

Relato de experiência: sustentabilidade como aprendizagem horizontal na área de análise e desenvolvimento de sistemas - ADS

Experience report: sustainability as horizontal learning in the area of systems analysis and development - ADS

Informe de experiencia: la sostenibilidad como aprendizaje horizontal en el área de análisis y desarrollo de sistemas - ADS

Original Recebido em: 03/08/2025

Aceito para publicação em: 15/08/2025

Thiago Vital Barroso

Especialista em Neurologia pela Residência Multiprofissional em Saúde

Instituição de formação: Hospital Universitário Getúlio Vargas

Endereço: (Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, Brasil)

E-mail: enfthiagobarroso@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8965-9095>

RESUMO

Objetivo: trata-se de um relato de experiência, a qual versa a discussão de assuntos do impacto do lixo eletrônico (*E-lixo*) na saúde e no meio ambiente, ressaltando os perigos de metais pesados, como chumbo e mercúrio, liberados durante descarte e reciclagem inadequados. Estudos apontam danos graves à saúde humana, como alterações neurológicas, problemas respiratórios, danos ao DNA e contaminação ambiental. A obsolescência de dispositivos eletrônicos, com vida útil média de 2 a 3 anos, agrava o problema. **Método:** no contexto da formação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), discutiu-se em fórum acadêmico on-line e de consulta livre, a relação entre sustentabilidade e a área de tecnologia, abordando a origem, uso e descarte dos dispositivos eletrônicos. **Resultados:** o fórum revelou que apenas 19,73% dos participantes correlacionaram o tema com sua formação, destacando ações como reutilização e reciclagem. Dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABIEE) mostram que o Brasil recicla apenas 3% do *E-lixo*, apesar de contar com 10 mil pontos de coleta. A pesquisa reforça a importância de protocolos operacionais para coleta e reciclagem, visando reduzir impactos ambientais e à saúde. Medidas como os 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) são essenciais para mitigar danos e promover a economia circular. Essas práticas ajudam a diminuir a extração de matérias-primas, economizando energia e recursos naturais. **Considerações finais:** conclui-se que conscientizar profissionais e futuros desenvolvedores de tecnologia sobre a sustentabilidade e os impactos do *E-lixo* é crucial. A integração de protocolos sustentáveis e reflexões éticas no campo de ADS fortalece o compromisso com o meio ambiente e a saúde pública, criando um setor mais responsável e alinhado às demandas socioambientais.

DESCRIPTORIOS: Análise e desenvolvimento de sistemas, Tecnologia da informação, *E-lixo*, reciclagem, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Objective: this is an experience report that discusses the impact of electronic waste (E-waste) on health and the environment, highlighting the dangers of heavy metals, such as lead and mercury, released during improper disposal and recycling. Studies indicate serious damage to human health, such as neurological changes, respiratory problems, DNA damage and environmental contamination. The obsolescence of electronic devices, with an average useful life of 2 to 3 years, aggravates the problem. **Method:** in the context of training in Systems Analysis and Development (ADS), the relationship between sustainability and the technology

area was discussed in an online and open-access academic forum, addressing the origin, use and disposal of electronic devices. **Results:** the forum revealed that only 19.73% of participants correlated the topic with their training, highlighting actions such as reuse and recycling. Data from the Brazilian Electrical and Electronic Industry Association (ABIEE) show that Brazil recycles only 3% of its e-waste, despite having 10,000 collection points. The research reinforces the importance of operational protocols for collection and recycling, aiming to reduce environmental and health impacts. Measures such as the 3Rs (Reduce, Reuse and Recycle) are essential to mitigate damage and promote the circular economy. These practices help reduce the extraction of raw materials, saving energy and natural resources. **Final considerations:** it is concluded that raising awareness among professionals and future technology developers about sustainability and the impacts of E-waste is crucial. The integration of sustainable protocols and ethical reflections in the field of ADS strengthens the commitment to the environment and public health, creating a more responsible sector aligned with socio-environmental demands.

DESCRIPTORS: Systems analysis and development, Information technology, E-waste, recycling, Sustainability.

RESUMEN

Objetivo: este es un informe de experiencia que analiza el impacto de los desechos electrónicos (E-waste) en la salud y el medio ambiente, destacando los peligros de los metales pesados, como el plomo y el mercurio, liberados durante una eliminación y un reciclaje inadecuados. Los estudios indican graves daños a la salud humana, como cambios neurológicos, problemas respiratorios, daños en el ADN y contaminación ambiental. La obsolescencia de los dispositivos electrónicos, con una vida útil media de 2 a 3 años, agrava el problema. **Método:** en el marco de la formación en Análisis y Desarrollo de Sistemas (ADS), se discutió la relación entre la sustentabilidad y el área de la tecnología en un foro académico en línea con consulta gratuita, abordando el origen, uso y desecho de los dispositivos electrónicos. **Resultados:** el foro reveló que sólo el 19,73% de los participantes correlacionaron el tema con su educación, destacando acciones como la reutilización y el reciclaje. Datos de la Asociación Brasileña de la Industria Eléctrica y Electrónica (ABIEE) muestran que Brasil recicla sólo el 3% de los residuos electrónicos, a pesar de tener 10.000 puntos de recogida. La investigación refuerza la importancia de los protocolos operativos de recolección y reciclaje, con el objetivo de reducir los impactos ambientales y de salud. Medidas como las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar) son fundamentales para mitigar los daños y promover la economía circular. Estas prácticas ayudan a reducir la extracción de materias primas, ahorrando energía y recursos naturales. **Consideraciones finales:** se concluye que es crucial concienciar a los profesionales y futuros desarrolladores de tecnología sobre la sostenibilidad y los impactos de los residuos electrónicos. La integración de protocolos sustentables y reflexiones éticas en el ámbito de ADS fortalece el compromiso con el medio ambiente y la salud pública, creando un sector más responsable y alineado con las demandas socioambientales.

DESCRIPTORES: Análisis y desarrollo de sistemas, Tecnologías de la información, Residuos electrónicos, Reciclaje, Sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

Em 2021, a Organização Mundial de Saúde (OMS), dissertou em relatório específico sobre descartes de dispositivos elétricos ou eletrônicos, apresentado como “tsunami de lixo eletrônico”. Ressalta-se que tais dejetos em importância de impacto para o meio ambiente e saúde pública, liberam altos níveis de produtos químicos e tóxicos, citam-se os principais

metais pesados - chumbo, cádmio, óxido de chumbo, mercúrio, antimônio, níquel, retardantes de chamas bromados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), nos locais de reciclagem, bem como, em proximidades perto de centros de reciclagem de lixo eletrônico. A discussão sobre a vida útil dos dispositivos eletrônicos é particularmente relevante para a área de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), pois está diretamente relacionada às atividades de produção de aplicativos e *softwares*.

Conforme destacado pela Positivo, "um notebook dura em média de 2 a 3 anos, ou seja, depois desse período talvez seu computador pessoal não esteja mais tão potente e com aquele desempenho impecável de quando estava novo". Essa durabilidade limitada implica que dispositivos de informática frequentemente deixam de ser utilizados devido a danos ou obsolescência, o que levanta questões sobre o descarte adequado e o impacto ambiental desses produtos.

Além da Positivo, outras marcas líderes no mercado, como Dell, HP e Lenovo, também enfrentam desafios semelhantes em relação à vida útil de seus produtos, com durabilidades que variam de acordo com o modelo e o uso. Portanto, compreender a origem dos eletrônicos que se tornarão futuros resíduos eletrônicos (*E-lixo*), bem como os processos corretos de descarte e reciclagem, é essencial para profissionais de ADS. Essa compreensão não apenas prepara os profissionais para orientar clientes e fornecedores sobre práticas sustentáveis, mas também para desenvolver protocolos profissionais que minimizem o impacto ambiental dos dispositivos eletrônicos.

Contudo, entender a importância da origem dos eletrônicos que se tornarão futuros (*E-lixo*), tais como, seus corretos descartes e os processamentos, tornam-se preparativos no nicho temático e da atividade profissional, junto aos seus clientes e fornecedores, bem como, em desenvolvimento de protocolo profissional.

Com objetivo de relatar a percepção acadêmica e profissional, diante do cenário de um fórum coletivo de estudantes na área de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) de um Centro Universitário, em disciplina específica sobre o impacto da área de formação no contexto da sustentabilidade.

A presente experiência justifica-se pela necessidade de fomentar a reflexão crítica entre os discentes do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), quanto à responsabilidade ambiental associada ao ciclo de vida dos dispositivos eletrônicos. A partir da leitura minuciosa dos materiais disponibilizados na disciplina de Sustentabilidade, e da participação ativa em fórum virtual, observou-se o engajamento espontâneo dos alunos, que contribuíram com percepções, questionamentos e análises sobre o impacto ambiental do

descarte inadequado de equipamentos eletrônicos. O espaço dialógico proporcionado pelo fórum revelou-se um terreno fértil para a discussão sobre o papel dos profissionais de tecnologia diante da problemática do lixo eletrônico, alinhando teoria e prática a partir de conteúdos disponibilizados em videoaulas e artigos de referência.

Nesse sentido, torna-se relevante relatar e analisar essa vivência acadêmica, pois ela não apenas promoveu uma consciência socioambiental, mas também apontou para a importância da inserção de temas como sustentabilidade e responsabilidade tecnológica na formação profissional. Ao confrontar as discussões realizadas pelos alunos com dados e relatórios oficiais de organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS), foi possível enriquecer o debate e ampliar a visão crítica sobre o papel das tecnologias no agravamento ou mitigação dos impactos ambientais.

A vivência relatada ainda permite visualizar possíveis caminhos para a construção de protocolos éticos e sustentáveis dentro da área de sistemas e desenvolvimento de *software*, contribuindo para a formação de profissionais mais conscientes e preparados para lidar com os desafios contemporâneos da sua atuação.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo do tipo descritivo, observacional, com abordagem qualitativa, desenvolvido sob a modalidade de relato de experiência. A coleta de dados ocorreu de forma espontânea e livre, a partir da participação dos discentes no fórum de discussão da disciplina Sustentabilidade, integrante da matriz curricular do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) de um Centro Universitário, no período letivo compreendido entre os anos de 2023 e 2024.

A amostra foi composta por publicações brutas realizadas no ambiente virtual de aprendizagem, no qual os estudantes, motivados pelos conteúdos apresentados em videoaulas e materiais complementares, expuseram suas percepções, reflexões e opiniões a respeito da temática "impactos ambientais dos dispositivos eletrônicos". O espaço permitiu a livre manifestação dos participantes, não havendo critérios de exclusão ou delimitação prévia de respostas, considerando-se a natureza aberta e exploratória do fórum como uma fonte de coleta rica e espontânea de dados.

Como critérios de inclusão, foram consideradas as postagens que evidenciaram algum nível de reflexão sobre a problemática ambiental associada ao lixo eletrônico, especialmente aquelas que dialogaram diretamente com os materiais disponibilizados na disciplina. A análise dos dados foi conduzida com base na técnica de análise de conteúdo, permitindo a identificação de categorias temáticas emergentes a partir das falas dos participantes.

O referencial teórico utilizado para embasar a reflexão considerou os conteúdos expostos nas videoaulas, materiais institucionais da disciplina e pesquisa complementar em fontes digitais abertas, sobretudo a partir da ferramenta de busca *Google LLC*. Dado o caráter público e amplamente difundido do tema “Eletrônicos e Informática”, optou-se por uma abordagem de reflexão livre, sem delimitação por autores específicos, o que contribuiu para uma leitura mais ampla e crítica das percepções manifestadas pelos estudantes no contexto educacional.

RESULTADOS

Durante o levantamento teórico e análise qualitativa das interações no fórum da disciplina de Sustentabilidade, foram identificadas $n=76$ participações espontâneas dos discentes. Dentre essas, 15 (19,73%) apresentaram correlação direta com o conteúdo teórico da disciplina e a área de formação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), com destaque para menções às práticas de reutilização e reciclagem de equipamentos eletrônicos. Este número, inferior à metade dos participantes totais, evidencia a necessidade de maior aprofundamento e transversalidade entre os conteúdos ambientais e os contextos profissionais da tecnologia da informação.

As discussões revelaram que, apesar do tema “Sustentabilidade” estar presente na ementa curricular, sua abordagem ainda tende a ser superficial ou restrita a exemplos clássicos, como economia de água, descarte correto de lixo e prevenção de queimadas. Entretanto, quando o tema é cruzado com a prática profissional em ADS, surgem questionamentos mais amplos: quais os impactos ambientais e à saúde associados ao ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos?; existem protocolos ou diretrizes que orientem o descarte e a renovação tecnológica no ambiente profissional?; quais as consequências do descarte inadequado de *hardware* e periféricos?.

A consulta a fontes abertas, como relatórios, artigos e notas editoriais disponíveis via mecanismo de busca universal (*Google LLC*), apontou dados relevantes. A *Global E-waste Statistics Partnership* (GESP) registrou que, até o ano de 2019, foram geradas 53,6 milhões de toneladas métricas de lixo eletrônico, representando um aumento de 21% em cinco anos. O Brasil, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABIEE), recicla apenas cerca de 3% do total de lixo eletrônico produzido, ainda que disponha de aproximadamente 10 mil pontos de coleta espalhados pelo território nacional.

No tocante aos impactos em saúde pública, os relatos encontrados indicam que o *E-lixo*, sobretudo em locais de descarte ou reciclagem informal, expõe a população - especialmente trabalhadores e gestantes - a substâncias tóxicas, como chumbo, cádmio e

mercúrio. Tais exposições estão associadas a casos de má-formação fetal, partos prematuros e natimortos, além de danos neurológicos, distúrbios respiratórios, alterações hormonais, mutações genéticas e neoplasias devido ao caráter bioacumulativo dos materiais.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade urgente de integrar práticas sustentáveis à formação e atuação dos profissionais de ADS, indo além do discurso ecológico tradicional e promovendo uma visão crítica e técnica sobre a sustentabilidade aplicada ao universo da tecnologia. A discussão suscitada nos fóruns aponta ainda para uma lacuna no planejamento pedagógico, que deve ser mais assertivo ao articular a sustentabilidade com os saberes específicos da área tecnológica.

DISCUSSÃO

A análise das percepções discente frente ao tema sustentabilidade no contexto da Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) evidencia um desafio recorrente na formação tecnológica: a limitação de abordagens transversais que articulem conhecimentos ambientais aos conteúdos específicos da área. Ainda que a temática ambiental esteja formalmente inserida nos currículos, a sua abordagem tende a ser tratada de maneira genérica ou desconectada da realidade profissional dos futuros desenvolvedores e analistas de sistemas.

Ao observar o baixo índice de correlação entre os conteúdos debatidos e a prática profissional, identificou-se uma lacuna entre o conhecimento técnico e a responsabilidade ambiental, sugerindo que o tema da sustentabilidade ainda é percebido como externo ou secundário à atuação na área de tecnologia. Essa distância entre o discurso institucional e a prática pedagógica compromete a formação crítica dos alunos, que muitas vezes não se veem como agentes de transformação socioambiental em seus respectivos campos.

O cruzamento do tema com referências internacionais, como os dados da GESP e da ABIEE, reforça o potencial impacto ambiental e sanitário do lixo eletrônico e a urgência em repensar os ciclos de consumo e descarte de equipamentos de informática. A literatura científica já evidencia que o *E-lixo* é um dos resíduos sólidos que mais cresce globalmente, sendo responsável por sérios riscos à saúde humana e ao meio ambiente devido à presença de metais pesados e compostos tóxicos. No entanto, esses riscos ainda são pouco discutidos dentro dos cursos de tecnologia da informação, o que pode comprometer o desenvolvimento de soluções técnicas mais conscientes e sustentáveis.

Além disso, a formação por meio do Ensino a Distância (EaD), embora rica em recursos digitais, nem sempre estimula suficientemente o aprofundamento crítico dos temas, especialmente quando o material didático se mantém excessivamente centrado em exemplos convencionais. A experiência analisada sugere que metodologias mais ativas e

contextualizadas, como estudos de caso, projetos interdisciplinares e debates temáticos, poderiam potencializar o envolvimento dos estudantes com questões ambientais em sua área.

Dentre as implicações deste estudo, destaca-se a necessidade de revisão dos materiais pedagógicos e das estratégias de ensino nos cursos de ADS, de modo que contemplem a sustentabilidade não apenas como um tema complementar, mas como um eixo estruturante da prática profissional. A construção de protocolos para aquisição, manutenção, descarte e reaproveitamento de dispositivos tecnológicos, por exemplo, pode ser uma ação concreta a ser discutida em sala de aula e aplicada no mercado.

Como limitação, aponta-se que a amostra foi composta apenas por interações espontâneas em um fórum específico, sem aplicação de instrumentos formais de avaliação ou entrevistas aprofundadas, o que restringe a profundidade analítica das interpretações. Além disso, por tratar-se de um relato de experiência, os dados analisados são de natureza subjetiva e contextual, o que não permite generalizações, mas oferece subsídios importantes para repensar práticas formativas na área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados deste relato de experiência evidenciam a necessidade urgente de integrar o conceito de sustentabilidade de forma mais efetiva e contextualizada na formação de profissionais da área de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS). Embora o tema esteja presente em disciplinas específicas, a correlação com a prática profissional ainda é limitada e muitas vezes negligenciada, o que pode comprometer a formação crítica e socialmente responsável dos discentes.

A reflexão promovida pelos participantes do fórum mostrou que, quando provocados a pensar sobre a relação entre tecnologia e meio ambiente, surgem questões relevantes que merecem ser aprofundadas, como o descarte adequado de equipamentos eletrônicos, os impactos do *E-lixo* na saúde e no ecossistema, e a responsabilidade ética do profissional frente a esses desafios. Esses aspectos reforçam a importância de práticas pedagógicas mais conectadas com a realidade e com a complexidade das questões socioambientais.

Com base nos resultados analisados, compreende-se que medidas estruturadas, como a adoção de protocolos operacionais para coleta e descarte, bem como a aplicação dos princípios dos 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), representam estratégias viáveis e sustentáveis. Além de contribuírem para a mitigação de danos ambientais – como a contaminação do solo e da água –, essas ações podem integrar o profissional da tecnologia ao conceito de economia circular, reduzindo a necessidade de extração de matérias-primas, consumo de energia e emissão de poluentes.

A limitação principal deste estudo reside no caráter exploratório e na ausência de métodos quantitativos ou entrevistas estruturadas, o que restringe a profundidade das análises. Ainda assim, o relato oferece contribuições importantes ao apresentar um retrato real do nível de engajamento dos estudantes com a temática, indicando caminhos para o fortalecimento de uma formação ambientalmente comprometida.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação da amostra, a utilização de instrumentos mais sistematizados de análise, e o desenvolvimento de intervenções pedagógicas voltadas à sustentabilidade aplicada à tecnologia. Tais estudos poderão contribuir para a construção de uma base sólida de conhecimento que oriente tanto a prática docente quanto a atuação profissional mais ética, crítica e ambientalmente responsável no campo da tecnologia da informação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). Logística reversa e reciclagem de eletroeletrônicos. [Internet]. 2023 [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://abinee.org.br/>.

DELL. Vida útil estimada dos laptops Dell. [Internet]. [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://www.dell.com>.

GLOBAL E-WASTE STATISTICS PARTNERSHIP (GESP). The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. [Internet]. 2020 [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://globalewaste.org/reports/>.

GOOGLE LLC. Pesquisa sobre sustentabilidade, impacto ambiental e *E-lixo*. [Internet]. 2024 [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://www.google.com>.

HP. Expectativa de vida dos notebooks HP. [Internet]. [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://www.hp.com>.

LENOVO. Vida útil média dos laptops Lenovo. [Internet]. [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://www.lenovo.com>.

Organização Mundial de Saúde (OMS). Aumento do lixo eletrônico afeta saúde de milhões de crianças, alerta OMS. [Internet]. 2021 [acesso em 21 de fevereiro de 2024]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/15-6-2021-aumento-do-lixo-eletronico-afeta-saude-milhoes-criancas-alerta-om>.

POSITIVO TECNOLOGIA. Como saber se está na hora de trocar o seu notebook? [Internet]. 2022 [acesso em 04 de abril de 2025]. Disponível em: <https://www.meupositivo.com.br/doseujeito/dicas/como-saber-se-esta-na-hora-de-trocar-o-seu-notebook/>.