

## LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NO BRASIL: uma revisão da literatura

**GILSON PEDRO RANZULA**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

**ROBERTA DALVO PEREIRA CONCEIÇÃO**

### **Introdução**

O crescente volume de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos globalmente apresenta riscos ambientais e de saúde devido a substâncias tóxicas. A logística reversa é crucial para mitigar esses impactos. O estudo visa identificar como as instituições de ensino superior no Brasil gerenciam o descarte de REEE, com foco na LR. A falta de sensibilização dos funcionários dessas instituições agrava o problema. A pesquisa utiliza revisão bibliográfica de 2013 a 2023 e busca contribuir para uma gestão mais sustentável de REEE nas instituições educacionais, promovendo a sensibilização e ações efetivas

### **Problema de Pesquisa e Objetivo**

Problema de Pesquisa: Como são realizados os processos de gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior do Brasil, com ênfase no conceito de Logística Reversa? Objetivo: Identificar como são realizados os processos de descarte desses resíduos na gestão de REEE nessas instituições, com ênfase no conceito de Logística Reversa.

### **Fundamentação Teórica**

A Logística Reversa (LR) é crucial para a sustentabilidade, redirecionando produtos e embalagens para o processo produtivo (Leite et al., 2019). A PNRS define a LR como essencial, focando na coleta e devolução de resíduos sólidos para reaproveitamento (Brasil, 2010). O Brasil enfrenta desafios na reciclagem de REEE, resultando em impactos ambientais e riscos à saúde (Rajesh et al., 2022). É crucial adotar medidas sustentáveis e sensibilizar instituições de ensino, alinhadas à PNRS (Watanabe e Candiani, 2019), essenciais para preservar o meio ambiente e garantir a sustentabilidade.

### **Metodologia**

Este artigo revisou a literatura usando dados de diversas fontes, incluindo SciELO, ScienceDirect, Scopus e Google Acadêmico, com descritores como "logística reversa" e "equipamentos eletroeletrônicos". Os critérios de inclusão abrangiam artigos de 2013 a 2023, disponíveis gratuitamente, excluindo os não relacionados. O estudo seguiu etapas, como escolha do tema, elaboração do plano de trabalho, busca de referências bibliográficas, seleção de material, análise dos dados e redação, visando proporcionar uma compreensão aprofundada das questões abordadas.

### **Análise dos Resultados**

Este artigo revisou a literatura sobre resíduos eletroeletrônicos em instituições de ensino no Brasil, identificando 33 estudos relevantes após analisar 65 artigos de bases de dados. Universidades como USP, UNICAMP e UFCG se destacaram em gestão de resíduos, enquanto UFPE, UFRJ e FACAPE também estão envolvidas em reciclagem. No entanto, o IFAM ainda não implementou sistemas de Logística Reversa. Padronizar essas práticas em todo o país continua sendo desafio, exigindo investimento em informação e educação para garantir o descarte adequado de resíduos eletroeletrônicos.

### **Conclusão**

O estudo analisou a gestão de REEEs em instituições de ensino superior no Brasil. Algumas adotaram práticas adequadas, mas outras enfrentam desafios com equipamentos obsoletos. A conformidade com regulamentações de resíduos sólidos é essencial. O gerenciamento eficaz dos REEEs é crucial para responsabilidade socioambiental e para prevenir a poluição. A exposição a substâncias perigosas nos REEEs implica riscos à saúde. As autoridades devem promover políticas para LR e sensibilização e práticas sustentáveis. A pesquisa contribui para o conhecimento das ações nas instituições educacionais.

### **Referências Bibliográficas**

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário oficial da República. Brasília, DF, 3 dez. 2010; RAJESH, R.; KANAKADHURGA, D.; PRABAHARAN, N. Electronic waste: A critical assessment on the unimaginable growing pollutant, legislations and environmental impacts. Environmental Challenges, v. 7, 2022; WATANABE, F. P.; CANDIANI, G. Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 10, n. 5, p. 170-185, ago./set. 2019.

### **Palavras Chave**

Logística Reversa, Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Instituições de Ensino

### **Agradecimento a órgão de fomento**

Agradeço à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO).

# LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NO BRASIL: uma revisão da literatura

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) tem se tornado um problema cada vez mais preocupante em escala global. O descarte inadequado desses resíduos apresenta sérios riscos ambientais e à saúde humana devido à presença de substâncias tóxicas em sua composição (RAJESH, 2022).

Nesse contexto, a logística reversa (LR) surge como uma estratégia fundamental para atenuar os impactos negativos desse tipo de resíduo. Diversos estudos têm destacado a importância da implementação de políticas e práticas voltadas para a LR de REEE, visando o tratamento adequado desses materiais, a redução da poluição ambiental e a promoção da sustentabilidade. O aumento significativo do volume de resíduos gerados pelos REEE, tem se tornado um sério problema para o planeta (AFONSO, 2018; SILVA et. al., 2018).

Além disso, para minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade, há a necessidade de aplicar normas e diretrizes relacionadas aos REEE, pois a correta disposição desses resíduos é fundamental para evitar problemas relacionados à poluição ambiental (ISLAM e HUDA, 2018; ROSSINI e NASPOLINI, 2017).

Um aspecto que merece destaque é a falta de sensibilização e conhecimento por parte dos funcionários das instituições educacionais sobre a LR e as formas adequadas de descarte de REEE, o que resulta em armazenamento inadequado desses equipamentos, expondo a saúde humana a riscos desnecessários, o que demonstra a necessidade de cooperação entre as autoridades envolvidas para garantir o correto descarte dos REEE (FRAGALLI e PEREIRA, 2016).

Considerando a relevância desse problema, o presente estudo tem como objetivo identificar como são realizados os processos de descarte desses resíduos na gestão de REEE nessas instituições, com ênfase no conceito de LR.

Nesse sentido, esta pesquisa se baseia em uma revisão bibliográfica dos principais estudos e artigos científicos disponíveis nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Science Direct*, *Scopus* e *Google Acadêmico*, nos idiomas português e inglês. Utilizando descritores como “logística reversa”, “resíduos de equipamentos eletroeletrônicos” e “instituições de ensino”. Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para selecionar os estudos mais relevantes entre os anos de 2013 e 2023.

Este artigo está dividido em cinco partes, incluindo esta introdução inicial. A próxima seção aborda a base teórica do estudo, enquanto a terceira explica o método utilizado na pesquisa. A quarta parte destaca a análise dos dados coletados, onde são identificadas as práticas de gerenciamento dos REEE, juntamente com os desafios e vantagens associados à sua implementação. Por último, na quinta seção, são fornecidas as conclusões finais do estudo, bem como recomendações para investigações futuras.

Ao final desta pesquisa, espera-se contribuir para a ampliação do conhecimento e discussão sobre a realização dos processos de LR de REEE nas instituições educacionais, identificando lacunas e propondo soluções para uma gestão mais eficiente e sustentável desses resíduos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 2.1 Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos

A Logística Reversa tem se destacado como uma abordagem estratégica essencial para lidar com os desafios ambientais e socioeconômicos relacionados à gestão de resíduos e a implementação eficaz da LR é fundamental para minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de resíduos e promover a sustentabilidade no ciclo de vida dos produtos (LEITE et al., 2019).

A LR abrange a gestão, reciclagem e descarte de materiais perigosos, além de envolver atividades logísticas relacionadas à redução, substituição e reutilização de materiais. Essa abordagem completa de gestão de resíduos visa conservar recursos e reciclar produtos no fim de sua vida útil. Ao contrário do fluxo tradicional da logística, que envolve a produção, estoque, expedição e consumo de novos produtos, a LR direciona os produtos e embalagens de volta ao processo produtivo como matéria-prima secundária, por meio do retorno e processamento adequados. (ISLAM e HUDA, 2018; SILVA et al., 2018).

Assim, a LR é definida pela Lei nº 12.305/10, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como um instrumento de desenvolvimento econômico e social que compreende um conjunto de ações, procedimentos e meios para facilitar a coleta e a devolução dos resíduos sólidos ao setor empresarial, visando ao reaproveitamento em seu ciclo produtivo ou em outros ciclos produtivos, ou a outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

A PNRS define seis grupos principais de resíduos que devem ser obrigatoriamente inseridos no sistema de LR: agrotóxicos e suas embalagens, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes e suas embalagens, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos e seus componentes (MORAIS, 2014).

Dentre os principais grupos de resíduos definidos pela PNRS, têm-se os resíduos gerados a partir do desuso de equipamentos eletroeletrônicos (EEE).

Em geral, os EEE são dispositivos que requerem o uso de corrente elétrica ou campos magnéticos para funcionar. No Brasil, eles são classificados em quatro categorias pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE): linha branca, linha marrom, linha azul e linha verde. Os EEE possuem tecnologia avançada e foram projetados para fornecer conveniência e facilitar tarefas complexas, oferecendo uma ampla variedade de aplicativos que melhoram o conforto na vida humana (ABDI, 2013; GRICONESCU et al., 2019; FORTI et al., 2020).

O avanço tecnológico e a redução de custos dos EEE resultaram em um aumento significativo no uso de dispositivos móveis e na adoção da internet. Isso transformou o comportamento dos usuários e facilitou o acesso a novos produtos. No entanto, essa rápida expansão global dos EEE tem levado ao consumo excessivo e à obsolescência programada, gerando uma quantidade crescente de REEE. Essa prática causa um impacto ambiental negativo, pois reduz a vida útil dos produtos e incentiva o consumismo, levando as pessoas a substituírem dispositivos funcionais por versões mais modernas (RAJESH et al., 2022; FORTI et al., 2020; PESSOA, 2018; ROSSINI e NASPOLINI, 2017; SILVA e DINIZ, 2023).

Esse aumento crescente na geração de REEE no Brasil é acompanhado pela ineficiência dos procedimentos de reciclagem. O país possui poucas unidades de reciclagem de REEE, sendo que a maioria delas se limita à desmontagem e recebe os resíduos por meio de parcerias, coleta particular, entrega voluntária, venda por catadores e programas municipais. Grande parte dos REEE é separada em plástico, que é reciclado, e partes metálicas, que são enviadas para empresas de reciclagem fora do país, na Europa ou América do Norte. (RODRIGUES et al., 2020; SANTOS e OGUNSEITAN, 2022).

Apesar da entrada significativa de EEE no mercado brasileiro, as taxas formais de coleta e reciclagem de REEE são muito baixas. Além disso, os procedimentos inadequados de

reciclagem resultam em exposição dos trabalhadores a substâncias perigosas, liberação de metais pesados e substâncias tóxicas na incineração inadequada de plásticos, e ameaça ambiental devido ao descarte incorreto, contaminando o solo e a água próxima a esses locais. (PERKINS et. al., 2014; RAJESH et. al., 2022).

Por outro lado, os REEE contêm materiais valiosos, como ouro, paládio, prata e elementos de terras raras, tornando-se uma fonte secundária conveniente, pois a quantidade de metais de valor econômico pode ser muito maior do que a encontrada nos minérios naturais. Além disso, há benefícios ambientais significativos quando se trata de materiais como cobre, aço e alumínio, que podem ser reciclados indefinidamente (DIAS et al., 2022).

Diante do avanço tecnológico e da obsolescência programada, é essencial adotar práticas sustentáveis para lidar com o aumento do descarte de REEE. A implementação efetiva da LR e a conscientização sobre os padrões de consumo são fundamentais para preservar o meio ambiente e garantir o bem-estar das futuras gerações. É necessário repensar nossa relação com a tecnologia, buscando soluções que equilibrem o avanço tecnológico com a sustentabilidade ambiental, por meio do reconhecimento da responsabilidade individual e coletiva e da implementação de políticas públicas adequadas.

## 2.2 Regulação Ambiental

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/10 e regulamentada pelo Decreto nº 10.936 de 2022, regulamenta o gerenciamento dos resíduos sólidos no país. No que se refere aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), o Decreto nº 10.240/20 regulamenta o inciso VI do **caput** do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305/10 e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa (SLR) de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico (BRASIL, 2020).

O Decreto 10.240 estabelece a obrigatoriedade de reciclagem ou descarte adequado dos resíduos recebidos pelo SLR por parte dos fabricantes e importadores. Esse novo modelo requer colaboração entre as partes interessadas e a implementação de novos instrumentos regulatórios. De acordo com o decreto, cada parte interessada é responsável por operar o SLR, financiando uma entidade de gestão legal responsável pelo sistema. Essa entidade deve estabelecer um grupo de monitoramento de desempenho para relatar indicadores ao Ministério do Meio Ambiente (FORTI et al, 2020; SANTOS e OGUNSEITAN, 2022).

Por sua vez, os consumidores devem separar os REEE dos demais resíduos, garantindo que não haja desperdício e removendo informações e dados pessoais antes de descartá-los nos locais designados pelo SLR. As cooperativas e associações de catadores também devem estar devidamente legalizadas para participar do SLR, uma vez que a integração e o engajamento de todos os envolvidos são essenciais para o sucesso desse sistema. É fundamental que cada parte reconheça imediatamente seu papel na busca pelos objetivos da política (SANTOS e OGUNSEITAN, 2022).

A fim de lidar de forma apropriada com esses resíduos, as organizações precisam desenvolver mecanismos que englobem a recolha, transporte e disposição dos mesmos. Além da PNRS, no Brasil existem leis estaduais e regulamentos específicos, como a NBR 16.156:2013, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece requisitos para preservação ambiental e controle de segurança e saúde no trabalho relacionados à atividade de reciclagem reversa de REEE (SILVA e DINIZ, 2023).

Diante do exposto, a LR de REEE no Brasil é crucial para enfrentar o aumento do consumo e a escassez de recursos naturais, exigindo maior envolvimento dos fabricantes, importadores, consumidores e governo, bem como a sensibilização da sociedade. É essencial que todas as partes envolvidas, incluindo organizações e governos, sigam as diretrizes

estabelecidas para garantir uma gestão eficaz dos resíduos sólidos, incluindo os REEE, e contribuam para a preservação ambiental e a sustentabilidade do país.

## 2.2 Logística Reversa de REEE em Instituições de Ensino do Brasil

No cenário atual, a administração pública tem um importante papel na cadeia de suprimentos dos EEEs. Isso ocorre, pois, as instituições governamentais são grandes consumidoras de EEEs e também geradoras de REEE (ALHOLA, 2018 et al.; PAES et al., 2017).

Nessa configuração, as compras públicas representam uma das maiores demandas de mercado em todo o mundo. Somente no Brasil, as instituições públicas federais movimentaram em 2018 mais de 47 bilhões de reais na aquisição de bens e serviços, sendo que uma significativa parcela desses recursos é utilizada para a aquisição de equipamentos eletroeletrônicos (MENDES, 2018; FERRAZ, 2020). Dados do painel de preços do governo federal indicam que três EEEs (computador, notebook e ar condicionado) movimentaram mais de 1,9 bilhão de reais nas licitações realizadas no ano de 2022 (BRASIL, 2023).

Esses equipamentos são essenciais para melhorar a aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais interativa e visual nas salas de aula. No entanto, embora as IE no Brasil sejam locais propícios para promover a educação sustentável, seus esforços se concentram na reciclagem de resíduos como papel e plástico, deixando de lado a reciclagem dos REEE. Isso evidencia uma lacuna significativa nas práticas sustentáveis para reduzir o impacto ambiental, sendo a LR aplicada aos REEE nas universidades brasileiras ainda pouco explorada e documentada em estudos e artigos científicos (SANTOS, 2018).

Nesse sentido, destaca-se a importância de compreender os desafios e facilitadores na gestão de REEE em instituições públicas, abrangendo sua gestão e destinação. Sendo as instituições de ensino especialmente relevantes devido à sua influência na sociedade e uso significativo de recursos, mas estudos indicam que a gestão de REEE nessas instituições é frequentemente deficiente, resultando em poucas ações voltadas para o gerenciamento desse tipo de resíduo. Isso evidencia a existência de vários obstáculos à implementação de práticas de gestão eficazes (PAES et al., 2017; ALVES et al., 2021).

Diante disso, torna-se evidente o papel dessas instituições como entidades reguladoras para cumprir as diretrizes estabelecidas na PNRS. Uma das diretrizes da PNRS é a responsabilidade de todos os geradores de resíduos em relação à gestão dos resíduos sólidos (MMA, 2019).

Portanto, as universidades, como instituições de ensino, têm o dever de implementar medidas de gestão de REEE em seus *campi*, bem como capacitar seus membros por meio de aulas e cursos, o que evidencia a necessidade de implementar uma gestão adequada de REEE nessas instituições, a fim de evitar a acumulação de grandes volumes de equipamentos obsoletos, que frequentemente ficam armazenados por longos períodos de tempo ou são descartados de maneira inadequada (WATANABE e CANDIANI, 2019).

No entanto, grande parte das IES no Brasil enfrentam desafios no manejo e tratamento adequado dos REEE, sem seguir diretrizes padronizadas. Além disso, a falta de cobrança efetiva dos setores produtivos para estabelecer o SLR é evidente, com iniciativas limitadas promovidas principalmente por prefeituras, cooperativas de catadores e grupos informais. Nesse contexto, é crucial investir em informação e educação para garantir o descarte adequado dos REEE, tendo em vista o papel fundamental das instituições de ensino no desenvolvimento de práticas adequadas de gestão desses resíduos (WATANABE e CANDIANI, 2019).

O censo da educação superior realizado pelo INEP/MEC em 2020, existem no Brasil 2.608 instituições de educação superior. Dessas, 2.306 são privadas e 302 públicas, sendo que

2.076 são faculdades, 294 centros universitários, 198 universidades e 40 Institutos Federais de Educação e Centros Federais de Educação Tecnológica (Nascimento da Silva, 2023).

Em suma, diante dos desafios relacionados à gestão adequada dos REEE nas IES, fica evidente a necessidade de adoção de medidas sustentáveis e é imprescindível que essas instituições tenham conhecimento dos impactos causados pela destinação inadequada dos REEE e desenvolvam instrumentos de gestão eficiente, alinhados às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### **3. METODOLOGIA**

Trata-se de um artigo científico de revisão da literatura e baseou-se na análise de dados provenientes de diversas fontes bibliográficas. Para isso, foram realizadas buscas nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Google Acadêmico*, abrangendo os idiomas português, inglês. Os descritores utilizados foram "logística reversa", "equipamentos eletroeletrônicos" e "instituições de ensino".

Os critérios de inclusão adotados para a seleção dos artigos foram baseados em sua data de publicação, abrangendo o período de 2013 a 2023, e na disponibilidade integral dos mesmos. Por outro lado, foram estabelecidos critérios de exclusão, tais como artigos que não abordassem diretamente o tema proposto e publicações anteriores à data estabelecida e aquelas que não estavam disponíveis gratuitamente nas línguas mencionadas.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, os dados obtidos foram analisados e organizados de forma a proporcionar uma síntese coerente e uma compreensão aprofundada das questões relacionadas ao tema. As etapas do desenvolvimento da pesquisa englobaram a escolha do tema, a elaboração do plano de trabalho, o levantamento de referências bibliográficas pertinentes ao tema em estudo, a localização e seleção do material bibliográfico, a anotação dos dados referenciais em fichas, a análise e interpretação dos dados coletados, e, por fim, a redação do artigo.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A busca inicial realizada nas bases de dados do Portal da Capes, da BDTD e do *Google Acadêmico* utilizou a combinação das palavras-chave: “resíduos eletroeletrônicos”, “instituições de ensino” e “logística reversa”. O total de resultados obtidos nas três bases de dados foi igual a 65 já considerando a aplicação dos filtros descritos em cada uma das etapas de triagem.

Utilizando as bases de dados mencionadas e aplicando os filtros de busca referentes ao período entre 2018 a 2023 e aos idiomas selecionados, foram identificados inicialmente 65 estudos. Desses, 14 eram duplicados e foram excluídos, resultando em um total de 51 artigos. Em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos para identificar aqueles que não estavam alinhados com o objetivo inicial da pesquisa, resultando na exclusão de 18 artigos. Como resultado final, foram selecionados 33 artigos que foram integralmente analisados e discutidos.

Após análise, observou-se que dentre as instituições de ensino superior do Brasil, algumas se destacam pela implantação de programas de gestão de resíduos eletroeletrônicos, pautados nas legislações nacionais.

A Universidade de São Paulo (USP), implementou uma gestão adequada de REEE por meio do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR). Esse programa

pioneiro no manejo de REEE em uma IES atende aos requisitos ambientais, sociais e econômicos. O CEDIR inicialmente tratava os resíduos de informática e telecomunicações gerados internamente pela USP, mas a partir de 2010 passou a receber equipamentos de pessoas físicas. Os computadores recondicionados são destinados a projetos sociais e escolas públicas carentes de recursos de informática, enquanto certos componentes são utilizados para pesquisa em universidades (WILL, 2016).

A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), implementou o projeto "Reciclar/Reutilizar computadores inservíveis ou obsoletos" em 2008. O projeto, por meio de uma parceria estratégica entre a Coordenadoria de Tecnologia da Informação (CTIC), o Centro de Manutenção de Computadores (CEMEC) e a Diretoria Geral da Administração (DGA) permitiu prolongar a vida útil desses equipamentos, que antes eram inservíveis, e doá-los a instituições externas (COLLIER, 2018).

Na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a partir de 2013, foi implementado um procedimento de revalorização de REEE, no qual as peças inutilizáveis dos computadores obsoletos eram reaproveitadas na construção de novos computadores. Dessa forma, um equipamento que seria descartado sem utilidade passou a ser reintegrado à cadeia como um computador remanufaturado, promovendo o uso contínuo e um processo ambientalmente amigável para esse tipo de resíduo (SILVA, 2018)

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) está desenvolvendo ações para a gestão de resíduos em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o que inclui a coleta de pilhas, baterias, celulares e *toners* (UFPE, 2021).

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no Centro de Tecnologia, foi realizado um trabalho de gestão de REEE, envolvendo a coleta de peças e equipamentos de informática na Cidade Universitária e empresas do local, além de empréstimo dos equipamentos remanufaturados para projetos de inclusão digital nas comunidades próximas. Também há parcerias com empresas de reciclagem para destinação de materiais de alto valor e busca por novas tecnologias de separação e desenvolvimento de novos materiais compósitos (UFRJ, 2023).

A Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina (FACAPE) possui um projeto de reciclagem de lixo eletrônico, que envolve a recuperação de equipamentos eletrônicos doados (GLOBO, 2021).

No Instituto Federal do Amazonas (IFAM) não há procedimentos de sistema de Logística Reversa implementado nos *campi*. Quando é necessário substituir materiais eletrônicos, os equipamentos antigos são armazenados em uma sala para avaliação pela equipe de informática. Posteriormente, entre 20% e 25% desses equipamentos são enviados para os *campi* do interior. Cerca de 40% desses materiais são utilizados para reparar outras máquinas, enquanto o restante é mantido em um contêiner até que o processo de desativação seja realizado (MEDEIROS, 2021).

Instituições como a Universidade Federal de Ouro Preto-MG (UFOP), Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA), Universidade Federal de Minas Gerais-MG (UFMG) possuem guias e diagramas dos procedimentos de gestão de resíduos eletrônicos, bem como fornecem informações em seus *websites* sobre seus programas, incluindo registros e monitoramento por meio de um sistema de controle de ativos. Além disso, é importante destacar a presença de comitês especiais nessas universidades encarregados de realizar toda a gestão e administração dos REEE (DINIZ, 2016).

No entanto, grande parte das IES no Brasil enfrentam desafios no manejo e tratamento adequado dos REEE, sem seguir diretrizes padronizadas. Além disso, a falta de cobrança efetiva dos setores produtivos para estabelecer o SLR é evidente, com iniciativas limitadas promovidas principalmente por prefeituras, cooperativas de catadores e grupos informais. Nesse contexto, é crucial investir em informação e educação para garantir o descarte

adequado dos REEE, tendo em vista o papel fundamental das instituições de ensino no desenvolvimento de práticas adequadas de gestão desses resíduos (WATANABE e CANDIANI, 2019).

Em suma, diante dos desafios relacionados à gestão adequada dos REEE nas IES, fica evidente a necessidade de adoção de medidas sustentáveis e é imprescindível que essas instituições tenham conhecimento dos impactos causados pela destinação inadequada dos REEE e desenvolvam instrumentos de gestão eficiente, alinhados às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo revelou as práticas de gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs) em instituições de ensino superior (IESs) brasileiras. Algumas dessas instituições implementaram programas de reaproveitamento, logística reversa e descarte adequado, enquanto outras ainda enfrentam o acúmulo de equipamentos obsoletos que poderiam ser reutilizados ou eliminados de forma apropriada.

Observou-se que muitas IESs coletam REEEs da sociedade por meio de seus centros de coleta e os reutilizam na montagem ou melhoria de outros equipamentos. Após reparos, esses equipamentos são repassados para escolas, comunidades e organizações não governamentais. No entanto, equipamentos eletroeletrônicos inservíveis que fazem parte do patrimônio das instituições permanecem armazenados devido à complexidade na gestão desses ativos.

É imperativo que as IESs adotem políticas de descarte de REEEs, permitindo o tratamento e a destinação adequada desses resíduos para várias opções finais, como reutilização de componentes, restauração e logística reversa. Essas políticas devem estar alinhadas com as legislações vigentes sobre resíduos sólidos, com ênfase nos equipamentos eletroeletrônicos, bem como nas regulamentações relacionadas aos bens patrimoniais, dado o desafio envolvido no processo de desfazimento desses bens.

O gerenciamento eficiente dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos gerados pelas instituições de ensino desempenha um papel crucial em termos de responsabilidade socioambiental, especialmente à luz do rápido aumento na quantidade desses resíduos ao longo dos anos. Após análise abrangente das informações disponíveis, é evidente que existe uma crescente preocupação com o aumento do descarte inadequado de REEEs e seus impactos negativos. Diversos estudos enfatizam a necessidade de normas e regulamentações para lidar com esse problema, com o objetivo de minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde.

Além disso, os estudos destacam a importância do gerenciamento apropriado dos REEEs não apenas para prevenir a poluição ambiental, mas também para recuperar recursos valiosos e promover a sustentabilidade na produção e consumo de eletrônicos. A exposição a substâncias perigosas nos REEEs foi identificada como um risco para a saúde humana, reforçando a necessidade de um descarte e tratamento responsáveis. Nesse contexto, é crucial que as autoridades governamentais desempenhem um papel fundamental na promoção de políticas e infraestruturas adequadas para a logística reversa dos REEEs, bem como na cooperação entre cidades para garantir o descarte seguro desses equipamentos.

A sensibilização, a adoção de práticas sustentáveis e a implementação de políticas eficazes são fundamentais para mitigar os impactos ambientais e promover um futuro mais sustentável.

Por se tratar de uma revisão de literatura, esta pesquisa pode contribuir para ampliar o conhecimento das equipes das instituições educacionais sobre o tema em questão.

## 6. REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos: O Antropoceno Bate à Nossa Porta. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 849-1897, nov. 2018.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica**. 178 p. Brasília. 2012.

ALHOLA, K.; RYDING, S.O.; SALMENPERA, H. BUSCH, N. J. Exploiting the Potential of Public Procurement: Opportunities for Circular Economy. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 96-109, 2018.

ALVES, R.; FERREIRA, K. L. A.; LIMA, R. S.; MORAES, F. T. F. An Action Research Study for Elaborating and Implementing an Electronic Waste Collection Program in Brazil. **Systemic Practice and Action Research**, v. 34, p. 91-108, 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Dispõe sobre a Política Nacional de resíduos Sólidos. Diário oficial da República. Brasília, DF, 3 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 10.240**, de 2020. Estabelece normas para a implementação de sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes. Brasília, DF, 12 fev. 2020.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 11.413**, de 13 de fevereiro de 2023. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa de que trata o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília, DF, 13 de fevereiro de 2023.

COLLIER, G. **Gestão de resíduos de informática em instituições de ensino superior – estudo de caso: Universidade Federal de Goiás**. Goiânia – GO. 2018 Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/Gest%C3%A3o\\_de\\_Res%C3%ADuos\\_de\\_Inform%C3%A1tica\\_em\\_Institui%C3%A7%C3%B5es\\_de\\_Ensino\\_Superior\\_-\\_Estudo\\_de\\_Caso\\_-\\_UFG.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/Gest%C3%A3o_de_Res%C3%ADuos_de_Inform%C3%A1tica_em_Institui%C3%A7%C3%B5es_de_Ensino_Superior_-_Estudo_de_Caso_-_UFG.pdf) Acesso em: 11/08/2023.

DIAS, P. et al. Electronic waste in Brazil: Generation, collection, recycling and the covid pandemic. **Cleaner Waste Systems**, v. 3, 2022.

DINIZ, N. R. F.. **Gestão ambiental em instituições públicas de ensino superior: processos de destinação de resíduos eletrônicos de informação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Florestal, 2016.

FERRAZ, L. R. Compras públicas sustentáveis – um estudo sobre a aquisição de materiais no campus Paracambi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Dissertação, **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2020.

FORTI, V. et al. **The global E-waste monitor 2020: quantities, flows and circular economy potencial**, 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: 11 abr. 2023.

FRAGALLI, A. C., PEREIRA, M. F. A prática da logística reversa na diminuição do impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos. **XXIII Congresso Brasileiro de Custos**, Porto de Galinhas, PE, Brasil, 16 a 18 de novembro de 2016.

GLOBO. **Projeto recebe equipamentos eletrônicos para restaurar e doar a instituições sociais de Petrolina**. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2021/04/26/projeto-recebeequipamentos-eletronicos-para-restaurar-e-doar-a-instituicoes-sociais-depetrolina.ghtml> Acesso dia 10/07/2023.

GRICORESCU, R. M. et al. *Waste Electrical and Electronic Equipment: A Review on the Identification Methods for Polymeric Materials*. **Recycling**, v. 4, n. 32, p. 1-21, ago. 2019.

ISLAM, M. T.; HUDA, N. Reverse logistics and closed-loop supply chain of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)/E-waste: A comprehensive literature review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 137, p. 48-75, 2018.

LEITE, P. R. Logística reversa: nova área da logística empresarial. **Revista Tecnológica**. São Paulo: publicare, maio 2019. Acesso em 12 ago. 2023.

MEDEIROS, Y. S. **A aplicabilidade da logística reversa no processo de desfazimento de bens públicos de informática: um estudo de caso no IFAM/ CMDI**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, 2021.

MENDES, M. E. M. **Compras públicas de inovação pelo governo federal: uma análise das diferenças entre as modalidades de compra**. Dissertação, Centro Universitário FEI, p. 1-78, São Paulo, 2018.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Acordo setorial para implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/acordo-20setorial-20-20eletroeletronicos-pdf>. Acesso em 13 de jul. 2023.

MORAIS, T. S. **Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos gerados nas instituições de ensino superior da cidade de Campina Grande – PB**. 49 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2014.

NASCIMENTO DA SILVA, N.R.; DINIZ, M.C. Gerenciamento de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) nas Instituições de Ensino Superior (IES). **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 19, n. 55, p.21-40, jan./mar., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15051>. Acesso em: 01 set. 2023.

PAES, C. E.; BERNARDO, M.; LIMA, R. S.; LEAL, F. Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Brazilian Public Education Institutions: Implementation Through Action Research on a University Campus. **Systemic Practice and Action Research**, v. 30, p.

377-393, 2017.

PERKINS, N. et al. E-Waste: A Global Hazard. **Annals of Global Health**, v.80, n. 4, p. 286-295, jul./ago. 2014.

PESSOA, R. S. **Reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: sustentabilidade e oportunidade de negócio**. 46 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

RAJESH, R.; KANAKADHURGA, D.; PRABAHARAN, N. Electronic waste: A critical assessment on the unimaginable growing pollutant, legislations and environmental impacts. **Environmental Challenges**, v. 7, 2022.

RODRIGUES, A. C.; BOSCOV, M. E. G.; GÜNTHER, W. M. R. Domestic flow of e-waste in São Paulo, Brazil: characterization to support public policies. **Waste Manag**, v. 102, 2020.

ROSSINI, V.; NASPOLINI, S. H. D. F. Obsolescência programada e meio ambiente: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 3, n. 1, p. 51–71, jan./jun. 2017.

SANTOS, M. M. **Proposta de ação para o descarte de resíduos eletroeletrônicos: um estudo na Universidade Federal de Sergipe**. 70 f. Monografia (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SANTOS, S. M.; OGUNSEITAN, O. A. E-waste management in Brazil: Challenges and opportunities of a reverse logistics model. **Environmental Technology & Innovation**, v. 28, 2022.

SILVA, N. R. N.; DINIZ, M.C. Gerenciamento de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) nas Instituições de Ensino Superior (IES). **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 19, n. 55, p. 21-40, jan./mar., 2023.

SILVA, Y. B. R.; LIMA, L. S. S.; SANTOS, M. S. F. Logística reversa de resíduos sólidos de equipamentos eletroeletrônicos de pós-consumo na cidade de Teresina. **Sistemas e Gestão**, v. 13, n. 4, p. 519,531, out. 2018.

SILVA, J. L. B. **Estrutura e forma de funcionamento dos postos de coleta permanentes de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em Campina Grande/PB**. 67 F. Relatório De Estágio Supervisionado (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2018.

UFPE. **Universidade Federal de Pernambuco**. Gestão de resíduos. Disponível em: <https://www.ufpe.br/sinfra/catalogo-de-servicos/gestao-de-residuos> Acesso em: 19/07/2023.

UFRJ. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Manual para destinação de resíduos eletroeletrônicos lançados no parque. Disponível em: <https://www.parque.ufrj.br/manual-para-destinacao-de-residuos-eletroeletronicos-e-lancado-no-parque/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

WATANABE, F. P.; CANDIANI, G. Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.

10, n. 5, p. 170-185, ago./set. 2019.

**WILL, S. K. J. Gerenciamento dos Resíduos Eletroeletrônicos no Instituto Federal Fluminense campus Campos dos Goytacazes – Centro.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro. 2016.