

Promovendo Práticas Sustentáveis de Descarte de Pilhas: O Papel da Educação Ambiental e Bancos de Coleta em Universidades e Estabelecimentos Comerciais

João Gabriel Honorato Oliveira¹

Giovanna Zanetti Donegá²

Mayara Teixeira da Silva³

Amanda Carmelo da Rocha⁴

Miriam Maria de Resende⁵

Vicelma Luiz Cardoso⁶

Educação Ambiental

Resumo

Tendo em vista que apenas 3% do todo o lixo eletrônico na América Latina encontra o seu destino correto, o objetivo deste estudo é abordar a promoção de práticas sustentáveis de descarte de pilhas, destacando a importância da educação ambiental e a instalação de bancos de coleta em estabelecimentos comerciais. Foi confeccionado um coletor de pilhas utilizando caixas de leite recicladas, posicionados em locais estratégicos como relojoarias, óticas e chaveiros na região central de Uberlândia. Esses locais foram escolhidos devido ao alto fluxo de pessoas e à alta concentração de pilhas. A escolha das caixas de leite como matéria-prima foi motivada pela sua baixa taxa de reciclagem e alta produção, contribuindo para a sustentabilidade ao reutilizar um material que seria descartado inadequadamente. A metodologia envolveu a higienização das caixas de leite e a criação de um texto informativo anexado aos coletores para educar a população sobre os impactos ambientais do descarte inadequado de pilhas. As coletas ocorreram durante o período de 12 meses, foram coletadas 930 pilhas do tipo botão (modelos CR2032, CR2025 e CR2016). O modelo CR2032 foi utilizado em experimentos no Núcleo de Processos Biotecnológicos da Universidade Federal de Uberlândia, enquanto os demais modelos foram armazenados para futuras pesquisas. Concluiu-se que a iniciativa simples e sustentável teve um impacto positivo significativo no meio ambiente e na sociedade, promovendo práticas responsáveis de descarte de resíduos eletrônicos.

Palavras-chave: Pilhas botão; Sustentabilidade; Reciclagem; Coleta; Conscientização.

¹ Aluno de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, joao.honorato@ufu.br.

² Aluna de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, giovannazanetti@ufu.br

³ Aluna de Doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, mayara.silva@ufu.br.

⁴ Aluna de Pós-Doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, amanda.rocha@ufu.br

⁵ Prof. Dr.^a Universidade Federal de Uberlândia - Campus Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, mresende@ufu.br

⁶ Prof. Dr.^a Universidade Federal de Uberlândia - Campus Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, vicelma@ufu.br

INTRODUÇÃO

O descarte de resíduos sólidos tem sido um assunto amplamente debatido devido ao alto consumo de eletroeletrônicos e conseqüentemente a utilização de pilhas e baterias (POZZETTI e CALDAS, 2019; NATUME e Anna, 2011). O aumento da utilização desses artigos implica no aumento de resíduos atrelados a eles, os quais podem gerar riscos ambientais em caso de manuseio inadequado, uma vez que eles podem apresentar compostos tóxicos em sua composição (NATUME e Anna, 2011). Segundo os dados da Associação Brasileira da indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), o Brasil produz cerca de 800 milhões de pilhas comuns e alcalinas por ano (BRASIL, 1996).

As pilhas do tipo botão são amplamente utilizadas devido à sua alta densidade energética, essa característica as torna ideais para dispositivos eletrônicos que requerem fontes de energia compactas e duradouras (Bocchi, Ferracin, Biaggio, 2000). As suas aplicações são vastas, podendo ser utilizadas em brinquedos, relógios, aparelhos eletroportáteis, celulares, dispositivos auditivos, calculadoras, termômetros, controladores e computadores (SILVA; AFONSO, 2008).

Metais pesados não são facilmente degradados e se acumulam nos organismos com os quais têm contato (FROISA e PEREIRA, 2020). Dentre os metais pesados frequentemente encontrados nas composições de pilhas, destacam-se o lítio (Li), chumbo (Pb), níquel (Ni) e prata (Ag) (FREITAS; OLIVEIRA, 2021). Portanto, o descarte incorreto pode contaminar solo, água, fauna e flora, podendo até ser absorvidos pelos seres humanos através dos alimentos. A ingestão de alimentos contaminados pode levar a uma variedade de efeitos, que variam de problemas pulmonares, diarreia, anemia, Parkinson até câncer. Os sintomas variam de acordo com o metal, organismo, concentração e especialmente com a frequência de contato (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

Diante do alarmante cenário em que 82% desses materiais são descartados em lixos comuns, torna-se evidente a urgência de medidas regulatórias eficazes para lidar com o problema (ROA, 2009). Nesse contexto, a resolução do Conama nº 257/99 desempenha um papel crucial. O artigo 6º desta resolução estabelece limites para alguns metais pesados presentes em produtos eletrônicos, exigindo que os fabricantes recolham e direcionem para tratamento correto os materiais que excedem esses limites. Além disso, são proibidas

substâncias altamente tóxicas, como o mercúrio, devido aos seus impactos ambientais e à saúde pública (FENNER et al., 2017).

No entanto, com o aumento exponencial no consumo de pilhas e baterias, torna-se inviável manter um limite, mesmo que inferior, para o descarte inadequado no lixo comum. Além disso, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), o mercado clandestino circula cerca de 400 milhões de unidades por ano no Brasil, os quais contêm dez vezes mais mercúrio e sete vezes mais chumbo do que o tolerado pela resolução (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). Em parte, a falta de conscientização da população mantém esse tipo de comércio operante, pois grande parte da população ainda desconhece os impactos ambientais e de saúde causados pela presença de metais pesados nesses dispositivos (NATUME e Anna, 2011).

Outro fator que contribui para o problema é a logística dos pontos de coleta para reciclagem, geralmente instalados em mercados e shoppings, sendo necessário o compromisso de levar o material para descarte. Além disso, essa informação não é tão difundida entre a população, o estudo realizado por Martins & Souto (2020) revelou que 49% dos entrevistados não tinham conhecimento sobre os pontos de coleta de pilhas. Essa falta de esclarecimento a respeito das localidades deles auxilia a disposição inadequada, pois até em suas embalagens as instruções sobre descarte são vagas (Eduardo Antônio, 2020). O que é um dos motivos de apenas 3% do lixo eletrônico presente na América Latina encontrar o descarte correto (ONU, 2022).

Tendo em vista todas essas informações, a proposta deste trabalho é a confecção de coletores para pilhas do tipo botão utilizando materiais de difícil reciclagem, assim como sua alocação em locais estratégicos e utilização do material coletado como fonte de pesquisa. Deste modo, será possível promover uma iniciativa para aproximar a comunidade acadêmica da sociedade em geral.

METODOLOGIA

Inicialmente foram avaliados potenciais locais para pontos de coleta, os quais deveriam atender aos requisitos de possuir uma alta concentração de pilhas, ter um alto fluxo de pessoas, assim como ser próximo da Universidade Federal de Uberlândia. Deste modo, seria possível alcançar uma maior quantidade de material, conscientizar um maior número de pessoas, além de facilitar o processo de coleta.

Para a construção do coletor, na escolha do material foram levadas em considerações os critérios de maneabilidade, praticidade de alocação e locomoção, além de durabilidade. A maneabilidade auxiliaria na

hora de customizar o coletor, facilitando o processo de decoração. Os fatores de alocação e locomoção permitiriam que o objeto pudesse ser facilmente posicionado no estabelecimento e coletado posteriormente. Quanto à característica de durabilidade, ela possibilitaria que houvesse um tempo hábil até ser necessária a confecção de um novo coletor, reduzindo o desperdício de materiais.

Além disso, outro ponto tido em mente para a escolha da matéria-prima dos coletores foi o desperdício causado pela falta de reciclagem e sua alta produção. Dessa forma, estaríamos usando um resíduo, o que reduziria consideravelmente os custos atrelados à sua obtenção, além reutilizar um material que seria descartado sem um tratamento adequado. Com isso, estaríamos exercendo com maior ênfase a sustentabilidade, uma vez que o projeto que visa ajudar o meio ambiente, ao decorrer de todos os passos, tendo um impacto verdadeiramente positivo na natureza.

O último passo foi a elaboração da escrita do texto de caráter informativo o qual seria anexado aos coletores. Para isso, foi necessário fazer a compilação das informações importantes sobre o descarte inadequado das pilhas, assim como descrever o objetivo do coletor, difundindo a proposta da pesquisa. O design foi feito por meio da ferramenta on-line *Canva*®, devido à sua vasta gama de opções com alta customização, apresentando uma interface intuitiva, além de ser um programa gratuito.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os locais de coleta escolhidos foram relojoarias, óticas e chaveiros presentes na região central de Uberlândia. A escolha desses pontos apresentou maior potencial de coleta das pilhas, visto que eles realizam trabalhos diretos com o material de interesse. Além disso, o fato de apresentar um grande fluxo de pessoas possibilitaria uma melhor difusão da coleta, assim como conscientização da população. Deste modo, o projeto teria uma maior possibilidade de se perpetuar.

As caixas de leite foram escolhidas como matéria prima para a confecção dos coletores porque, além das características evidenciadas na metodologia, elas possuem um baixo índice de reciclagem, apenas 35,9% são recicladas corretamente (TETRAPAK, 2022). Elas foram coletadas na casa dos próprios autores, assim como em cafés e lanchonetes localizados no campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia e

em suas proximidades. No entanto, para a utilização do material foi necessário efetuar um processo de higienização. O procedimento foi realizado com uma lavagem inicial com água, visando retirar quaisquer resíduos de leite remanescentes, seguido por uma lavagem utilizando água e sabão, desta vez com o objetivo de eliminar quaisquer sujeiras e odores. Em seguida, efetuou-se uma limpeza com álcool 70%, visando eliminar qualquer matéria viva presente na caixa. Por fim, as caixas foram levadas a secagem em estufa por 24 horas a 35 °C.

Para a elaboração do texto presente nas caixas, optou-se por utilizar uma linguagem fácil, uma vez que o projeto visa a aderência da população geral. Como mencionado na introdução, sabe-se que o público não detém de um conhecimento aprofundado no tópico abordado, descartando muitas vezes o material no lixo doméstico (ALESSANDRO, 2010). Outro fator que impactou no texto foi a limitação devido às dimensões da caixa de leite, o que acabou tornando-o mais sucinto, favorecendo a leitura rápida para os transeuntes no local ou clientes do estabelecimento. Também foram inseridas algumas artes, com o intuito de conseguir chamar a atenção das pessoas. O resultado da junção desses critérios está exposto nas Figuras 1 e 2, nas quais são apresentados o texto informativo e uma esquematização dos coletores, respectivamente.

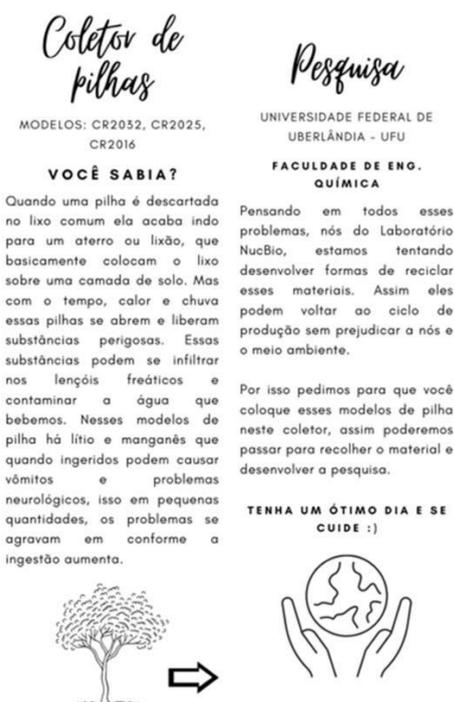


Figura 1: Texto Presente no coletor



Figura 2: Esquematização do Coletor

O projeto teve uma duração de 12 meses, coletando 3 tipos de pilhas do tipo botão (modelos CR2032, CR2025 e CR2016). Durante o período em que os coletores estavam disponíveis para coleta, o modelo CR2032 contabilizou um total de 316 baterias, enquanto os modelos CR2025 e CR2016, contaram com os valores de 291 e 323 unidades, respectivamente. Vale ressaltar que não foram alcançadas maiores quantidades devido à algumas empresas, provenientes do estado de São Paulo, realizarem a coleta do material. Elas compravam no peso pilhas de prata e acabavam levando as demais para descarte. Embora isso não ocorresse em todas as localidades, em uma parcela considerável funcionava desse modo. Foram realizados alguns esforços para tentar entrar em contato com a empresa, visando uma possível parceria, porém não foi possível a obtenção de nenhuma forma de contato.

Devido à sua maior quantidade de matéria ativa (cátodo + ânodo), as pilhas do modelo CR2032 foram escolhidas para serem empregadas em experimentos do Núcleo de Processos Biotecnológicos (NUCBIO) da Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente, elas estão sendo objeto de estudo em alguns trabalhos que estão sendo desenvolvidos nesse ano de 2024, sendo a maioria voltados para a lixiviação e reciclagem de seus componentes. Enquanto os demais modelos foram armazenados no laboratório em locais secos e arejados para pesquisas futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível confeccionar o coletor das baterias a partir de caixas de leite, as quais apresentavam difícil reciclagem e grande acúmulo, contribuindo para a sua reutilização. Os locais estratégicos como relojarias e chaveiros no centro de Uberlândia foram escolhidos como pontos de coletas, com o intuito de maximizar a obtenção de pilhas e conscientização de pessoas. No decorrer de um ano de projeto 930 pilhas foram coletadas, sendo um valor considerável tendo em vista a coleta realizada por empresas privadas. Além disso, está sendo possível empregar o material obtido em pesquisas atuais e futuras do NUCBIO. Deste modo, acredita-se que foi alcançado o objetivo de praticar efetivamente a sustentabilidade ao longo dos passos do projeto, impactando de forma positiva tanto o meio ambiente quanto a sociedade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal de Uberlândia, à Faculdade de Engenharia Química, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Brasil) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais para fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). Parecer do Ministério da Saúde sobre a proposta de revisão da Resolução nº 257 de 30 de julho de 1999 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que trata do gerenciamento de pilhas e baterias em Território Nacional. Disponível em:

http://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=16739#:~:text=A%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%20n%C2%B0,e%20receberem%20a%20destina%C3%A7%C3%A3o%20correta. Acesso em: 06 mai. 2024.

Bocchi, N.; Ferracin, L. C.; Biaggio, S. R. Pilhas e baterias: Funcionamento e impacto ambiental. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 11, n. 11, p. 60-67, maio 2000. Disponível em: Pilhas e baterias: Funcionamento e impacto ambiental (sbq.org.br). Acesso em: 16 mai. 2024. BRASIL.

ENERGIZER. Energizer® 2016 Battery. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: cr2032.pdf (energizer.com). Acesso em: 16 mai. 2024.

FENNER, André Luiz Dutra; CALDAS, Ricardo W.; VILLARDI, Juliana Wotzasek Rulli; MACHADO, Aletheia de Almeida; GOMES, Guilherme Augusto Pires; MOURA, Bianca Coelho. Nova Convenção Internacional sobre o mercúrio expõe desafios para Saúde Global. Comunicado em Ciências da Saúde, Brasília, v. 28, n. 3/4, p. 326-332, 2017. Disponível em:

https://bvsm.sau.gov.br/bvs/periodicos/ccs_artigos/v28_3_convecao_internacional.pdf. Acesso em: 16 mai. 2024.

FREITAS, Rodrigo Rodrigues de; OLIVEIRA, Vandete Maria Zanatta de. Educação Ambiental e o Descarte de Resíduos Eletroeletrônicos no Sul de Santa Catarina. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA). São Paulo, V. 16, No4:134-152, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11872/8624>. Acesso em: 13 mai. 2024.

FROISA, Clara França; PEREIRA, Saulo Gonçalves. Qualidade da água do rio Paranaíba na região de Patos de Minas-MG: organoclorados e metais pesados e a sua relação com saúde pública e coletiva. Scientia Generalis, v. 1, n. 3, p. 54-99, 2020. Faculdade Patos de Minas (FPM), Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil. Disponível em: Vista do QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARANAÍBA NA REGIÃO DE PATOS DE MINAS-MG: organoclorados e metais pesados e a sua relação com saúde pública e coletiva (scientiageneralis.com.br). Acesso em: 16 mai. 2024.

LINS, Eduardo Antonio Maia; LIMA, Etineide José Alexandre de; BARROS, Andréa Cristina Baltar; MOTA, Adriane Mendes Vieira; CALSA, Maria Clara Pestana. Diagnóstico da destinação de pilhas e baterias recarregáveis – estudo de caso. In: CONGRESSO IBEAS 2020. Anais [...]. São Paulo: IBEAS, 2020. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/III-004.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Parecer do ministério da saúde sobre proposta de revisão da Resolução CONAMA n°257, 30 de junho de 1996 do Conselho Nacional do meio ambiente (CONAMA). Disponível em:

http://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=16739#:~:text=A%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%20n%C2%B0,e%20receberem%20a%20destina%C3%A7%C3%A3o%20correta. Acesso em: 06 mai. 2024.

NATUME, Y; F. S. P. Sant'Anna. Resíduos Eletroeletrônicos: Um Desafio Para o Desenvolvimento Sustentável e a Nova Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 3rd International Workshop | Advances in Cleaner Production. 18 de maio de 2011. Disponível em:

https://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5b/6/natume_ry%20-%20paper%20-%205b6.pdf. Acesso em: 13 mai. 2024.

ONU News. 97% do lixo eletrônico da América Latina não é descartado de forma sustentável. ONU News, 29 jan. 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/01/1777952>. Acesso em: 19 maio 2024.

POZZETTI, Valmir César; CALDAS, Jeferson Nepumuceno. O descarte de resíduos sólidos no âmbito da sustentabilidade. Revista de Direito Econômico e Socioambiental, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 183-205, jan./abr. 2019. doi: 10.7213/rev.dir.econ.soc.v10i1.24021. Acesso em: 13 mai. 2024.

ROA, K.R.V., et al. Pilhas e baterias: usos e descartes x impactos ambientais. Caderno do professor.

GEPEQ-USP: curso de formação continuada de professores, 2009. Disponível em:

<https://silo.tips/download/pilhas-e-baterias-usos-e-descartes-x-impactos-ambientais-caderno-do-professor>



Acesso em: 06 mai. 2024.

SILVA, Alexandra Aparecida da; VIEIRA, Milene Cristiane Silva; SANTOS, Saimon Fernandes dos; FERREIRA, João Francisco. Descarte de pilhas e baterias: avaliação do conhecimento de uma comunidade acadêmica sobre a resolução Conama nº 401/08. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 42390-42408, 2020. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8758/7506>. Acesso em: 23 maio 2024.

SILVA, R. G.; AFONSO, J. C.; MAHLER, C. F. Acidic leaching of li-ion batteries. *Química Nova*, [s. l.], v. 41, n. 5, p. 581–586, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170207>. Acesso em: 06 mai. 2024.

VITOR, Alessandro Marcos. ANÁLISE DO CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO EM RELAÇÃO AO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS DE CELULARES NA CIDADE DE BELO HORIZONTE MG, São Carlos, Outubro 2010. Disponível em:

https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_123_795_16500.pdf. Acesso em 20 mai. 2024.