

PROPOSTA DE PROCESSO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA DESCARTE DE ATMS COM BASE NA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

SÍLVIA PIERRE IRAZUSTA¹; FELIPE YAMAZAKI²

¹Fatec Sorocaba - Coordenadoria de Sistemas Biomédicos; ²UPEP-CPS

silvia.irazusta@fatec.sp.gov.br

Proposal for an Industrial Symbiosis Process for the Disposal of ATMs based on Life Cycle Assessment

Eixo Tecnológico: Saúde e Meio Ambiente

Resumo

Neste artigo apresentam-se análises sobre os impactos ambientais decorrentes dos processos de descarte de caixas eletrônicos. O objetivo foi realizar a avaliação de ciclo de vida e propor um processo de simbiose industrial para o descarte dos equipamentos. O método estudo de caso foi utilizado para a coleta de informações em campo em uma cooperativa responsável pela reciclagem de componentes no processo de descarte. A análise foi realizada por meio software Open LCA amparada pelo método Eco-indicador 99. A proposta de processo de simbiose industrial para o descarte de caixas eletrônicas nomeada de “Processo (Framework)” evitou danos ambientais de 0,00038 DALY (Disability Life Years), 279,01712 PAF (Potentially Affected Fraction) e 987,73385 na pontuação MJ surplus (Energia extra necessária para a exploração de matérias primas). Com base no método GWP 100a (Potencial de Aquecimento Global), o procedimento evitou a emissão de 15,05 kg de CO₂ equivalentes por unidade de equipamento descartado

Palavras-chave: Caixa Eletrônico, Impactos Ambientais, Simbiose Industria, REE, ACV.

Abstract

This article presents analyzes of the environmental impacts resulting from ATM disposal processes. The objective was to carry out a life cycle assessment and propose an industrial symbiosis process for the disposal of equipment. The case study method was used to collect information in the field in a cooperative responsible for recycling components in the disposal process. The analysis was carried out using Open LCA software supported by the Eco-indicator 99 method. The proposed industrial symbiosis process for the disposal of ATMs called “Process (Framework)” avoided environmental damage of 0.00038 DALY (Disability Life Years), 279.01712 PAF (Potentially Affected Fraction) and 987.73385 in the MJ surplus score (Energy extra necessary for the exploration of raw materials). Based on the GWP 100a (Global Warming Potential) method, the procedure avoided the emission of 15.05 kg of CO₂ equivalent per unit of discarded equipment.

Key-words: ATM (Automated Teller Machine), Environmental Impacts, Industrial Symbiosis, EEW, LCA.

1. Introdução

Os equipamentos do setor bancário, com requisitos de segurança para os clientes e para as instituições financeiras, estão constantemente sendo atualizados e recebendo novas tecnologias que visam garantir a credibilidades nas operações. Por exemplo, destacam-se os caixas eletrônicos, nos quais, a inclusão de novas tecnologia como biometria, entintamento de cassetes, reciclagem de cédulas, leitores de cartões, identificação por chips e digitalização forçaram a antecipação da obsolescência desses equipamentos. A digitalização de serviços, a mudança de legislação, o surgimento de bancos digitais e novas formas de pagamento instantâneo também corroboraram para o processo de desuso de caixas eletrônicos. Entretanto, a cada mudança mais equipamentos precisam ser descartados devido a obsolescência de tecnologia ou de componentes [1]. O fortalecimento dos aplicativos bancários em dispositivos móveis colabora para a redução no número de filiais de Bancos e para o fechamento de agências.

No cenário brasileiro, o sistema instantâneo de pagamentos (PIX), lançado em novembro de 2020, revolucionou a forma como os brasileiros realizam suas transações bancárias [2]. A redução do número de agências bancárias nos últimos anos, ratifica a necessidade de estudos

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJII

sobre a destinação dos equipamentos instalados nesses locais de atendimento e o tratamento de seus componentes no processo de obsolescência. Assim, o objetivo foi determinar os impactos ambientais decorrentes da obsolescência dos caixas eletrônicos e como pode ser realizado o manejo desses materiais na mitigação desses impactos, por meio da avaliação de ciclo de vida (ACV) e mapeamento do processo de descarte dos equipamentos.

A simbiose industrial é fundamental para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações integradas de organizações podem ser feitas de forma inteligente para a redução do consumo de energia, de emissões de dióxido de carbono e da geração de resíduos [3]. A avaliação do ciclo de vida deve avaliar os impactos ambientais concentrando-se principalmente no consumo de água e energia elétrica, na geração de resíduos e nas emissões de gases de efeito estufa de qualquer produto.

2. Materiais e métodos

Para o estudo foi escolhido um modelo de caixa eletrônico que é instalado em postos de serviços e agências bancárias, com as seguintes funções: saques em cédulas, depósitos em cédulas sem envelope, pagamento de contas com código de barras com recebimento via cartão, emissão de extratos, consulta de saldos, transferência de fundos, aplicações financeiras, informação aos usuários e Marketing dos Bancos. Para a pesquisa foi escolhida uma cooperativa de coleta de REE especializada em reciclagem de equipamentos bancários. Foram acompanhados os processos de descarte de 9 caixas eletrônicos no ambiente da Cooperativa de Coleta de REE denominada “A”. Foram medidas as massas de cada material presente nos Caixas Eletrônicos em processo de descarte.

O impacto ambiental do descarte dos materiais utilizados nos caixas eletrônicos foi calculado pelo método de ACV, de acordo com a norma ISO 14044. O estudo realizou uma análise de relação de Categorias de Impactos e os Danos baseados no estudo Eco indicador 99 [4], modelagem cujos pontos avaliam um processo ou produto por meio de três categorias de danos: saúde humana, qualidade dos ecossistemas e utilização de recursos [5]. O potencial para alterações e mudanças climáticas, destruição da camada de ozônio, efeitos cancerígenos, envolvimento respiratório e radiação ionizante são mensurados em pontos na categoria de danos à saúde humana mensurados por meio de pontos DALY, ou seja, anos perdidos de vida por número de doenças de forma binária ou potencial de deficiência [6]. Os danos a qualidade do ecossistema são representados pelo número de potencial perda de espécies animais e vegetais na escala PAF (do inglês: Potentially Affected Fraction; ou fração potencialmente afetada) ou PDF (do inglês: Potentially Disappeared Fraction; ou fração potencialmente desaparecida [7]. Para a análise do ciclo de vida dos caixas eletrônicos atrelados aos parâmetros de Categorias de Impactos e os Danos baseados no método Eco-indicador 99 [8], foi utilizado o software Open LCA da versão 2.1.1 da empresa Green Delta com licença livre e gratuita [9].

A partir da pesquisa foi desenvolvido um “Framework”, com a representação gráfica dos fluxos que auxiliaram na avaliação de impactos ambientais de diferentes caminhos percorridos pelos caixas eletrônicos ao longo de suas fases de produção, utilização, manutenção e descarte. Amparado pelo método do EI99, foram calculados os danos ambientais evitados em dois fluxos de simbiose industrial; o primeiro denominado “Processo (Framework)”, o segundo é chamado de “Processo (Siderúrgica)”, onde foi considerado o processo de descarte mais utilizados pelos bancos, no município de São Paulo. Na avaliação de impactos ambientais foi utilizado o método GWP (Global Warming Potential), para medir a emissões de CO₂ equivalentes, da incineração de materiais não metálicos.

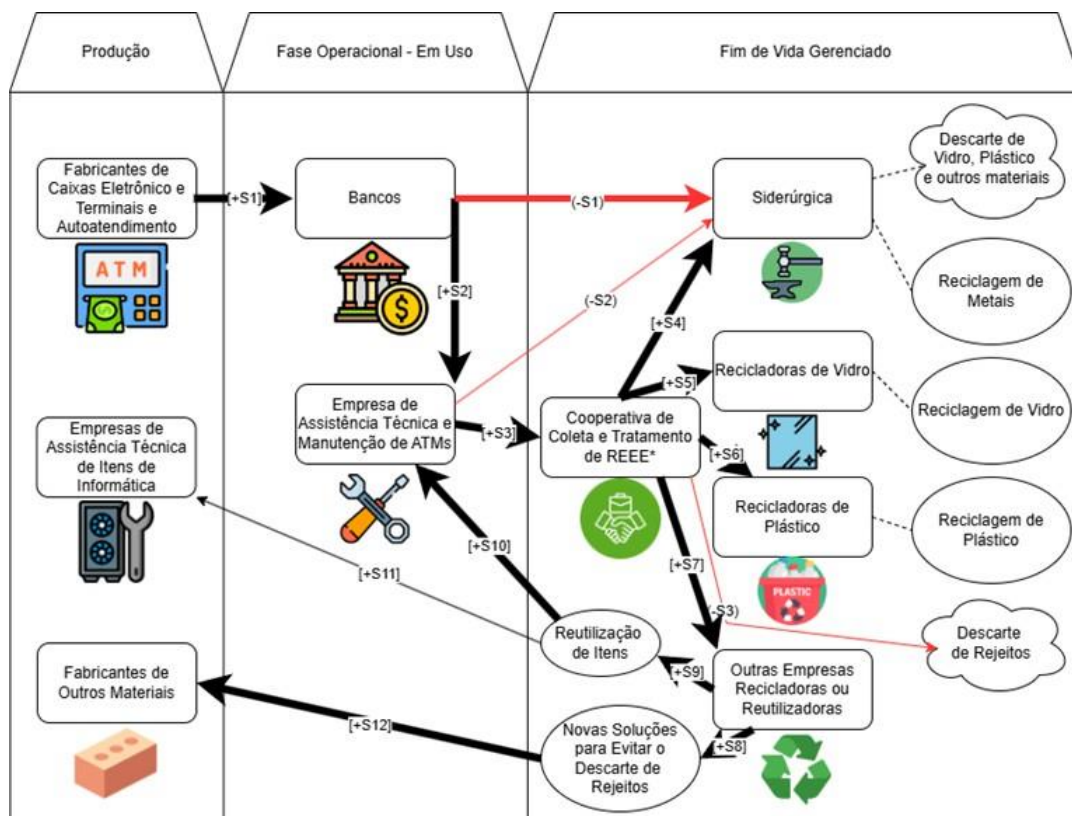
3. Resultados e Discussão

A partir dos dados coletados durante a pesquisa, as observações realizadas durante o Estudo de

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

Caso e as comparações entre os processos de descarte foi possível desenvolver um Framework que materializa a proposta de Processo de Simbiose Industrial para o Descarte de Caixas Eletrônicas (Fig.1).

Fig. 1: Framework: Proposta de Processo de Simbiose Industrial para o Descarte de Caixas Eletrônicas.



Fonte: (Autores, 2024).

O Framework oferece por meio de uma representação gráfica os melhores processos ao longo do gerenciamento do fim de vida dos Caixas Eletrônicos. As setas representam a direção do fluxo entre instituições que possuem interferências durante o ciclo de vida dos equipamentos. As setas com a identificação positiva de “[+S]” representam as ações mais sustentáveis e com impacto ambiental reduzido e as setas com a identificação negativa de “(-S)” representam as ações menos sustentáveis e com impacto ambiental aumentado. As setas com maiores espessuras, de cor preta, foram destacadas para representar o fluxo com ações mais sustentáveis e com impacto ambiental reduzido denominado “Processo (Framework)” e a seta com maior espessura, de cor vermelha, foi destacada para representar o fluxo com menos ações sustentáveis e com impacto ambiental aumentado chamado de “Processo (Siderúrgica)”.

A proposta de processo de simbiose industrial para o descarte de caixas eletrônicas nomeada de “Processo (Framework)” apresenta **0,00038 DALY** (Disability Life Years), ou seja, uma mensuração do dano à saúde humana evitado em duração de doenças e os anos de vida perdidos. Na mesma linha o processo alternativo identificado como “Processo (Siderúrgica)” apresenta **0,00001 DALY**. Em relação aos danos a qualidade do ecossistema, o “Processo (Framework)” apresenta **279,01712 PAF** (Potentially Affected Fraction), ou seja, o dano evitado na qualidade do ecossistema medido pelo número de espécies que desapareceriam ou seriam afetadas como consequência do procedimento ou seu impacto ambiental, já o “Processo (Siderúrgica)” apresenta **3,84627 PAF**. A diferença na escala pode ser explicada devido ao “Processo (Siderúrgica)” tratar materiais não metálicos como fonte de combustível no processo de incineração e aquecimento

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJJ

causando geração de gases de efeito estufa. O procedimento de incineração da massa, correspondente a 21,742 kg, dos componentes não metálicos de um caixa eletrônico e gera aproximadamente 15,05 kg de CO₂ equivalentes, aumentando assim os níveis de gases que contribuem para o aquecimento do planeta e a extinção de espécies vegetais e animais. No caso dos danos aos recursos naturais, o “Processo (Framework)” apresenta **987,73385 na pontuação MJ surplus** (Energia extra para a exploração de matérias primas virgens), ou seja, o dano evitado aos recursos é caracterizado pela energia extra que será necessária para a extração de nova matéria prima, já o “Processo (Siderúrgica)” apresenta **13,61509 MJ surplus**. A diferença na escala pode ser explicada devido ao “Processo (Siderúrgica)” não tratar ou reciclar materiais não metálicos interrompendo a aplicação do conceito de economia circular aonde retornam para a cadeia produtiva apenas materiais ligados a siderurgia do pó com a fragmentação de massas metálicas [9].

4. Considerações finais

Desenvolveu-se um sistema de avaliação das consequências ambientais inerentes ao descarte dos equipamentos e foi proposto um processo de simbiose industrial sustentável para ser utilizado nos futuros descartes e processos de destinação final, representado no Framework. Por fim, este estudo pode ter implicações para a tomada de decisão em diversas empresas inseridas no mesmo contexto analisado e gerar estratégias empresariais mais sustentáveis aplicadas ao setor bancário e de reciclagens de componentes ou resíduos de equipamento eletroeletrônico e alinhadas aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável presentes na agenda 2030 da ONU.

Referências

- [1] Broby, D. Financial technology and the future of banking. **Financial Innovation**, v. 7, n. 1, 18 jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00264-y>.
- [2] Silva, U. et al. **Digitalização financeira no Brasil: o impacto do pix nos meios de pagamento**. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, v. 22, n. 6, p. e5130, 7 jun. 2024.
- [3] Boom, C.; Efrain A.; Peñabaena-Niebles, R. Opportunities and challenges for the waste management in emerging and frontier countries through industrial symbiosis. **Journal of Cleaner Production**, p. 132607, jun. 2022.
- [4] PRE - PRODUCT ECOLOGY CONSULTANTS. The Eco-Indicatos 99 – **A damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment**. Amersfoort, 2001
- [5] Goedkoop, M.; Spriensma, R. **The Eco-indicator 99** A damage oriented method for Life Cycle Impact assessment. 2ed. Amersfoot, Netherlands: PRé Consultants, 2000, 142 p.
- [6] Katarzina, P. et al. LCA as a Tool for the Environmental Management of Car Tire Manufacturing. **Applied Sciences**, v. 10, n. 20, p. 7015, 9 out. 2020.
- [7] Fahmi, A. A. et al., Analysis of Eco-Efficiency Level in Tofu Processing Using the Life Cycle Assessment (LCA) Method. **E3S Web of Conferences**, v. 517, p. 14004, 2024
- [8] Bessa, S.A. L. et al. Produção e avaliação de microconcretos com rejeito de minério de ferro para a fabricação de componentes construtivos. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 27, n. 2, 2022.
- [9] Pfister, S.; Koehler, A.; Hellweg, S. Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. **Environmental Science & Technology**, v. 43, n. 11, p. 4098-4104, jun. 2009.