimentos comerciais geradores de resíduos sujeitos à logística reversa e

nas Câmaras Legislativas Municipais, nas Unidades Básicas de Saúde e em empresas e entidades públicas de assistência rural, totalizando 888 estabelecimentos (Tabelas 3 e 4).

Ao final das 17 campanhas, foi avaliado o quantitativo recolhido de cada tipo de resíduo de logística reversa em cada um dos municípios em função da população. Esta avaliação foi feita em função do peso e da unidade de cada tipo de resíduo coletado. Também foi levantado o envolvimento da população em relação à logística reversa por meio de questionários estruturados, com perguntas aos participantes sobre o meio pelo qual eles tiveram informação e conhecimento do evento; se eles participaram do evento, destinando seus resíduos à estrutura de logística reversa do projeto e quais os tipos de resíduos gerados e destinado, e qual o destino dado a esses materiais na ausência do projeto. A estrutura de logística e de armazenamento temporário no campus Viçosa da UFV, necessárias para centralização dos diversos resíduos coletados, e o processo de destinação final de cada um deles com a respectiva instituição gestora responsável foi descrito. Os resultados desses levantamentos são apresentados e discutidos a seguir.

Como resultado do programa de comunicação social, foram distribuídos à população dos 17 municípios: 48441 panfletos, 3925 mil folders, 435 cartazes, 1 banner e 1 testeira de palco. O modelo de folder produzido é apresentado na Figura 5.

Tabela 2. Quantitativo de escolas contempladas com a educação ambiental da Rede Mineira de Logística Reversa

Município	Escolas Municipais	Escolas Estaduais	Escolas Particulares	Total	Alunos
Cajuri	4	1	0	5	765
Pedra do Anta	2	1	0	3	529
Coimbra	2	1	0	3	1289
Presidente Bernardes	10	3	0	13	813
Canaã	4	2	0	6	844
Amparo do Serra	3	1	0	4	798
São Geraldo	3	3	0	6	912
Santo Antônio do Grama	2	1	0	3	616
Paula Cândido	3	2	0	5	1328
Guaraciaba	6	4	0	10	1404
Oratórios	3	1	0	4	1035
São Miguel do Anta	4	2	0	6	1119
Urucânia	4	3	0	7	679
Teixeiras	9	2	1	12	2070
Porto Firme	9	3	0	12	1542
Jequeri	7	5	0	12	1863
Viçosa	20	10	13	43	6632
Total	95	45	14	154	24238

Tabela 3. Establecimientos contemplados com a educação ambiental - Parte 1

Município	Oficinas / Auto-peças	Borracharias	Postos de combustíveis	Técnicos de eletrônicas	Comércios	Casas agropecuárias e agroveterinárias	Garagens
Cajuri	2	2	2	2	3	3	3
Pedra do Anta	3	0	1	2	3	4	2
Coimbra	8	2	3	5	4	8	1
Presidente Bernardes	9	0	0	3	2	3	1
Canaã	8	2	2	3	5	2	1
Amparo do Serra	3	1	1	3	3	2	2
São Geraldo	15	1	3	9	8	2	2
Santo Antônio do Grama	5	1	1	2	3	2	2
Paula Cândido	18	5	3	7	4	3	1
Guaraciaba	11	1	2	4	3	4	1
Oratórios	6	1	1	2	5	0	1
São Miguel do Anta	8	2	2	3	7	4	1
Urucânia	11	4	1	4	11	4	4
Teixeiras	23	1	4	13	17	2	1
Porto Firme	9	2	3	6	10	3	1
Jequeri	11	3	2	7	8	2	0
Viçosa	82	4	4	49	33	14	1
Totais:	232	32	35	124	129	62	25

Tabela 4. Establecimientos contemplados com a educação ambiental - Parte 2

Município	Escolas	Estação de triagem / transbordo	Câmara Municipal	Unidades Básicas de Saúde*	Ferro Velho	Manutenção de máquinas	Lava Jato
Cajuri	5	1	1	1	0	0	0
Pedra do Anta	3	1	1	2	3	0	0
Coimbra	3	1	1	2	0	2	0
Presidente Bernardes	13	1	0	4	0	0	0
Canaã	6	1	0	1	0	1	0
Amparo do Serra	4	1	0	1	0	1	1
São Geraldo	6	1	0	3	2	0	1
Santo Antônio do Grama	3	1	0	3	0	0	0
Paula Cândido	5	1	0	4	0	2	0
Guaraciaba	10	1	1	1	1	0	2
Oratórios	4	1	0	2	2	0	1
São Miguel do Anta	6	1	1	1	1	1	1
Urucânia	7	1	1	2	0	1	1
Teixeiras	12	1	1	4	2	1	0
Porto Firme	12	1	0	3	0	1	0
Jequeri	12	1	0	3	0	1	1
Viçosa	43	0	1	2	1	0	1
Totais:	154	16	8	39	12	11	9

*Postos de Saúde da Família, Hospitais, Secretarias de Saúde, Emater e Sindicatos

Logística reversa é o processo que responsabiliza legalmente os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de garantirem o retorno dos produtos à sua cadeia produtiva, de forma independente do serviço público de limpeza urbana reversa.



Porém, esse serviço ainda não está disponível em todos os municípios mineiros para todos os tipos de resíduos de logística reversa. Estes são os parceiros do projeto e vão garantir a correta destinação de cada um dos resíduos:

- Green Eletron - Pilhas e baterias, além de produtos eletroeletrônicos e seus componentes;
- Reciclus - Lâmpadas fluorescentes;
- Reciclanip - Pneus;
- Jogue Limpo - Embalagens e resíduos de óleos lubrificantes;
- InpEV - Embalagens e resíduos de agrotóxicos.

A Rede Mineira de Logística Reversa é um projeto da UFV, patrocinado pela Fapemig e Funarbe, baseado em 3 pilares:

- Coletar todos os tipos de resíduos da Logística Reversa;
- Atender todas as cidades do estado;
- Centralizar o ponto de depósito dos resíduos de vários municípios, viabilizando a logística para a reciclagem.



O projeto piloto, Rede UFV, engloba um total de 17 municípios, sendo eles:

• Cajuri	• Coimbra
• Pedra do Anta	• Guaraciaba
• Paula Cândido	• Oratórios
• Presidente Bernardes	• Canaã
• São Miguel do Anta	• Uruçânia
• Amparo do Serra	• Teixeira
• São Geraldo	• Porto Firme
• Santo Antônio do Grama	• Jequeri
	• Viçosa

Todos os municípios da rede receberão uma semana de educação ambiental, para conscientização da população sobre a importância de guardar e destinar separadamente seus resíduos, além do evento **“Uma tarde pelo planeta”** que acontecerá aos domingos, das **14:00 às 17:00**. Este evento será uma festa para toda família, com jogos, brinquedos, brincadeiras, apresentações culturais locais e o espetáculo teatral “O ciclo da Logística Reversa: uma odisséia de devoluções!”. Ali estaremos recebendo os resíduos de logística reversa, que serão encaminhados para destinação apropriada.

Separem seus resíduos e tragam eles pra gente!



Figura 5. Conteúdo interno do folder distribuído na Educação Ambiental

Nas mídias sociais, foram realizadas 84 publicações no *Instagram* e *Facebook* e 38 produções para *Whatsapp*, com a divulgação por meio da rede de contato de pessoas da cidade visitada, normalmente representantes de prefeituras, secretarias e demais habitantes da comunidade local. A conta do *Instagram* (<https://www.instagram.com/redemineiralr>) acumulou 2415 seguidores e a do *Facebook* (<https://www.facebook.com/profile.php?id=100092838056699&mibextid=ZbWKwL>) conta com 35 seguidores. Entre 17 de agosto a 29 de outubro, três últimos meses de eventos, foram alcançadas 24347 contas no *Instagram* com as divulgações, um bom exemplo de engajamento e conscientização ambiental por meio das redes sociais.

De 11 de junho a 29 de outubro de 2023, todos os 17 municípios incluídos no Projeto Piloto UFV - campus Viçosa, foram contemplados com as ações do projeto da RMLR. Em cada município foram realizadas as atividades de educação ambiental (Figura 6) de segunda à sexta-feira por meio de apresentações, palestras e distribuição dos materiais gráficos nas escolas, comércios, estabelecimentos públicos, entre outros, e a divulgação do evento “Uma Tarde pelo Planeta”, realizado aos domingos à tarde.



Figura 6. Atividades de Educação Ambiental realizadas pela Rede Mineira de Logística Reversa nas escolas e nos eventos Uma Tarde pelo Planeta

O evento “Uma Tarde pelo Planeta” proporcionou diversão e cultura aliada à conscientização ambiental e, para isso, diversos profissionais estiveram envolvidos. Jogos, gincanas e brincadeiras foram levados pela equipe de recreação para entretenimento das crianças e adolescentes, além de brinquedos como pula-pula, tobogã inflável e piscina de bolinhas durante quatro horas no espaço central de eventos cedido pelo município.

Todos os municípios foram contemplados com a apresentação teatral infantil “O ciclo da logística reversa: uma odisséia de devoluções”, desenvolvida especialmente para o projeto para comunicar de forma lúdica e atrativa a importância da logística reversa em nosso dia a dia e como devemos proceder com os nossos resíduos. A apresentação dos artistas locais ficou a critério das municipalidades, sendo realizados shows de cantores ou grupo musical, apresentação de banda lírica, capoeira, atividades folclóricas (congado) ou até atividades de ginástica para terceira idade.

Os resíduos recolhidos durante o evento “Uma Tarde pelo Planeta” foram transportados e armazenados no Campus Viçosa da UFV. Em contrapartida pela cessão do espaço, a UFV teve seus resíduos de logística reversa recolhidos pelo projeto e, com isto, destinados de forma correta sem custo para a instituição.

Cada uma das instituições gestoras dos resíduos de logística reversa foi responsável pelo transporte e destinação adequada dos resíduos coletados pelo projeto nos 17 municípios. Como os resíduos foram armazenados e acumulados no Campus Viçosa da UFV, a instituição gestora realizou uma rota única de logística, o que otimizou e reduziu os custos operacionais, mas de forma a garantir o atendimento de todos os municípios.

Fase 3 – Resultados da Atuação do Projeto nos Municípios

Resíduos perigosos coletados

Na Tabela 5 é apresentado o quantitativo total de resíduos coletados no projeto piloto por tipologia de resíduo. Foram coletadas 58816 unidades de resíduos perigosos, que corresponderam a um peso total de 42941.53 kg. Em termos de unidades coletadas, as lâmpadas corresponderam ao maior percentual, com 48.33 %, seguido das pilhas e baterias (26.47 %). No entanto, em termos de peso, os pneus representaram 50.94 % do peso coletado, seguido dos eletroeletrônicos, com 32.99 % (Figura 7). Lâmpadas, pilhas e baterias são resíduos pequenos e leves, com tempo de vida curto, o que contribui para uma maior geração. Além disso, a população tem educação ambiental há mais tempo sobre os danos ambientais e na própria saúde que esses resíduos podem causar, sendo mais comum ver o armazenamento deles em casas, escolas e órgãos públicos até que seja encontrado um destino ambientalmente seguro. Os pneus são materiais mais pesados, e com tempo de vida maior, portanto, tendem a ser descartados com uma frequência menor, mas representam grande contribuição em termos de peso. Já no caso dos eletroeletrônicos, estes são constituídos por itens de variados tipos, desde pequenas unidades, como fones de ouvidos, até unidades maiores, como freezers e ar condicionados, com grande quantidade de televisores, computadores e impressoras. Percebeu-se que a comunidade associa os resíduos eletroeletrônicos maiores ao descarte em ferro velho e os menores em lixeiras comuns.

Tabela 5. Resumo do quantitativo de resíduos coletados no Projeto - piloto UFV - campus Viçosa da RMLR

Resíduo	Quantitativo coletado		Percentual coletado	
	Unidades	Peso (kg)	Por unidade	Por peso
Pilhas e baterias	15566	2018.63	26.47	4.70
Lâmpadas	28424	4150.95	48.33	9.67
Filtros, óleos lubrificantes e suas embalagens	1168	730.90	1.99	1.70
Eletroeletrônicos	8763	14167.65	14.90	32.99
Pneus	4895	21873.40	8.32	50.94
Total	58816	42941.53	-	-

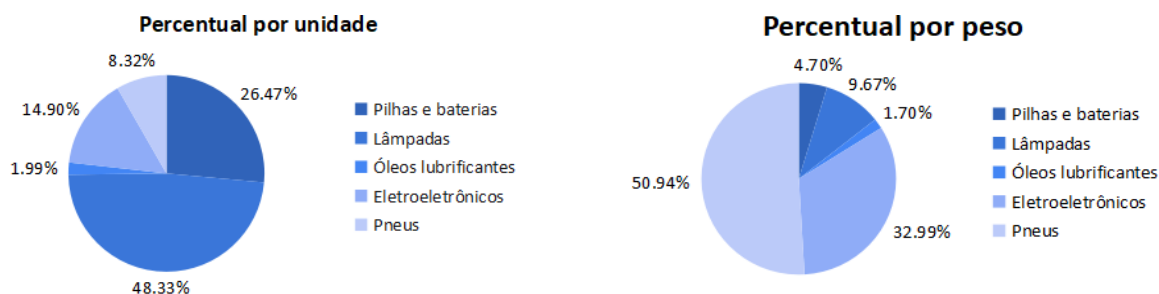


Figura 7. Percentagem dos resíduos coletados, distribuídas por tipologia, unidade e peso

Em relação aos resíduos e embalagens de agrotóxicos, cabe destacar que esta tipologia não foi coletada nas ações do projeto, uma vez que o Inpev, entidade gestora, no Brasil, do Sistema Campo Limpo e do Sistema Brasileiro de Logística Reversa de Embalagens e Resíduos de Agrotóxicos, tem uma ampla atuação na região de abrangência do projeto, em todos os 17 municípios contemplados, realizando coletas periódicas na região. No município de Coimbra, há um Ponto de Recebimento de Embalagens e Resíduos de Agrotóxicos do Inpev, para o qual são destinados esses resíduos. Desta forma, durante a realização das campanhas de educação ambiental, bem como do evento de coleta, não foram identificados nos municípios resíduos de agrotóxicos e embalagens acumulados, com exceção do município de Viçosa. Desse modo, as ações do projeto para esta tipologia de resíduo restringiram às campanhas e atividades de educação ambiental, que contemplavam informações sobre a estrutura da logística reversa praticada pelo Inpev.

Na Tabela 6 são apresentados os quantitativos de resíduos coletados por município e na UFV. Observou-se uma grande variabilidade, seja por peso ou por unidade, nestes quantitativos. Isso foi associado ao diferente nível de envolvimento e participação dos órgãos públicos municipais e dos cidadãos na etapa de educação ambiental. Percebeu-se que os maiores resultados quantitativos foram obtidos nos municípios nos quais houve maior interação dos representantes municipais, especialmente das equipes da Secretaria de Educação e da Secretaria de Meio Ambiente, com a equipe do projeto. Esta situação ocorreu nos municípios de Presidente Bernardes, Paula Cândido e Porto Firme, nos quais foram coletados, respectivamente, 1515.85 Kg, 4308.85 Kg e 6431.63 kg.

No município de Presidente Bernardes, um caminhão foi disponibilizado pela prefeitura para recolher os resíduos da área rural, favorecendo a inclusão e participação da população rural nas ações do projeto. No município de Paula Cândido houve uma intensa participação da equipe local na divulgação das ações do projeto em redes sociais, especialmente em grupos de *Whatsapp* e por meio de motoradio na área urbana municipal. Em Porto Firme, foi realizada uma gincana pelas escolas para estimular a separação dos resíduos pelas famílias em suas casas. Os resíduos foram acumulados nas escolas e recolhidos no dia do evento "Uma Tarde pelo Planeta", além do recolhimento dos resíduos entregues pela população no próprio evento.

Tabela 6. Quantitativo dos resíduos coletados por tipo de resíduo e município

Município	Pilhas e baterias		Lâmpadas		Filtros, óleos lubrificantes e suas embalagens		Eletroeletrônicos		Pneus		Total	
	Und*	Peso (kg)	Und	Peso (kg)	Und	Peso (kg)	Und	Peso (kg)	Und	Peso (kg)	Und	Peso (kg)
Amparo do Serra	685	11.85	61	10.35	4	0.65	138	353.45	25	110.10	913	486.40
Cajuri	4	0.15	22	4.95	6	8.90	61	438.50	294	1261.20	387	1713.70
Canaã	280	5.65	30	1.75	17	1.10	244	274.85	67	602.95	638	886.30
Coimbra	259	11.15	5	0.60	23	10.40	44	354.65	100	949.85	431	1326.65
Guaraciaba	234	4.45	43	6.20	0	0	393	318.65	16	108.25	686	437.55
Jequeri	484	9.90	9	0.50	2	2.10	620	1009.05	1	5.50	1116	1027.05
Oratórios	1197	20.05	171	27.05	2	35	280	371.95	8	84.75	1658	538.80
Paula Cândido	5656	121.40	6	0.20	0	0	74	172.75	1966	4014.50	7702	4308.85
Pedra do Anta	130	5.65	8	0.90	16	5	36	225.55	109	1103.05	299	1340.15
Porto Firme	955	41.28	31	2.65	60	4.75	603	849.90	1295	5533.05	2944	6431.63
Presidente Bernardes	605	17.20	107	11.20	4	0.85	303	993.95	129	492.65	1148	1515.85
Santo Antônio do Grama	334	8.10	58	2.95	58	21.10	72	336.90	83	678.85	605	1047.90
São Geraldo	16	2.15	87	16.35	69	18.15	17	122.45	50	890.90	239	1050
São Miguel do Anta	472	5.10	20	0.90	16	4.10	138	96.75	13	59.30	659	166.15
Teixeiras	0	0	0	0	30	4.60	31	28.60	179	187.80	240	221
Urucânia	654	4.40	21	3.20	44	48.85	251	329.15	46	812.60	1016	1198.20
Viçosa	3173	128	370	21.20	813	345.35	4124	3885	283	900.10	8763	5279.65
UFV	428	1622.15	27375	4040	4	220	1334	4005.55	231	4078	29372	13965.70
Totais:	15566	2018.63	28424	4150.95	1168	730.90	8763	14167.65	4895	21873.40	58816	42941.53

* Und - Unidade

Observação: destaque, em negrito, para os municípios que apresentaram maior quantidade de resíduos coletados e destinados à logística reversa

Na Tabela 7 é apresentada a distribuição amostral da quantificação dos resíduos feita por unidade coletada para cada tipologia de resíduo avaliado no Projeto RMLR. Os diagramas boxplot dessa distribuição são apresentados na Figura 8.

Tabela 7. Distribuição amostral dos resultados de quantificação por unidade de resíduos coletados

Resíduo	Distribuição Amostral				
	1º quartil	3º quartil	Mediana	Valor Mínimo	Valor Máximo
Pilhas e baterias	234	685	472	0	5656
Lâmpadas	9	61	30	0	370
Filtros, óleos lubrificantes e suas embalagens	4	44	16	0	813
Eletroeletrônicos	61	303	138	17	4124
Pneus	25	179	83	1	1966

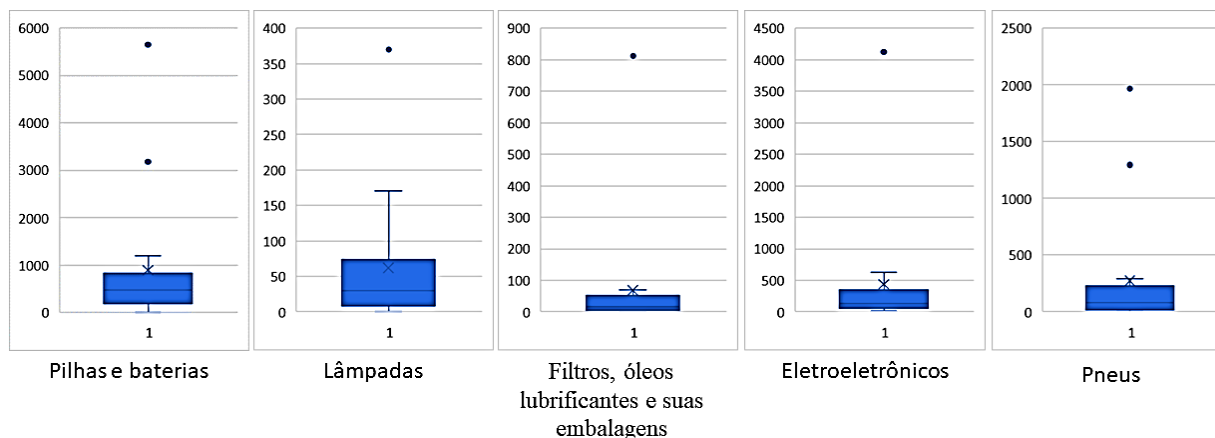


Figura 8. Diagramas Boxplot da distribuição amostral por tipologia de resíduo coletado

Na Tabela 8 é apresentada a relação de resíduos gerados por habitantes em cada município atendido pelo projeto. A média geral de todas as tipologias de resíduos sujeitos à logística reversa coletados pelo projeto foi de 0.3 unidades por habitantes e 0.22 quilos por habitante. De acordo com o Relatório Global de Resíduos Eletrônicos da ONU (Balde *et al.*, 2024), a média de geração de resíduos eletrônicos no Brasil, que inclui eletroeletrônicos, lâmpadas, pilhas e baterias, em 2022 foi de 4.4 quilos por habitantes. A média de coleta e destinação pela logística reversa desses resíduos é de 0.74 quilos por habitante, ou seja, apenas 17% dos resíduos gerados são destinados de forma correta. Mesmo com o baixo percentual de atendimento pela logística reversa para os

resíduos eletroeletrônicos, o Brasil é o líder na América Latina. No Continente Americano, a média de resíduos coletados e destinados à logística reversa é de 30%, Na Europa, 42.8%; na Oceania, 41.4%; na Ásia, 11.9% e África, 0.7%, fazendo com que a média mundial para a logística reversa de resíduos eletroeletrônicos seja de 22.3% (Balde *et al.*, 2024).

Tabela 8. Relação do quantitativo de resíduos coletados por habitantes e destinados à logística reversa

Município	População (habitantes)	Unidades/habitantes	Peso/habitantes
Pedra do Anta	3311	0.090	0.405
Cajuri	4088	0.095	0.419
Santo Antônio do Grama	4229	0.143	0.248
Amparo do Serra	4541	0.201	0.107
Canaã	4715	0.135	0.188
Presidente Bernardes	4850	0.237	0.313
Oratórios	4917	0.337	0.110
São Miguel do Anta	6334	0.104	0.026
Coimbra	7117	0.061	0.186
Paula Cândido	8659	0.889	0.498
Guaraciaba	9753	0.070	0.045
São Geraldo	10282	0.023	0.102
Porto Firme	10569	0.279	0.609
Urucânia	10600	0.096	0.113
Teixeiras	12255	0.020	0.018
Jequeri	12419	0.090	0.083
Viçosa	76430	0.115	0.069
Total	195069	0.302	0.220

Observação: destaque, em negrito, para os municípios que apresentaram maior taxa per capita de resíduos coletados e destinados à logística reversa

Considerando o quantitativo de resíduos eletroeletrônicos gerados, a taxa de geração per capita de resíduos e a quantidade destinada à logística reversa, de acordo com os dados apresentados por Balde *et al.* (2024), foi calculado a taxa per capita de destinação para a logística reversa, dado aos resíduos eletroeletrônicos para efeito de comparação com os resultados obtidos pelo Projeto Rede Mineira de Logística Reversa. Ressalta-se que não foram encontrados dados numéricos referentes à geração de resíduos eletroeletrônicos em Minas Gerais, apenas dados da quantidade total de resíduos eletroeletrônicos movimentados em Minas Gerais no ano de 2022 (SEMAD, 2024), destacando-se a relevância dos dados gerados por esta pesquisa para o Estado (Tabela 9).

Pela análise dos dados apresentados na Tabela 9, verifica-se que a taxa de reciclagem obtida pelo projeto para os municípios mineiros foi de 0.22 kg/habitante, sendo inferior à taxa mundial, mas significativamente superior à taxa calculada para o Estado de Minas Gerais, de 0.06 kg/habitante. Essa diferença indica a necessidade e a importância de realização prévia de ações e campanhas de educação ambiental e de mobilização popular para a coleta e destinação adequada desses resíduos perigosos.

Tabela 9. Relatório Global de resíduos eletroeletrônicos em 2022 (Adaptado de Balde *et al.*, 2024)

Local	Geração de resíduo perigoso* (Kg)	Resíduo destinado à logística reversa (Kg)	Taxa de geração per capita (Kg/hab)	Percentual destinado à logística reversa (%)	Taxa per capita destinada à logística reversa** (Kg/hab)
Mundial	62 bilhões	13.8 bilhões	7.8	22.3	1.73
África	3.5 bilhões	25 milhões	2.5	0.7	0.18
Ásia	30 bilhões	3.6 bilhões	6.6	11.9	0.78
Oceania	707 milhões	292 milhões	16.1	41.4	6.66
Europa	13 bilhões	5.6 bilhões	17.6	42.8	7.53
Américas	14 bilhões	4.3 bilhões	14.1	30	4.23
Brasil	2.4 bilhões		4.4	17	0.74
Taxa per capita destinada à logística reversa no Estado de Minas Gerais, Brasil (Kg/hab)***					0.06
Taxa per capita destinada à logística reversa nos 17 municípios mineiros do Projeto-Piloto para estruturação da Rede Mineira de Logística Reversa (Kg/hab)****					0.22

*e-waste global (eletroeletrônicos; lâmpadas; pilhas e baterias); **Calculado pelos autores; ***Calculado pelos autores baseado na quantidade total de resíduos eletroeletrônicos movimentados em Minas Gerais no ano de 2022 e do Censo 2022 do IBGE; ****Resíduos coletados e destinados pela RMLR (eletroeletrônicos; lâmpadas; pilhas e baterias; pneus; filtros, óleos lubrificantes e suas embalagens)

A análise estatística realizada para verificar a correlação entre o quantitativo de resíduos coletados em unidade e a população municipal apresentou um coeficiente de Pearson de 0.72, indicando que há uma correlação forte entre as variáveis população e unidades coletadas, ou seja, quanto maior a população, menor a quantidade proporcional de resíduos coletada. Essa tendência pode ser verificada pela análise do gráfico da Figura 9: quando foi realizado o atendimento em Viçosa, cidade com a maior população, não houve um aumento significativo na quantidade coletada.

É importante ressaltar que, no município de Viçosa, já está implementada a logística reversa de lâmpadas; pilhas e baterias; filtros, óleos lubrificantes e suas embalagens. Apesar do município não ser atendido pela logística reversa de eletroeletrônicos, há uma grande quantidade de estabelecimentos comerciais prestadores de assistência técnica que recolhem os equipamentos que não são mais funcionais, e realizam a venda para empresas recicladoras. A coleta de pneus é realizada pela Prefeitura Municipal, que encaminha esses resíduos para a empresa Reciclanip, responsável por sua logística reversa no Brasil. Portanto, isso caracteriza que a demanda por projetos de campanha itinerante é de fato maior em municípios de pequeno porte.

A análise de correlação entre o quantitativo de resíduos coletados em peso e a população municipal apresentou um coeficiente de correlação de Pearson de 0.53, indicando que há uma correlação moderada entre as variáveis população e em peso, ou seja, quanto maior a população, menor a quantidade proporcional coletada (Figura 10).

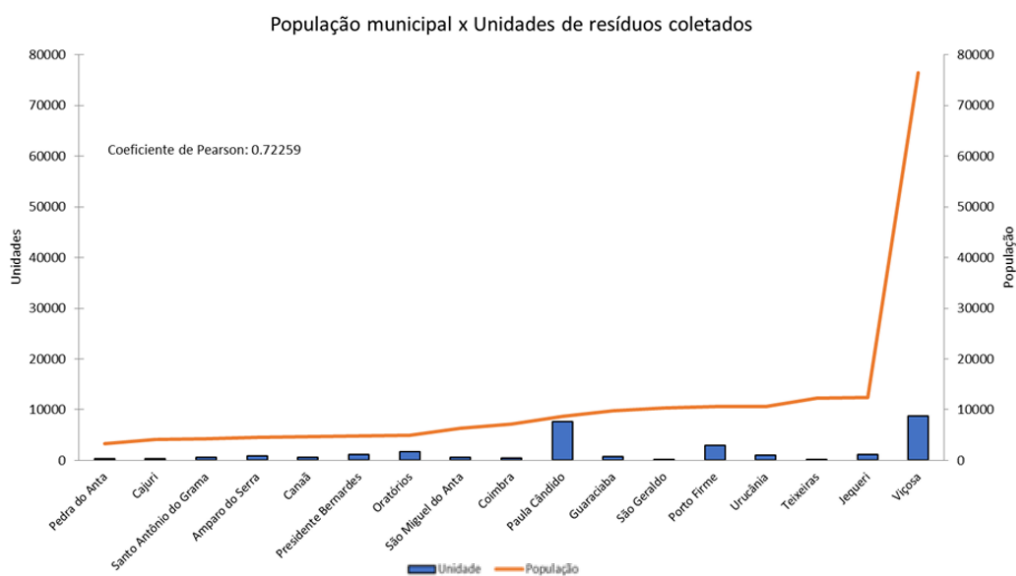


Figura 9. Relação entre população e quantidade de resíduos coletados em unidades



Figura 10. Relação entre população e quantidade de resíduos coletados em peso

Avaliação da percepção da população local em relação à logística reversa

Os questionários para avaliar o envolvimento e participação da população em relação à logística reversa foram aplicados em 9 cidades e contaram com a resposta de 34 entrevistados. Os participantes foram questionados sobre como tomaram conhecimento do evento, se haviam levado algum resíduo, qual o tipo de resíduos levaram e qual o destino seria dado ao resíduo, se não houvesse o projeto. Os entrevistados disseram saber do evento “Uma Tarde pelo Planeta” por meio do folder, entregue nas escolas durante as atividades de educação ambiental; pelas mídias sociais; por meio da mobilização realizada com o carro de som, no dia do evento, e por amigos e parentes. Apenas 8% dos entrevistados não levaram algum resíduo para ser descartado no dia do evento. Dos 31 entrevistados que levaram resíduos, apenas uma pessoa disse ter entregue embalagens de óleo lubrificante, todas as demais levaram algum tipo de resíduo: eletroeletrônicos, lâmpadas, pilhas e/ou baterias, todas essas tipologias consideradas, mundialmente, somente como resíduos eletroeletrônicos, diferentemente da classificação no Brasil. Nota-se que 7 entrevistados ressaltaram a importância e a atratividade das brincadeiras e atividades, realizadas durante o evento, para uma ação de educação ambiental desenvolvida de forma lúdica para as crianças.

Abriço de armazenamento temporário de resíduos

A NBR 12235/1992 apresenta as exigências para o armazenamento temporário dos resíduos perigosos, o qual deverá “ser feito de modo a não alterar a quantidade/qualidade do resíduo” (ABNT, 1992, p.2). A norma descreve critérios quanto ao acondicionamento e caracterização dos resíduos, à localização do abrigo, ao isolamento, à sinalização, à iluminação e força, à comunicação, ao acesso, ao treinamento, ao manuseio dos resíduos e ao controle da poluição. A Tabela 10 traz um resumo dos principais itens observados na referida norma.

O abrigo de armazenamento temporário de todos os resíduos perigosos foi instalado no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LESA) da Universidade Federal de Viçosa. Após os eventos “Uma Tarde pelo Planeta”, os resíduos eram transportados por empresa especializada em logística de resíduos perigosos e dispostos no abrigo.

O abrigo temporário de resíduos perigosos foi montado com tenda plástica com fechamento nas laterais em pátio cimentado com sistema de drenagem de água pluvial (Figura 11), com dimensões 15m x 15m x 3m, de modo a garantir sua impermeabilização e a proteção contra agentes naturais, contando com placas de sinalização para alerta de presença de resíduo perigoso (Figura 12). Cada tipo de resíduo foi armazenado separadamente, mas dentro do mesmo espaço. Os pneus e eletroeletrônicos foram alocados diretamente no piso cimentado ou em grandes bolsas, conhecidas como bigbags. As lâmpadas, pilhas e baterias, e as embalagens e filtros de óleos lubrificantes foram armazenadas em bombonas, alocadas em cima de bacias de contenção de vazamentos, conforme exigências da NBR 12235/1992.

Tabela 10. Condições para o armazenamento temporário de resíduos perigosos segundo a NBR 12235/1992*

Descrição da etapa/procedimento realizado	Critérios da norma
Acondicionamento em contêineres ou tambores	Preferencialmente em áreas cobertas, bem ventiladas, colocados sobre base de concreto ou material que impeça a lixiviação e percolação.
Acondicionamento a granel	Em construções fechadas e impermeabilizadas.
Características dos resíduos	Análise prévia das propriedades físicas e químicas dos resíduos antes do seu armazenamento. Elaboração de plano de amostragem de resíduos.
Localização	Local em que: perigo de contaminação ambiental minimizado; aceitação da população seja maximizada, esteja de acordo com o zoneamento da região. Considerar condições de operações industriais da vizinhança que ofereçam riscos de atingir os resíduos estocados, bem como riscos potenciais de fenômenos naturais ou artificiais.
Isolamento e sinalização	Sistema de isolamento que impeça o acesso de pessoas estranhas. Sinalização de segurança para os riscos de acesso. Áreas definidas, isoladas e sinalizadas para resíduos compatíveis.
Iluminação e força	A instalação deve estar suprida com iluminação e força.
Comunicação	Sistema de comunicação interno e externo, além de permitir seu uso em ações de emergência
Acessos	Acessos protegidos, e que permitam o uso em quaisquer condições climáticas
Treinamento	Capacitação sobre a operação da instalação de armazenamento
Manuseio	Utilização de Equipamento de Proteção Individual para o manuseio de resíduos perigosos
Controle da poluição	Uso de equipamentos e estruturas para controle de poluição ou sistemas de tratamento de poluentes ambientais. O uso de bacias de contenção, contêineres e/ou tambores com materiais compatíveis, locais impermeabilizados e estruturas para evitar escoamento superficial são algumas medidas adotadas nesse controle.

*ABNT, 1992.

Os resíduos que chegavam ao abrigo de armazenamento temporário eram descarregados na área de recebimento, separados de acordo com sua categoria e armazenados corretamente. Diversos resíduos recicláveis foram identificados nessa etapa, como caixas de papelão usadas pelos cidadãos para armazenar e transportar os resíduos até o evento ou embalagens plásticas que acumulavam as pilhas e baterias. Esses resíduos foram encaminhados para as associações de catadores de Viçosa.



Figura 11. Abrigo temporário de armazenamento de resíduos na Universidade Federal de Viçosa



Figura 12. Sinalização de segurança.

Destinação Final

O processo de destinação final de cada um dos resíduos de logística reversa foi realizado pela respectiva instituição gestora responsável no Brasil pela coleta e destinação final do resíduo (Figura 13). A Reciclanip coletou e destinou os pneus inservíveis, o Instituto Jogue Limpo coletou e destinou as embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas e apoiou na coleta do óleo lubrificante usado ou contaminado pela empresa TASA Ambiental; a Reciclus coletou e destinou as lâmpadas e a Green Eletron coletou e destinou as pilhas, baterias, eletrônicos e seus componentes.

Todas as instituições gestoras foram parceiras do projeto e realizaram suas atividades sem ônus para os municípios ou para a UFV, além de fornecerem ao projeto os certificados de destinação (Figura 14).



Figura 13. Coleta de pneus e coleta de eletroeletrônicos para destinação final pela instituição gestora responsável.



Figura 14. Certificado de Destinação fornecido pela instituição gestora Reciclus

Conclusões

A Rede Mineira de Logística Reversa é um projeto de pesquisa em extensão universitária que objetiva criar e testar uma modelagem para proporcionar o atendimento de todos os 853 municípios mineiros com a logística reversa de todas as tipologias de resíduos perigosos em campanha de coleta itinerante com a centralização nas Instituições de Ensino Superior.

A atuação de todas as instituições gestoras de resíduos de logística reversa conjuntamente promove a eficiência e eficácia da educação ambiental da população sobre a amplitude dos resíduos que eles devem separar para a logística reversa. Isto significa que todos os recursos financeiros das instituições gestoras para o estado de Minas Gerais podem ser usados em conjunto e, assim, proporcionar a atuação em todos os municípios mineiros com educação ambiental e coleta de todos os resíduos perigosos de uma única vez, facilitando para a população e otimizando para a logística de coleta e destinação final.

O projeto-piloto possibilitou o atendimento a 17 municípios mineiros, todos com populações inferiores a 25 mil habitantes, à exceção de Viçosa. Também foi contemplado no projeto o campus Viçosa da UFV. Ao todo, foram coletadas 58816 unidades de resíduos perigosos, que corresponderam a um peso total de 42941.53 kg. Todos os resíduos perigosos coletados pelo projeto (pilhas e baterias; pneus; embalagens e resíduos de óleos lubrificantes; lâmpadas e produtos eletroeletrônicos e seus componentes) foram destinados de forma adequada, em parceria com as instituições gestoras responsáveis.

Apesar de ser líder em logística reversa de eletroeletrônicos na América Latina, o Brasil ainda tem muito o que ampliar no atendimento aos municípios, principalmente os menores, e entende-se que a estratégia proposta pela Rede Mineira de Logística Reversa pode impulsionar esse processo em Minas Gerais e ser estendida aos demais estados brasileiros e outros países da América Latina com as adaptações necessárias às suas especificidades, mas contribuindo grandemente para uma efetiva educação ambiental e coleta unificada de resíduos perigosos.

Agradecimentos

À FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo financiamento concedido que possibilitou a execução deste projeto.

Referencias bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992) *NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 14 pp.
- Atlas Brasil (2010) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010. Acesso em: 01 de agosto de 2025.
Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>

- Azevedo, M. A., Diniz, N. R., Silva, J. V. A. G., Marques, D. S. (2024) Projeto-piloto para estruturação da rede mineira de logística reversa. *7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*, Curitiba, PR, Brasil.
- Brasil (2010) *Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*, Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil. Acesso em: 13 de janeiro de 2025. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Brasil (2015) *Acordo Setorial para implantação do Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista*, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, Diário Oficial da União, de 12 de março de 2015, Seção 3, número 48, pag 150, Brasília, DF, Brasil. Acesso em: 10 de janeiro de 2025. Disponível em: https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Publicacao-do-Extrato-do-Acordo-Setorial-de-Lampadas-no-DOU-12_03_2015.pdf
- Brasil (2022) *Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*, Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil. Acesso em: 10 de janeiro de 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91
- Baldé, C. P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, H., Althaf, S., Bel, G., Deubzer, O., Fernandez-Cubillo, E., Forti, V., Gray, V., Herat, S., Honda, S., Iattoni, G., Khatriwal, D. S., Cortemiglia, V. L., Lobuntsova, Y., Nnorom, I., Pralat, N., Wagner, M. (2024) *Global E-waste Monitor 2024*. International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), Geneva/Bonn. Acesso em 15 de janeiro de 2025. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/12/GEM_2024_EN_11_NOV-web.pdf
- COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental (2024) *Deliberação Normativa nº 249, de 30 de janeiro de 2024. Define as diretrizes para implementação, operacionalização e monitoramento dos sistemas de logística reversa no estado de Minas Gerais, e altera a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017*, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Acesso em 14 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://www.pesquisalegislativa.mg.gov.br/LegislacaoCompleta.aspx?cod=208902&marc=>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) *Censo Demográfico de 2010*. Acesso em: 15 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) *Censo Demográfico de 2022*. Acesso em: 15 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html>
- SEMAD, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2024) *Panorama dos resíduos sólidos no estado de Minas Gerais com base nos dados do sistema MTR-MG Ano-base 2022*, Belo Horizonte, MG. Acesso em: 01 de agosto de 2025. Disponível em: http://legados.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2024/MTR/V_FINAL_PanoramaSistemaMTR_ano_base2022_08_03_24_completa.pdf
- Silva, L. A. da, Silva, L. C. O. (2024) Solid waste public policies and environmental technological innovation: A narrative review on the implementation of reverse logistics. *Research, Society and Development*, **13**(10), e29131047002. Acesso em: 13 de janeiro de 2025. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i10.47002>
- UFV: UFV em números – Edição 2024 (Base de dados 2023) Acesso em: 01 de agosto de 2025. Disponível em: <https://ppo.ufv.br/wp-content/uploads/2024/07/UFV-em-numeros-ano-base-2023.pdf>