

Desafios e Inovações na Gestão de Resíduos Eletrônicos: Um Estudo de Caso da EcoTech Recicla

Mariana Miranda de Toledo¹

Selma Gouvea de Barros²

Lilian Vilela Andrade Pinto³

Reaproveitamento, reutilização e
tratamento de resíduos (sólidos e
líquidos)

Resumo

Estudo avaliou a eficácia das iniciativas da EcotechRecicla na gestão de resíduos eletrônicos em Inconfidentes, Minas Gerais. Fundada em 2014, a EcotechRecicla lançou um site e um aplicativo móvel para aprimorar a comunicação e aumentar a conscientização ambiental. A pesquisa focou na análise dos processos de coleta, separação e destinação dos resíduos, evidenciando a reutilização responsável de materiais e a doação a escolas e organizações carentes. Entre 2014 e 2017, observou-se uma diminuição na quantidade de resíduos coletados, refletindo desafios na continuidade do projeto e a necessidade de melhorar as estratégias de engajamento e conscientização. Contudo, os dados mais recentes de 2024 indicam um aumento significativo no volume de resíduos coletados e uma mudança positiva nos hábitos de descarte da população, sugerindo maior aceitação das práticas da EcotechRecicla e um potencial de crescimento para a empresa. A EcotechRecicla se destaca por seu compromisso com a responsabilidade socioambiental e a ética empresarial, servindo como um modelo para outras organizações. O estudo também propõe indicadores de monitoramento para órgãos ambientais, fundamentais para avaliar e aprimorar a eficácia da logística reversa de resíduos eletrônicos. Esses indicadores foram desenvolvidos com base em observações e feedbacks e visam fornecer ferramentas práticas para uma gestão sustentável dos resíduos.

Recomenda-se a replicação do modelo da EcotechRecicla em outras localidades para promover uma gestão mais eficiente de resíduos eletrônicos. Estudos futuros devem explorar a adaptação desse modelo a diferentes contextos e avaliar o impacto desses ajustes na sustentabilidade global.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Responsabilidade socioambiental; Economia circular; Educação ambiental.

¹ Graduanda do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, e-mail: mariana.miranda@alunos.ifsuldeminas.edu.br

² Prof.Dra no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, e-mail: selma.barros@ifsuldeminas.edu.br

³ Prof.Dra. no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, e-mail: lilian.vilela@ifsuldeminas.edu.br

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os resíduos eletrônicos, ou e-lixo, tem se intensificado devido à rápida obsolescência dos dispositivos tecnológicos. Segundo o Global E-waste Monitor de 2019, foram geradas 53,6 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos globalmente, evidenciando uma tendência alarmante de crescimento. Esses resíduos, quando descartados inadequadamente, liberam substâncias tóxicas como mercúrio e chumbo, prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública (Widmer et al., 2005; Robinson, 2009; CETESB, 2020). Rodrigues (2007) destaca a complexidade dos impactos ambientais e de saúde associados aos resíduos eletrônicos, reforçando a necessidade urgente de uma gestão responsável. Em pequenos municípios, a gestão desses resíduos é particularmente desafiadora e pode levar à contaminação do solo e da água, problemas que exigem atenção especial (Hossain et al., 2015).

No contexto de pequenas cidades, a gestão de resíduos eletrônicos apresenta riscos significativos, incluindo a contaminação do solo e da água. Iniciativas como o Projeto de Gestão de Resíduos Gerados pela Tecnologia da Informação em Minas Gerais, que envolve estudantes em atividades acadêmicas e campanhas de conscientização, são essenciais para enfrentar esses desafios. A EcotechRecicla, em parceria com a Fundação Rocha, se destaca pela abordagem inovadora na coleta e tratamento de resíduos eletrônicos, adotando práticas sustentáveis como a doação de produtos reutilizáveis a organizações sem fins lucrativos e a venda de peças não reutilizadas para financiar suas operações. Além disso, políticas públicas como o "Computadores para Inclusão" (Brasil, 2010) têm um papel crucial ao promover a reciclagem e capacitar pessoas de baixa renda.

O impacto ambiental e os riscos à saúde associados às substâncias tóxicas presentes nos eletrônicos são graves e podem resultar em contaminação do solo, da água e do ar (Widmer et al., 2005; Robinson, 2009; CETESB, 2020; Hossain et al., 2015). Castro e Bassin (2021) destacam a importância de uma regulamentação eficaz e de uma gestão adequada para mitigar esses impactos e recuperar materiais valiosos. No entanto, a reciclagem informal em países em desenvolvimento apresenta riscos para os trabalhadores e desperdício de recursos (Grant et al., 2013; Cucchiella et al., 2015). A falta de regulamentação eficaz dificulta a gestão responsável, necessitando de uma atualização contínua das políticas (Williams et al., 2008; Herat & Agamuthu, 2012; Bakhiyi et al., 2018).

A EcotechRecicla exemplifica um modelo sustentável ao promover inclusão social e proteção ambiental, alinhando-se a práticas de gestão geoagroambiental. A empresa realiza a coleta,

armazenamento e tratamento de resíduos eletrônicos de forma sustentável, reutilizando itens e comercializando componentes não reutilizáveis, gerando benefícios sociais e reduzindo danos ambientais (Almeida et al., 2015). Utiliza também tecnologias como um site e um aplicativo móvel para facilitar a comunicação e o agendamento de coletas.

Este estudo avalia o impacto da EcotechRecicla em Inconfidentes, Minas Gerais, e propõe indicadores de monitoramento para órgãos ambientais, apresentando um modelo inovador de gestão de resíduos eletrônicos. Este modelo não só serve de referência para pequenas cidades e comunidades menores, mas também integra práticas geoagroambientais que são essenciais para uma gestão sustentável e eficaz desses resíduos.

METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa para avaliar a gestão de resíduos eletrônicos pela EcotechRecicla em pequenos municípios do sul de Minas Gerais, integrando uma perspectiva geoagroambiental. A metodologia inclui análise documental e observação direta dos processos de coleta, separação e destinação final dos resíduos eletrônicos. A pesquisa também abrange a interação com a comunidade e os stakeholders envolvidos, como o IFSULDEMINAS e a Fundação Rocha, para obter uma compreensão mais profunda da eficácia e dos desafios das práticas de gestão adotadas.

Foram realizadas conversas e entrevistas com parceiros, beneficiários e membros da comunidade, a fim de obter insights sobre as práticas e metodologias sustentáveis implementadas pela EcotechRecicla. A análise dos dados inclui o período de 2014 a 2017, bem como os dados mais recentes de 2024, permitindo a avaliação das mudanças nas práticas e o impacto das iniciativas da empresa ao longo do tempo.

Além disso, o estudo propõe indicadores de monitoramento para órgãos ambientais, com o objetivo de avaliar e melhorar continuamente a eficácia da logística reversa de resíduos eletrônicos. Esses indicadores foram desenvolvidos com base nas observações e feedbacks coletados e visam fornecer uma ferramenta prática para a gestão sustentável de resíduos em contextos semelhantes. A integração de práticas geoagroambientais é crucial para garantir que a gestão de resíduos eletrônicos não apenas minimize impactos ambientais, mas também contribua para a sustentabilidade das comunidades locais.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de reciclagem de eletrônicos da EcotechRecicla, iniciado em 2014, demonstrou um significativo envolvimento comunitário com alta participação nos pontos de coleta. No entanto, como apresentado na Tabela 1, houve uma diminuição gradual na quantidade de materiais coletados entre 2014 e 2017. Essa redução sugere desafios contínuos na eficácia e continuidade do projeto, indicando a necessidade de aprimorar as estratégias de coleta e conscientização.

Tabela 1 – Componentes eletrônicos recolhidos de 2014 a 2017 na região do Sul de Minas.

Componentes	2014	2015	2017	Total por Item
Monitor	90	47	19	156
Gabinete	158	57	16	231
Estabilizador	32	27	10	69
Impressora	13	10	3	26
Outros	203	170	241	614
Total por ano	496	311	289	1096

Entre os desafios enfrentados, destaca-se a diminuição na quantidade de resíduos coletados, que pode ser atribuída a vários fatores, como a necessidade de um maior engajamento comunitário e a eficiência das campanhas de conscientização. A conscientização dos consumidores é crucial para a gestão eficaz de resíduos eletrônicos, e Baldé et al. (2020) destacam que o conhecimento sobre práticas sustentáveis impacta diretamente as taxas de reciclagem. Isso sugere que as campanhas de conscientização da EcotechRecicla podem não ter sido suficientemente eficazes em manter o engajamento da população ao longo do tempo.

Além disso, a eficiência operacional também pode ter influenciado essa queda, já que a logística reversa, como discutido por Laves et al. (2011), é fundamental para uma gestão sustentável. A infraestrutura e a coordenação dos pontos de coleta podem ter enfrentado dificuldades operacionais que

prejudicaram a capacidade da EcotechRecicla de gerenciar adequadamente os resíduos eletrônicos.

A análise dos resultados mais recentes de 2024 (Tabela 2) revela uma série de melhorias significativas, apesar de uma redução no volume total de resíduos coletados, de 1096 itens até 2017 para 545 itens em 2024. Essa diminuição pode ser atribuída a uma maior eficiência na triagem e a mudanças nos tipos e volumes de resíduos gerados. A redução na coleta de itens específicos, como monitores e impressoras, pode indicar alterações na geração desses resíduos ou na eficiência da coleta desses itens.

Tabela 2 – Componentes recolhidos até 2017 em comparação com a iniciativa da empresa EcotechRecicla no ano de 2024.

Indicador	Itens até 2017	2024
Volume Total de Resíduos Coletados	1096	545
Monitores Coletados	156	33
Gabinetes Coletados	231	42
Estabilizadores Coletados	69	12
Impressoras Coletadas	26	1
Outros Componentes Coletados	614	457
Eficiência Operacional (%)	70%	85%
Taxa de Participação Comunitária (%)	55%	70%
Taxa de Recuperação de Materiais (%)	40%	60%
Taxa de Reutilização de Componentes	35%	50%

Entretanto, outros indicadores



demonstram avanços importantes. A eficiência operacional subiu de 70% para 85%, o que indica que a implementação de tecnologias de comunicação e plataformas de agendamento, como aplicativos móveis e sites, otimizou os processos de coleta e tratamento, resultando em maior eficácia operacional e na redução de custos. A taxa de participação comunitária também aumentou de 55% para 70%, o que reflete o sucesso das campanhas de conscientização e a maior aceitação do programa por parte da população.

Outro destaque é o aumento na taxa de recuperação de materiais, que passou de 40% para 60%, sugerindo que a EcotechRecicla aprimorou seus processos de triagem e gestão dos resíduos. A taxa de reutilização de componentes também subiu de 35% para 50%, o que indica um maior reaproveitamento dos resíduos coletados, alinhando-se aos princípios da economia circular, que visam maximizar o uso de recursos e minimizar o desperdício.

Apesar da redução no volume total de resíduos coletados, a empresa demonstrou avanços significativos em termos de eficiência e participação comunitária, o que aponta para uma melhora na qualidade das operações e na gestão dos resíduos. Esses resultados sugerem que, embora o volume de coleta tenha diminuído, a qualidade e a eficácia do tratamento dos resíduos melhoraram, o que reflete uma maior maturidade do projeto e a adoção de melhores práticas operacionais.

A colaboração com parceiros estratégicos, como o IFSULDEMINAS e a Fundação Rocha, tem sido fundamental para o sucesso da EcotechRecicla, fortalecendo sua capacidade de expandir e melhorar as práticas de gestão de resíduos. Essas parcerias contribuíram para a eficácia das operações e para a ampliação do impacto positivo da empresa na gestão de resíduos eletrônicos.

Em conclusão, os resultados confirmam que a EcotechRecicla tem sido eficaz na implementação de práticas de logística reversa em pequenos municípios, demonstrando sucesso na aplicação dos princípios da economia circular e da responsabilidade socioambiental. A replicação do modelo da EcotechRecicla em outras localidades pode oferecer benefícios significativos e promover uma sociedade mais consciente e responsável em relação ao descarte e reciclagem de resíduos eletrônicos. Para aprimorar ainda mais a gestão de resíduos eletrônicos, recomenda-se que futuros estudos explorem a aplicação dos indicadores de monitoramento em diferentes contextos e regiões, ampliando o impacto positivo na sustentabilidade global.



Este estudo destaca a eficácia das iniciativas da EcotechRecicla na gestão de resíduos eletrônicos, com ênfase em pequenos municípios. A análise revelou que, apesar de desafios iniciais, a empresa implementou uma abordagem inovadora e eficiente para a logística reversa, contribuindo significativamente para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local.

Os indicadores de monitoramento, como a taxa de recuperação de materiais, a quantidade de resíduos tratados e a eficiência dos processos operacionais, foram fundamentais para avaliar o impacto das ações da EcotechRecicla. A melhoria desses indicadores ao longo do tempo, incluindo a maior participação comunitária e a mudança positiva nos hábitos de descarte, confirma o sucesso das estratégias implementadas e a crescente aceitação das práticas de reciclagem pela comunidade.

A EcotechRecicla exemplifica a aplicação prática dos princípios da economia circular, ao promover a reutilização, reparação e reciclagem de resíduos eletrônicos. A integração de tecnologias de coleta, como o uso de plataformas digitais para agendamento e comunicação, foi crucial para a melhoria da eficiência operacional e para facilitar a participação da comunidade. Além disso, a empresa se destaca por seu compromisso com a responsabilidade socioambiental, alinhando suas operações com políticas públicas e metas globais de desenvolvimento sustentável.

Os resultados demonstram a viabilidade e a importância de um modelo integrado de gestão de resíduos eletrônicos. A utilização contínua de indicadores de monitoramento permite a avaliação ajustada das práticas de logística reversa, oferecendo um modelo sólido para outras organizações e órgãos ambientais que desejam aprimorar seus próprios programas de gestão de resíduos.

Recomenda-se que estudos futuros explorem a aplicação desse modelo em diferentes contextos e regiões, para expandir o impacto positivo na sustentabilidade global. A replicação do modelo da EcotechRecicla em outras localidades pode não apenas promover uma gestão mais eficiente de resíduos eletrônicos, mas também aumentar a conscientização e a responsabilidade ambiental. Adaptar o modelo às necessidades específicas de cada comunidade proporcionaria uma abordagem mais inclusiva e eficaz, contribuindo para um futuro mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; PAPANDREA, P.; CARNEVALI, M.; ANDRADE, A.; CORREA, F.; ANDRADE, M. DESTINAÇÃO DO LIXO ELETRÔNICO: IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS TECNOLÓGICOS. *Revista Científica e-Locução*, v. 1, n. 07, p. 17, 20 jun. 2015.



AMORIM PAVIANI, G. GREENWASHING: O FALSO MARKETING E A RESPONSABILIDADE CIVIL EM RELAÇÃO AO CONSUMIDOR. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 5, n. 1, p. 76, 22 out. 2019.

BAKHIYI, B. et al. Has the question of e-waste opened a Pandora's box? An overview of unpredictable issues and challenges. **Environment International**, v. 110, p. 173–192, jan. 2018. Acesso em: 10 de jun. 2024.

BRASIL. LEI no 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.**

BALDÉ, C. P., FORTI, V., GRAY, V., KUEHR, R., & STEGMANN, P. (2017). The **Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows, and Resources**. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), & International Solid Waste Association (ISWA). Disponível em: collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste_Monitor_2017_electronic_single_pages.pdf. Acesso em: 23 de mar. 2024.

BALDÉ, C. P., FORTI, V., GRAY, V., KUEHR, R., & STEGMANN, P. (2020). **Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. United Nations University, International Telecommunication Union & International Solid Waste Association. Disponível em: ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf. Acesso em: 26 de mar. 2024.

CASTRO, F. D.; BASSIN, J. P. **Chapter 17 - Electronic waste: Environmental risks and opportunities**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128243442000021>>. Acesso em: 10 de jun. 2024.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). (2020). **PCBs: Bifenilas Policloradas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2020/07/PCBs-Bifenilas-policloradas.pdf>. Acesso em: 25 de abr. 2024.

COSENZA, José Paulo; ANDRADE, Eurídice Mamede de; ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes de. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, [S. l.]*, v. 9, n. 1, p. e16147, 2020. DOI: 10.5585/geas.v9i1.16147. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/16147>. Acesso em: 10 maio. 2024.

CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, P.; ROSA, P. End-of-Life of used photovoltaic modules: A financial analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 47, n. C, p. 552–561, 2015. Acesso em: 15 de jun. 2024.

FERREIRA, G. W., SILVA, M. A., & GALDINO, M. A. (2010). Reciclagem de eletrônicos: Estudo de caso sobre a viabilidade técnica e econômica. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, 14(1), 67-76. Acesso em: 26 de mar. 2024.

GRANT, K. et al. Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. **The Lancet Global Health**, v. 1, n. 6, p. e350–e361, dez. 2013. Acesso em: 17 de jun. 2024.

HERAT, S.; AGAMUTHU, P. E-waste: a problem or an opportunity? Review of issues, challenges and solutions in Asian countries. **Waste Management & Research**, v. 30, n. 11, p. 1113–1129, 30 jul. 2012. Acesso em: 17 de jun. 2024.



HOSSAIN, MD. S.; AL-HAMADANI, S. M. Z. F.; RAHMAN, MD. T. E-waste: A Challenge for Sustainable Development. **Journal of Health and Pollution**, v. 5, n. 9, p. 3–11, dez. 2015.

LAVEZ, N.; SOUZA, V. M.; LEITE, P. R. O papel da logística reversa no reaproveitamento do “lixo eletrônico”- um estudo no setor de computadores. **Environmental and Social Management Journal**, v. 5, n. 1, art. 2, p. 15-32, 2011.

ONU (2015). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: [agenda2030-pt-br.pdf\(un.org\)](https://agenda2030-pt-br.pdf(un.org)). Acessado em: 23 abr. 2024.

ROBINSON, B. H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science of The Total Environment**, v. 408, n. 2, p. 183–191, dez. 2009. Acesso em: 14 de jun. 2024.

RODRIGUES, A. et al. **AVALIAÇÃO DO PROJETO GESTÃO DE RESÍDUOS GERADOS PELA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES/MG**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<https://memoriajornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmch4/jcmch4/paper/viewFile/3506/2387>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

RODRIGUES, A. et al. **UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS: ESTUDO DA CADEIA PÓS-CONSUMO NO BRASIL**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<https://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/2006/KFTTMPPVCRXA.pdf>. Acesso em: 01 de mai. 2024.

SANTOS, Carlos Alberto Frantz dos; SILVA, Tânia Nunes da. **Descompasso entre a Consciência Ambiental e a Atitude no Ato de Descartar Lixo Eletrônico: A Perspectiva do Usuário Residencial e de uma Empresa Coletora**. Rio de Janeiro: Enanpad, 2011.

WIDMER, R. et al. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 436–458, jul. 2005. Acesso em: 13 de jun. 2024.

WILLIAMS, E. et al. Environmental, Social, and Economic Implications of Global Reuse and Recycling of Personal Computers. **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 17, p. 6446–6454, set. 2008. Acesso em: 13 de jun. 2024.