

Lixo Eletrônico: impactos, descarte e educação ambiental

Electronic Waste: Impacts, Disposal and Environmental Education

Bruno Felix da Cruz¹

Rodrigo Pereira de Lacerda²

Sarah Damarys Oliveira Arcanjo³

Francisco dos Santos Cavalcante Junior⁴

Resumo: Neste trabalho são descritas as ações desenvolvidas pelo projeto de extensão E-lixo: IDEA Lixo eletrônico: Impactos, Descarte e Educação Ambiental, que visam conscientizar a comunidade, em especial, o público jovem, sobre os impactos e o descarte adequado do lixo eletrônico. A abordagem educativa incluiu apresentações didáticas por meio do uso de slides, vídeos, perguntas interativas e dinâmicas de grupo para envolver os alunos. O principal objetivo foi informar e sensibilizar os participantes sobre as principais características dos resíduos eletrônicos e promover práticas sustentáveis. Além disso, as ações implementadas também buscaram desenvolver habilidades de comunicação e liderança nos extensionistas envolvidos. Como resultado, pode-se destacar que a comunidade beneficiada adquiriu conhecimento sobre as principais características do lixo eletrônico, como identificá-lo, os impactos ambientais do descarte inapropriado e onde realizar o descarte correto desse tipo de resíduo na cidade de Camocim, Ce. O projeto já realizou oito intervenções em instituições de ensino da localidade e mais de 300 alunos já foram beneficiados.

Palavras-chave: conscientização; descarte correto; educação ambiental; lixo eletrônico; sustentabilidade.

Abstract: This work describes the actions developed by the extension project named E-waste: IDEA, Electronic Waste: Impacts, Disposal and Environmental Education, which aims to raise awareness among the community, especially young people, about the impacts and proper disposal of electronic waste. The educational approach included didactic presentations through the use of slides, videos, interactive questions, and group dynamics to engage students. The main objective was to inform and raise awareness among participants about the main characteristics of electronic waste and promote sustainable practices. Furthermore, the actions implemented also sought to develop communication and leadership skills in the extension workers involved. As a result, it can be highlighted that the acquired knowledge about the main characteristics of electronic waste, how to identify it, the environmental impacts of inappropriate disposal, and where to correctly dispose of this type of waste

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: bruno.felix36@aluno.ifce.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: rodrigo.lacerda@ifce.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: sarah.damarys10@aluno.ifce.edu.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: junior.cavalcante@ifce.edu.br

in the city of Camocim-CE. The project has already carried out eight interventions in local educational institutions and more than 300 students have already benefited.

Keywords: awareness; correct disposal; environmental education; electronic waste; sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Resíduos eletroeletrônicos, também denominados lixo eletrônico ou e-lixo, consistem em componentes e equipamentos eletroeletrônicos descartados que estão no final de sua vida útil ou são obsoletos. Quando descartados de forma incorreta, esses resíduos causam impactos negativos no meio ambiente, tais como contaminação do solo, da água e do ar, uma vez que muitos dispositivos eletrônicos contêm substâncias tóxicas como cádmio, chumbo, mercúrio e retardantes de chama bromados, que danificam os ecossistemas naturais; geração de resíduos volumosos, pois o lixo eletrônico é uma forma de resíduo volumoso e de difícil decomposição, fazendo com que a quantidade crescente de eletrônicos descartados ocupe espaço nos aterros sanitários e contribua para a redução da capacidade desses locais e emissões de gases de efeito estufa, pois o ciclo de vida de um dispositivo eletrônico, desde a extração de matérias-primas até a fabricação, transporte, uso e descarte, requer energia e gera emissões de gases de efeito estufa (Robinson, 2009; Li; Achal, 2020).

É essencial conscientizar especialmente os jovens sobre os efeitos prejudiciais do descarte inadequado do lixo eletrônico no ambiente, pois esse grupo representa uma parte significativa dos consumidores de equipamentos e dispositivos eletrônicos e assumirá a responsabilidade de lidar de maneira sustentável com esse problema no futuro. Nesse contexto, as escolas de ensino fundamental e médio desempenham um papel estratégico nesse assunto, uma vez que os alunos já estão familiarizados com tecnologias modernas devido ao uso diário de celulares, videogames, computadores, entre outros. Sendo assim, essa exposição pode despertar o interesse deles pelas questões sustentáveis relacionadas ao descarte adequado desses equipamentos.

O Projeto E-lixo: IDEA (Lixo eletrônico: Impactos, Descarte e Educação Ambiental) foi instituído com o objetivo de realizar ações de educação ambiental visando a conscientizar a comunidade sobre os impactos e o descarte adequado do

lixo eletrônico, tendo como foco inicial alunos das escolas de ensino fundamental e médio da cidade de Camocim, Ceará. Por meio de relatos de moradores locais, verificou-se que muitos não têm conhecimento sobre o tema e, por isso, descartam os resíduos eletrônicos de forma inadequada, prejudicando o meio ambiente local, rico em belezas e recursos naturais. Desse modo, o projeto de extensão E-lixo, que reúne docentes e discentes do campus IFCE Camocim, em conjunto com a Autarquia Municipal do Meio Ambiente (AMA) de Camocim, têm realizado intervenções na comunidade local para ampliar e desenvolver ações efetivas em parceria com o Programa de Separação e Coleta de Resíduos Elétrico/Eletrônicos desenvolvido pela prefeitura municipal.

As ações de educação ambiental realizadas pelo projeto já atingiram mais de 300 alunos. O projeto também tem contribuído para que os docentes e discentes aprofundem seus conhecimentos sobre o tema por meio de atividades de pesquisa para o desenvolvimento de materiais informativos e de ensino, que são apresentados nas oficinas, seminários, treinamentos e atividades de conscientização executadas pelo projeto.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos pelo projeto segue interativamente os seguintes procedimentos: pesquisa e análise bibliográfica sobre o tema lixo eletrônico, seus impactos e estratégias de descarte correto; produção de material didático e informativo; produção de uma dinâmica de grupo, denominada E-Gincana, que inclui o uso de caça-palavras e jogos de perguntas e respostas; desenvolvimento de parcerias com escolas da localidade para realização das ações de educação ambiental; realização de palavras e eventos sobre o tema, avaliação das ações realizadas por meio da aplicação de questionários aos participantes das atividades e definição de locais estratégicos para coleta de lixo eletrônico na localidade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde o século XIX, com a Segunda Revolução Industrial, a produção em larga escala de bens trouxe consigo o aumento acelerado da geração de resíduos sólidos que causam uma série de impactos negativos no meio ambiente, quando descartados de forma inadequada. Com o advento da Revolução Tecno-Científica-Informacional, na segunda metade do século XX, os avanços tecnológicos contribuíram para consumo massivo de dispositivos eletrônicos, resultando em uma crescente geração de um tipo específico de resíduo sólido, denominado resíduos eletroeletrônicos (Castro *et al.*, 2020).

Os resíduos eletroeletrônicos são compostos por componentes eletrônicos como computadores, telefones celulares, fones de ouvido, tablets, eletrodomésticos, TVs, câmeras, entre outros. A produção crescente de lixo eletrônico tem gerado impactos significativos no meio ambiente e dificultado a gestão desses resíduos (Sharma; Jain; Jyotsna, 2023).

Dentre os impactos ambientais relacionados com produção desenfreada de lixo eletrônico, pode-se citar: contaminação do solo, água e ar, dado que muitos dispositivos eletrônicos contêm substâncias tóxicas, como mercúrio, chumbo, cádmio e retardantes de chama bromados que, quando descartados de forma inadequada em aterros sanitários ou incinerados, podem contaminar o solo, a água subterrânea e o ar, causando danos à flora, fauna e ecossistemas naturais; esgotamento de recursos naturais, uma vez que o descarte irresponsável de lixo eletrônico impede a recuperação de materiais valiosos usados na produção de eletrônicos, resultando em um desperdício de recursos naturais escassos; geração de resíduos volumosos, pois o lixo eletrônico é uma forma de resíduo volumoso e de difícil decomposição fazendo com que a quantidade crescente de dispositivos eletrônicos descartados ocupa espaço nos aterros sanitários e contribua para a redução da capacidade desses locais e aumente a pressão sobre os sistemas de gerenciamento de resíduos; e emissões de gases de efeito estufa, pois o ciclo de vida de um dispositivo eletrônico, desde a extração de matérias-primas até a fabricação, transporte, uso e descarte, requer energia e gera emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o descarte inadequado

de dispositivos eletrônicos emite gases poluentes durante a queima dos resíduos, agravando ainda mais o problema das mudanças climáticas (Robinson, 2009; Li; Achal, 2020).

Diante desses impactos, é essencial adotar medidas para enfrentar o consumo excessivo de lixo eletrônico. Isso inclui a conscientização sobre os impactos ambientais, a promoção do descarte correto e da reciclagem de dispositivos eletrônicos, a busca por alternativas mais sustentáveis, como o prolongamento da vida útil dos aparelhos, a redução do consumo e o incentivo a práticas de economia circular. De acordo com informações da ONU, o Brasil ainda é deficiente no que diz respeito a implementação de estratégias eficazes para lidar com o problema do lixo eletrônico. Embora algumas iniciativas estejam sendo implementadas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Política de Logística Reversa, ainda é necessário estabelecer melhores regulamentações para enfrentar o crescente acúmulo de lixo eletrônico (Exame, 2010).

O Brasil instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 com metas de curto, médio e longo prazo a serem cumpridas pelo governo, pela iniciativa privada e pela sociedade civil. A destinação correta do lixo eletrônico está prevista na PNRS e é regulamentada pelo Decreto Federal 10.240/2020. A PNRS estabeleceu como meta no Artigo 33 a obrigação de fabricantes, de importadores, de distribuidores e de comerciantes de pilhas, de baterias, de produtos eletrônicos e de seus componentes estruturarem e implementarem um processo para gerenciar eletrônicos pós-consumo independentemente da gestão pública de resíduos sólidos (Brasil, 2020).

Segundo o Número do Monitor Global de Lixo Eletrônico 2020 da ONU, o mundo gera cada vez mais resíduos sólidos eletrônicos. Foram mais de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2019, compostas por celulares, notebooks, eletrodomésticos e outras peças eletrônicas descartadas, na maioria das vezes, de forma incorreta. Prevê-se que em 2030 o lixo eletrônico gerado no mundo chegará a 74 milhões de toneladas por ano. Isso é alarmante e necessita que se construam

estratégias de conscientização e ações que possam minimizar esse quantitativo (Forti *et al.*, 2020).

A falta de informações abrangentes sobre o lixo eletrônico dificulta a conscientização da população brasileira sobre como lidar adequadamente com esse tipo de resíduo, que é amplamente consumido por crianças e adultos. A ausência de uma avaliação completa sobre o assunto contribui para a falta de conhecimento da maioria das pessoas sobre como gerenciar corretamente o lixo eletrônico. Torna-se assim imprescindível que medidas sejam tomadas visando conscientizar as pessoas sobre os impactos negativos desses resíduos no meio ambiente.

Portanto, é importante identificar metodologias inovadoras capazes de engajar os adolescentes nessa causa ambiental, pois o público jovem representa uma grande parcela da população que consome produtos eletrônicos atualmente. Um lugar estratégico para desenvolver essa abordagem é nas escolas de ensino fundamental e médio. Uma vez que os alunos já estão familiarizados com as tecnologias modernas por meio do uso cotidiano de celulares, computadores, dentre outros, eles podem ter grande capacidade e interesse nas questões sustentáveis associadas ao descarte correto desses equipamentos. Dessa forma, a educação ambiental pode contribuir significativamente neste sentido, sendo uma das formas mais efetivas desta abordagem o uso de metodologias pedagógicas criativas capazes de prender a atenção dos alunos e tornar o processo educativo lúdico utilizando estratégias como a apresentação de resíduos eletrônicos e atividades em grupo (Piovesan, 2015).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O projeto de extensão E-lixo: IDEA iniciou suas atividades em março de 2023 e finalizou em 31 de dezembro de 2023. Durante o período de vigência do projeto, foram realizadas onze ações de educação ambiental que beneficiaram mais de 500 alunos de escolas do ensino fundamental e médio da cidade de Camocim.

No mês de março de 2023, houve a pesquisa bibliográfica sobre o tema lixo eletrônico e a produção de material didático para uso nas ações de educação

ambiental. Além disso, buscou-se também conhecer e identificar os pontos de coleta de lixo eletrônico na cidade de Camocim. A partir dos materiais e dados reunidos, foram produzidos materiais didáticos na forma digital e impressa.

As intervenções nas escolas de ensino fundamental e médio foram realizadas no período de abril a dezembro de 2023. As ações realizadas buscaram sensibilizar e conscientizar o público-alvo sobre os cuidados que se deve ter com os resíduos eletroeletrônicos, buscando incentivar a adoção de práticas sustentáveis, tais como consumo consciente, reaproveitamento, reciclagem, redução e destinação final correta de produtos eletrônicos. Em todos os eventos foi apresentada a localização dos pontos de coleta de lixo eletrônico na cidade de Camocim, com o objetivo de incentivar os alunos a contribuírem com o Programa de Separação e Coleta de Resíduos Elétrico/Eletrônicos promovido pela prefeitura municipal. Desse modo, as intervenções realizadas pelo projeto contribuem, em especial, para o desenvolvimento de Cidades e Comunidades Sustentáveis e para o Consumo e Produção Responsáveis, que correspondem, respectivamente, à 11ª e à 12ª metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

Figura 1 – Ações de educação ambiental do projeto E-lixo: IDEA



IFCE - Campus Camocim

Escola Alba Maria
de Araújo Lima Aguiar

EEF General Antonio
da Silva Campos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As imagens mostradas na Figura 1 apresentam intervenções realizadas pelo projeto em duas escolas municipais de ensino fundamental da cidade de Camocim e a participação dos extensionistas durante a Feira de Exposição da 3ª Semana da

Gestão Ambiental (SEGAM) promovida pelo IFCE, Campus Camocim. Essas atividades aconteceram durante o primeiro semestre de 2023.

Figura 2 – Ações de educação ambiental do projeto E-lixo: IDEA em parceria com a AMA



EEF Natália Albuquerque
de Araújo

ETIM Coronel Libório
Gomes da Silva

EEF Francisco
Ottoni Coelho

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As imagens apresentadas na Figura 2 mostram as ações de educação ambiental desenvolvidas em três escolas municipais de ensino fundamental da cidade de Camocim, promovidas pelo projeto E-lixo:IDEA em parceria com a Autarquia Municipal do Meio Ambiente (AMA) da cidade, durante o segundo semestre de 2023. Nas ações desenvolvidas, os extensionistas e alunos discutiram sobre o tema Identificação e Descarte Correto de Resíduos Eletrônicos. Essas foram ocasiões bastante enriquecedoras para que os alunos pudessem tirar todas as suas dúvidas sobre o que se classifica como resíduo eletrônico e como descartá-lo corretamente.

Considerando os impactos das ações na comunidade, pode-se observar que as intervenções de educação ambiental realizadas têm contribuído para transformar o pensamento da comunidade local sobre o tema lixo eletrônico e para o desenvolvimento de práticas sustentáveis pela população, em especial, pelo público mais jovem. Além disso, tem-se notado um maior engajamento das pessoas da localidade com o Programa de Separação e Coleta de Resíduos Elétrico/Eletrônicos no que diz respeito ao aumento da procura pelos pontos de descarte desses resíduos.

Figura 3 – Participação na 7ª Edição da Feira do Conhecimento



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 3 mostra os extensionistas do projeto participando como expositores na 7ª Edição da Feira do Conhecimento realizada entre os dias 30 de novembro e 2 de dezembro de 2023 na cidade de Fortaleza, Ceará. Nessa oportunidade, os extensionistas puderam apresentar os resultados do projeto para os visitantes da feira, assim como trazer a temática do lixo eletrônico para um evento com bastante visibilidade em todo o estado, buscando assim inspirar mais pessoas a pesquisarem e a discutirem sobre soluções sustentáveis para a problemática dos resíduos eletrônicos.

As atividades desenvolvidas pelo projeto foram transformadoras para os extensionistas, pois contribuíram para o aumento do conhecimento científico sobre o tema, despertando ideias para questões que merecem ser estudadas de forma mais aprofundada e o interesse pela pesquisa nas áreas de sustentabilidade e de meio ambiente. Além disso, as apresentações didáticas implementadas pelos discentes contribuíram para aprimorar suas habilidades de liderança, de comunicação e de ensino.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou as ações desenvolvidas pelo projeto E-lixo: IDEA que tem o propósito de conscientizar a comunidade local da cidade de Camocim, em especial, o público-jovem, sobre a importância do descarte adequado do lixo eletrônico para a sustentabilidade ambiental. A abordagem educativa adotada, por meio de apresentações didáticas, tem-se mostrado eficaz no que diz respeito a engajar ativamente os alunos no processo de aprendizado sobre o tema e a motivar a implementação de ações sustentáveis.

Essa ação não apenas contribuiu para ampliar o conhecimento da comunidade beneficiada sobre os impactos ambientais do lixo eletrônico, mas também estimulou uma compreensão mais profunda da necessidade de gerenciar corretamente esses resíduos. Espera-se que a conscientização adquirida resulte na adoção de práticas mais responsáveis em relação ao manejo dos resíduos eletrônicos, contribuindo, assim, para a preservação ambiental e a redução dos impactos negativos associados. Além disso, a abordagem científica aplicada demonstrou sua eficácia ao formar extensionistas mais conscientes e comprometidos com questões ambientais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 31, p. 1, 13 fev. 2020.

Disponível em:

<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2020&jornal=515&pagina=1>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CASTRO, Inae; QUEIROZ, Jefferson Santos de; MORENO, João; PASCHOAL, Rhuan; BORGES, Daliana. O descarte do lixo eletrônico e seus impactos ambientais. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, [S. l.], v. 7, n. 27, p. 1-14, jul./set. 2020.

Disponível em:

https://oswaldocruz.br/revista_academica/edicoes/Edicao_27/index.html. Acesso em: 20 fev. 2024.

EXAME. **O Brasil é o emergente que mais produz lixo eletrônico, diz a ONU.**

2010. Disponível em: <https://exame.com/mundo/brasil-emergente-mais-produz-lixo-eletronico-diz-onu-535153/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

FORTI, V.; BALDÉ, C.P.; KUEHR, R.; BEL, G. **The Global E-waste Monitor 2020: quantities, flows and the circular economy potential**. Bona, Genebra, Roterdão: Universidade das Nações Unidas (UNU), Instituto das Nações Unidas para Formação e Pesquisa (UNITAR), Scycle Programme, União Internacional de Telecomunicações (ITU), Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), 2020. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low. Acesso em: 20 mar. 2024.

GREEN ELETRON. **Quais países produzem mais lixo eletrônico no mundo? Veja como está o Brasil neste ranking**. 2021. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/quais-paises-produzem-mais-lixo-eletronico-no-mundo-veja-como-esta-o-brasil-neste-ranking/>. Acesso em: 7 fev. 2023.

LI, Weila; ACHAL, Varenyam. Environmental and health impacts due to e-waste disposal in China - A review. **Science Of The Total Environment**, [S. l.], v. 737, n. 2, p. 139745, out. 2020. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.139745](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139745).

PIOVESAN, Lessandra Maria. **A educação ambiental e a destinação do lixo eletrônico**. 2015. 47 f. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15304/TCCE_EA_EaD_2015_PIOVESAN_LESSANDRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 mar. 2024.

ROBINSON, Brett H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. **Science Of The Total Environment**, [S. l.], v. 408, n. 2, p. 183-191, dez. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969709009073?via%3Dihub>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SHARMA, K.; JAIN, N.; JYOTSNA. A Proposed study to improve sorting and management of E-waste. *In*: OPJU, INTERNATIONAL TECHNOLOGY CONFERENCE ON EMERGING TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (OTCON), 2023, Chhattisgarh, India. **Anais [...]**. IEEE Explore, 2023, p. 1-5, DOI: [10.1109/OTCON56053.2023.10113926](https://doi.org/10.1109/OTCON56053.2023.10113926).

Trabalho submetido em: 26 fev. 2024.

Aceito em: 8 mar. 2024.



Av. Tenente Raimundo Rocha nº 1639
Bairro Cidade Universitária - Juazeiro do
Norte - Ceará - CEP 63048-080

 ufca.edu.br



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

 proex.ufca.edu.br

 periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/entreacoes

 +55 (88) 3221-9286

e-ISSN 2675-5335