

Artigos

Promovendo a sustentabilidade e a responsabilidade social através da coleta, triagem, reutilização e destinação adequada de pilhas descartadas

Promoting sustainability and social responsibility through the collection, sorting, reuse and proper disposal of discarded batteries

Fomento de la sostenibilidad y la responsabilidad social mediante la recogida, clasificación, reutilización y eliminación adecuada de pilas desechadas

Maria Valéria de Carvalho André¹ , José Tasso de Souza Alves¹ ,
Gabriela Maia Pereira¹ , Danilo Rodrigues Silva Bento Oliveira¹ ,
Thays Nogueira Rodrigues¹ , Carlos Eduardo da Silva Albuquerque¹ ,
Lenilson Olinto Rocha¹ 

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco , Salgueiro, PE, Brasil

RESUMO

Os avanços tecnológicos têm elevado o consumo de pilhas, gerando preocupações ambientais e de saúde pública devido ao descarte inadequado desses resíduos tóxicos. Este artigo apresenta os resultados de uma iniciativa desenvolvida por alunos de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Salgueiro-PE, no âmbito do projeto “EcoPilha: Triagem e Reutilização de Pilhas Descartadas para Benefício Social”, responsável pela coleta e destinação final de pilhas. Durante o projeto, foram coletadas 564 pilhas, as pilhas reutilizáveis foram doadas a instituições carentes, enquanto as não aptas para reuso receberam descarte ambientalmente adequado, em conformidade com as normas vigentes. A ação contribuiu para a redução de impactos ambientais e para a conscientização da comunidade quanto a práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Descarte de pilhas; Gestão de resíduos; Reutilização; Conscientização ambiental; Sustentabilidade

ABSTRACT

Technological advancements have increased battery consumption, raising environmental and public health concerns due to the improper disposal of these toxic wastes. This article presents the results

of an initiative developed by Industrial Engineering students from the Federal University of the São Francisco Valley, Salgueiro-PE campus, within the scope of the project “EcoPilha: Sorting and Reusing Discarded Batteries for Social Benefit”, which was responsible for collecting and properly disposing of batteries. During the project, 564 batteries were collected. The reusable ones were donated to underserved institutions, while those unfit for reuse were properly discarded in accordance with current environmental regulations. The initiative contributed to reducing environmental impacts and raising community awareness about sustainable practices.

Keywords: Battery disposal; Waste management; Reuse; Environmental awareness; Sustainability

RESUMO

Los avances tecnológicos han incrementado el consumo de pilas, generando preocupaciones ambientales y de salud pública debido a la eliminación inadecuada de estos residuos tóxicos. Este artículo presenta los resultados de una iniciativa desarrollada por estudiantes de Ingeniería de Producción de la Universidad Federal del Valle del São Francisco, campus Salgueiro-PE, en el marco del proyecto “EcoPilha: Clasificación y Reutilización de Pilas Desechadas para Beneficio Social”, responsable por la recolección y la disposición final de pilas. Durante el proyecto se recolectaron 564 pilas. Las que fueron consideradas reutilizables se donaron a instituciones necesitadas, mientras que aquellas no aptas para su reutilización fueron desechadas de manera adecuada, conforme a las normativas ambientales vigentes. La acción contribuyó a la reducción de impactos ambientales y a la concienciación de la comunidad sobre prácticas sostenibles.

Palabra-clave: Eliminación de pilas; Gestión de residuos; Reutilización; Sensibilización medioambiental; Sostenibilidad

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da Revolução Industrial, o crescimento populacional e a urbanização têm levado muitos países a modificar o meio ambiente e a desenvolver novas tecnologias. Essa transformação, embora tenha trazido avanços significativos, também gerou problemas ambientais consideráveis, como a produção excessiva de resíduos em escala global. Nas últimas décadas, o rápido avanço da tecnologia digital e da informação intensificou a produção em massa de produtos eletrônicos, resultando em mudanças profundas e impactos ambientais Ribeiro Mendes (2018).

Atualmente, com a crescente dependência tecnológica, o consumo de pilhas aumentou exponencialmente, trazendo preocupações sobre o descarte inadequado desses dispositivos e seus impactos ambientais e à saúde pública. Em 2019, o Brasil

se destacou como um dos maiores geradores de lixo eletrônico do mundo, com cerca de 2.141 toneladas, liderando a América Latina nesse ranking Nações Unidas (2020).

Para mitigar os impactos ambientais, Faria e Oliveira (2019) destacam que diversas empresas no Brasil têm investido em programas de logística reversa, engajando fabricantes, supermercados e instituições acadêmicas e governamentais. A logística reversa é uma responsabilidade atribuída aos geradores de resíduos, e não aos consumidores, conforme estabelecido no artigo 33 da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa norma determina que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes devem estruturar e implementar sistemas de logística reversa para garantir o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana. Entre os produtos abrangidos estão: agrotóxicos e suas embalagens, pilhas e baterias, pneus etc.

No entanto, é fundamental que a sociedade continue promovendo campanhas de conscientização sobre os riscos do descarte inadequado de pilhas e baterias, incentivando a colaboração entre o setor empresarial e a comunidade. Além disso, é importante destacar que a prática de logística reversa pode ajudar a conscientizar a população sobre a importância da gestão adequada dos resíduos e promover uma cultura de consumo mais responsável André *et al* (2023).

Essa colaboração intersetorial é fundamental porque a contaminação ambiental resultante do descarte inadequado de pilhas representa um desafio que vai além das questões ecológicas, afetando também a saúde pública. Conforme estabelecido pela resolução nº 257 de 30 de junho de 1999 Brasil (1999) e mais recentemente pela Lei nº 12.305/2010, pilhas e baterias contendo elementos tóxicos devem ser devolvidas aos pontos de venda ou a serviços técnicos especializados. Esse procedimento deve ser feito para assegurar o tratamento adequado desses materiais e mitigar os riscos à saúde e ao meio ambiente.

Portanto, para enfrentar o problema do descarte inadequado de pilhas e baterias, é fundamental promover a conscientização e a educação da população, além

de implementar legislações que regulamentem a fabricação, a coleta, a disposição e o tratamento sustentável desses resíduos tecnológicos Mantuano *et al* (2011). Ações como palestras realizadas em instituição de ensino contribuem para desenvolver uma atitude de sustentabilidade no âmbito da Educação Ambiental Souza; Vieira; Vestena (2022); assim como cursos de formação com viés educativo Silva *et al.* (2022).

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados do projeto “EcoPilha: Triagem e Reutilização de Pilhas Descartadas para Benefício Social”. Esse projeto foi desenvolvido com o propósito de criar uma solução eficiente para a coleta e destinação adequada de pilhas usadas na cidade de Salgueiro-PE.

O projeto propôs a construção de coletores sustentáveis para o armazenamento temporário desses resíduos, facilitando tanto a reutilização de pilhas em bom estado quanto o descarte ambientalmente consciente das pilhas que não podem ser reutilizadas. Além de evidenciar os benefícios práticos do projeto, este estudo visa sensibilizar a comunidade sobre a importância do descarte responsável, incentivando práticas sustentáveis que contribuem para a preservação do meio ambiente e a proteção da saúde pública.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tipos de pilhas e baterias comercializadas

As pilhas e baterias podem ser categorizadas de várias maneiras, considerando características como formato, tamanho, tipo de sistema químico, se são removíveis ou fixas em dispositivos, além de serem abertas ou fechadas. Elas se dividem em dois grupos principais: as primárias, conhecidas como descartáveis ou de uso único, e as secundárias, que são as recarregáveis ou acumuladores. Em alguns aparelhos, as baterias recarregáveis são integradas permanentemente, sendo usadas em diversas aplicações, como no armazenamento de memória em computadores portáteis, entre outras funções.

Segundo Santos (2012), as pilhas e baterias também podem ser classificadas com base em seu uso. A primeira categoria abrange as pilhas de uso doméstico e geral, amplamente utilizadas em diversos dispositivos portáteis, tanto em ambientes domésticos quanto profissionais. A segunda categoria inclui as pilhas do tipo botão, empregadas em relógios, câmeras fotográficas, aparelhos auditivos e outros pequenos dispositivos. Por fim, as baterias recarregáveis são utilizadas em laptops, telefones celulares sem fio, câmeras de vídeo, brinquedos, ferramentas elétricas e equipamentos com bateria integrada.

2.2 Pilha eletroquímica

Michael Faraday, ao integrar conceitos fundamentais da física e da química, desenvolveu as Leis da Eletroquímica, amplamente conhecidas como Leis da Eletrólise. Essas leis são cruciais para a compreensão das reações eletroquímicas, pois descrevem quantitativamente a relação entre a quantidade de substância transformada em uma reação e a corrente elétrica que atravessa o sistema Soto *et al.* (2024). Desde a fundação da eletroquímica até os desenvolvimentos contemporâneos em materiais e dispositivos, essas leis têm servido como base para avanços significativos na área.

No contexto das aplicações práticas dessas leis, as pilhas surgem como dispositivos eletroquímicos essenciais, capazes de armazenar energia elétrica em uma forma portátil, sendo utilizadas em dispositivos eletrônicos diversos. Caracterizadas por um ciclo de vida único, as pilhas são geralmente descartáveis após o uso. Por outro lado, as baterias, que também operam segundo os princípios eletroquímicos, diferem por serem compostas por dois eletrodos e um eletrólito, cujas interações controladas - particularmente as reações químicas - permitem a criação de sistemas de alto desempenho Karnopp *et al.* (2023).

As baterias desempenham um papel essencial em uma ampla gama de aplicações, desde dispositivos eletrônicos portáteis até sistemas de energia em larga escala Rossi (2023). Entre os tipos mais comuns estão as baterias de íon de lítio (Li-

lon), amplamente utilizadas em smartphones, laptops e veículos elétricos, conhecidas por sua alta densidade de energia e eficiência. As baterias de lítio-polímero (LiPo) são semelhantes, porém mais leves e flexíveis em design, sendo populares em drones e dispositivos móveis. Baterias de chumbo-ácido continuam a ser a escolha preferida em veículos automotivos e sistemas de energia ininterrupta devido ao seu custo-benefício e capacidade de fornecer grandes correntes, apesar de serem pesadas e exigirem manutenção.

2.3 Impactos ambientais

O descarte inadequado de pilhas e baterias representa uma significativa ameaça ao meio ambiente, devido à presença de metais pesados e substâncias químicas tóxicas em sua composição. Quando descartadas de forma imprópria, esses dispositivos podem liberar substâncias como mercúrio, chumbo, cádmio e outros componentes perigosos, os quais podem infiltrar-se no solo, ocasionando a contaminação dos lençóis freáticos e cursos d'água. Esse processo de contaminação não só degrada a qualidade da água e do solo, mas também compromete os ecossistemas locais, afetando plantas, animais e, eventualmente, o abastecimento de água potável para as populações humanas Ofiço *et al.* (2023).

Conforme apontado por Sisinnio e Oliveira (2021), os metais pesados presentes em pilhas e baterias, além de causarem danos ao meio ambiente, apresentam sérios riscos à saúde humana e à vida selvagem. A exposição prolongada a essas substâncias pode desencadear diversos problemas de saúde, como distúrbios neurológicos, respiratórios, renais e cardiovasculares. Na fauna, o contato ou a ingestão desses elementos pode ser fatal, afetando a reprodução, o crescimento e o comportamento das espécies. Portanto, é essencial que o ciclo de vida desses produtos seja gerido de forma adequada, contemplando etapas como coleta, tratamento e reciclagem, a fim de reduzir os impactos ambientais e os riscos à saúde pública associados ao seu descarte.

2.4 Legislação e políticas de coleta

Em muitos países, a gestão de resíduos de pilhas e baterias é regulamentada por leis e normativas que visam garantir a coleta e destinação apropriada desses produtos para minimizar seus impactos ambientais e proteger a saúde pública. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010 Brasil (2010), estabelece diretrizes importantes para o gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo pilhas e baterias. De acordo com essa legislação, é definida a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o que implica a implementação de práticas de logística reversa.

A logística reversa é um mecanismo que obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a se envolverem ativamente na coleta e destinação final dos produtos após o término de sua vida útil. No contexto das pilhas e baterias, isso significa que as empresas devem criar ou apoiar sistemas de coleta e reciclagem para garantir que esses dispositivos sejam corretamente descartados e tratados. Além disso, a legislação prevê que as empresas devem promover a educação ambiental, conscientizando os consumidores sobre a importância da devolução dos produtos usados para a coleta adequada.

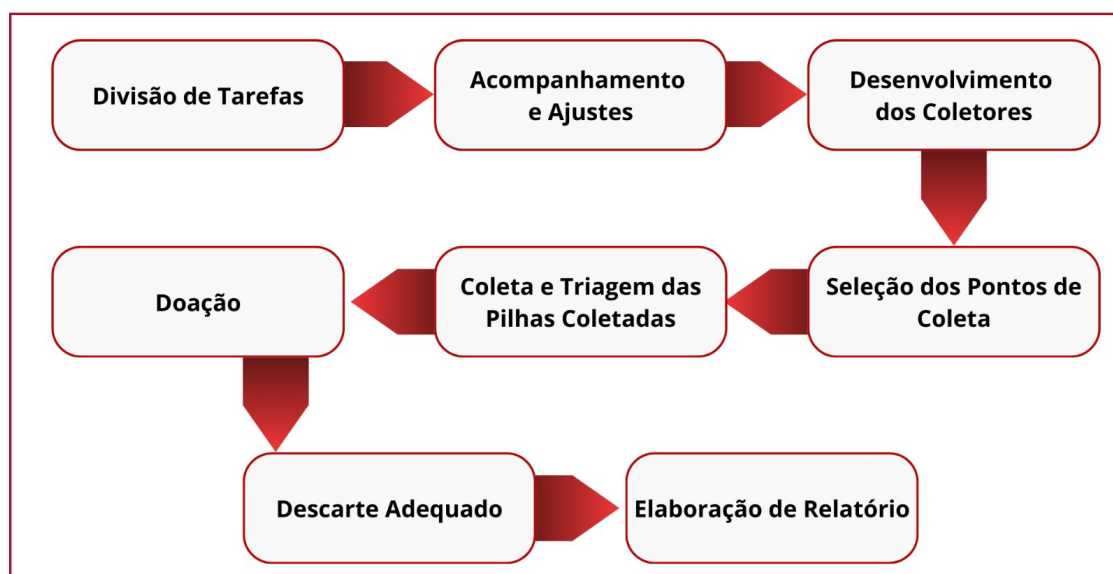
Para atender a essas exigências, o Brasil tem visto o desenvolvimento de diversos sistemas de coleta, como pontos de entrega voluntária em estabelecimentos comerciais e pontos de coleta em áreas públicas. Programas de reciclagem são implementados para recuperar e tratar os materiais recicláveis e perigosos, reduzindo a necessidade de descarte em aterros e a potencial contaminação ambiental Barros *et al.* (2020). O cumprimento da PNRS e a colaboração entre setor público e privado são essenciais para assegurar que os resíduos de pilhas e baterias sejam geridos de forma eficiente, promovendo a sustentabilidade e a proteção ambiental.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O projeto EcoPilha foi desenvolvido no âmbito da disciplina “Introdução à Ciência dos Materiais” e “Eletrotécnica” e utilizou uma metodologia que envolveu ativamente os alunos de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Salgueiro, na concepção e execução de um sistema de coleta de pilhas. A pesquisa foi realizada durante um ano, 6 meses para elaborar, construir e distribuir os coletores e 6 meses para a coleta das pilhas, análise e destinação final.

A metodologia (Figura 1) foi estruturada em etapas definidas, conforme ilustrado no fluxograma abaixo, e foi projetada para proporcionar uma experiência prática e integrada aos discentes, promovendo a aplicação de conceitos teóricos na criação de soluções para a gestão sustentável de resíduos.

Figura 1 – Fluxograma de ações



Fonte: Autores (2024)

As etapas metodológicas seguem descritas abaixo:

3.1 Divisão de tarefas

Para garantir a eficiência do processo, as tarefas foram distribuídas entre os participantes, que foram divididos em três equipes (Equipe 1, 2 e 3), aproveitando

suas habilidades e conhecimentos específicos obtidos nas disciplinas de Introdução à Ciência dos Materiais e Eletrotécnica.

3.2 Acompanhamento e ajustes

O progresso do projeto foi monitorado através de reuniões periódicas, que serviram para avaliar o andamento das atividades e implementar ajustes quando necessários, garantindo a qualidade e a coerência do trabalho desenvolvido com o objetivo da pesquisa.

3.3 Desenvolvimento dos coletores

Os alunos da disciplina de Introdução a Ciências dos Materiais foram desafiados a projetar e fabricar coletores para pilhas utilizando materiais reciclados e/ou amplamente disponíveis, como canos, latas e madeira. Esta atividade permitiu a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos, ao mesmo tempo que promoveu a conscientização sobre a importância da reciclagem e da reutilização de materiais.

3.4 Seleção dos pontos de coleta

Nesta fase, os alunos realizaram uma análise detalhada da cidade para identificar os locais com maior fluxo de pessoas. O objetivo foi selecionar pontos estratégicos que facilitassem o descarte de pilhas por um número elevado de cidadãos, garantindo maior acessibilidade e eficiência no processo de coleta.

3.5 Coleta e triagem das pilhas coletadas

Foram recolhidas mais de 500 pilhas por meio dos coletores desenvolvidos no projeto, as quais passaram por um processo de triagem com base em critérios técnicos de reutilização. Inicialmente, foi realizada a avaliação visual das pilhas, sendo descartadas aquelas que apresentavam sinais de oxidação, inchaço, vazamento de material interno ou deformações físicas, por representarem risco à segurança e à eficiência do reuso.

Em seguida, procedeu-se à aferição da tensão elétrica utilizando um multímetro digital. Estabeleceu-se o valor de 1,3 volts como limiar mínimo para reutilização: pilhas com tensão igual ou superior a esse valor e em boas condições visuais foram consideradas aptas para reuso, enquanto as demais foram destinadas ao descarte ambientalmente adequado. Essa triagem foi essencial para garantir a qualidade das etapas subsequentes e promover o uso consciente de recursos.

3.6 Doação

As pilhas coletadas que se enquadravam em bom funcionamento foram destinados à doação em cinco locais. Os critérios de seleção foram definidos com base em sua relevância social, facilidade de acesso e capacidade de gerar impacto positivo na comunidade. A definição dos locais para doação ficou a cargo dos alunos da disciplina de Eletrotécnica, que também foram responsáveis pela organização das doações. A divulgação das ações foi realizada com o objetivo de ampliar o alcance e a conscientização pública sobre a importância do reaproveitamento de pilhas.

3.7 Descarte adequado

As pilhas classificadas como inadequadas para reutilização, devido a questões de segurança ou disfunção, foram encaminhadas para um descarte ambientalmente correto em um local especializado na reciclagem de resíduos eletrônicos em Petrolina-PE, fora do campus da UNIVASF campus Salgueiro-PE.

3.8 Elaboração de relatório

Os relatórios foram elaborados ao término das atividades, contendo informações detalhadas sobre o processo de coleta, classificação e descarte das pilhas. A elaboração do relatório foi essencial para documentar a experiência do processo de desenvolvimento, sistematizar os conhecimentos adquiridos e possibilitar a futura replicação, assim como proposto por André e Oliveira-Melo (2024).

4 RESULTADOS

4.1 Desenvolvimento dos coletores de pilha

4.1.1 Equipe 1

A equipe 1 iniciou o projeto discutindo em grupo a escolha dos materiais para a criação dos coletores, priorizando itens recicláveis e de fácil acesso. Decidiu-se utilizar madeira reutilizada e um container de plástico, aproveitando suas características de resistência, boa estética e facilidade de manipulação. Esses materiais também foram selecionados por não conduzirem calor, garantindo que as pilhas permanecessem frescas, secas e limpas. Os coletores confeccionados pela equipe 1 estão na Figura 2.

Figura 2 – Coletores da Equipe 1



Fonte: Autores (2024)

Na etapa de design, a equipe optou por cores chamativas, como verde e vermelho alaranjado, associadas ao estado de carga das pilhas e baterias. A mensagem

nos totens, “Você sabia que as pilhas possuem substâncias tóxicas que fazem mal à saúde e ao meio ambiente?”, foi incluída para conscientizar o público sobre o descarte inadequado de pilhas.

4.1.2 Equipe 2

O primeiro modelo feito pelo grupo 2, construído com canos de PVC (Figura 3), foi dividido em quatro seções de 45 centímetros, cada uma com 100mm de diâmetro. As tampas foram fixadas na base dos segmentos, e joelhos de 45° foram instalados na parte superior, permitindo a inserção e separação adequada das pilhas. A estrutura foi finalizada com pintura e adesivos que identificam cada tipo de pilha.

Figura 3 – Coletores Equipe 2



Fonte: Autores (2024)

O segundo modelo, construído em madeira, foi projetado como uma caixa fechada com pequenas portas traseiras para facilitar a remoção das pilhas. Na parte superior, quatro compartimentos específicos foram criados para diferentes tipos de pilhas, com divisórias internas e uma rampa para direcionar as pilhas até a porta de saída. Esse design promoveu uma organização eficiente e facilitou o processo de coleta e separação das pilhas.

Uma informação que vale ser mencionada é que, segundo Cascino (2007), o êxito de iniciativas como a desenvolvida neste projeto está condicionado à mobilização da sociedade diretamente envolvida. Para tal, é fundamental promover o pensamento crítico entre seus membros e incentivá-los a se reconhecerem como parte ativa na

construção da proposta. De maneira análoga, durante a execução do projeto, a apresentação da iniciativa e de sua relevância por parte dos discentes da UNIVASF ao proprietário da empresa Ideia Soluções Gráficas resultou em sua sensibilização e consequente doação do material gráfico necessário à confecção do coletor desenvolvido pelo grupo.

4.1.3 Equipe 3

A equipe 3 desenvolveu dois tipos de coletores: um utilizando latas de tinta recicladas e outro com galões de água vencidos. O coletor feito com latas de tinta recicladas sobressai pela sua contribuição à sustentabilidade, reduzindo resíduos e promovendo a reciclagem não apenas das pilhas, mas também dos próprios recipientes. O uso de materiais reciclados também ajuda a reduzir os custos de desenvolvimento dos coletores. No entanto, é importante considerar que as latas de tinta sendo recipientes metálicos, conforme pode ser visto na Figura 4, conduzem calor, o que pode representar um risco ao elevar a temperatura interna e afetar negativamente a coleta das pilhas. Essa questão, em caso de replicação do coletor, deve ser cuidadosamente analisada para garantir a eficácia e segurança do coletor.

Figura 4 – Criação dos coletores



Fonte: Autores (2024)

O coletor feito com galão de água vencido se destaca pela durabilidade e pela grande capacidade de armazenamento desses recipientes. Projetados para resistir a vazamentos, os galões oferecem segurança no armazenamento das pilhas, tornando-o uma solução eficaz para a reutilização de materiais amplamente disponíveis. Contudo, é importante notar que o bocal reduzido dos galões pode dificultar a remoção das pilhas do coletor, conforme foi observado pela equipe. Apesar da equipe não ter implementado melhorias no coletor, o projeto será reaplicado em outras turmas e os alunos serão instigados a buscar soluções para esse ponto que merece atenção.

4.2 Distribuição estratégica dos coletores e coleta eficiente das pilhas

Para garantir a eficácia na coleta, foi realizada uma pesquisa para identificar os locais mais apropriados para a distribuição dos coletores. Ao total foram selecionados cinco pontos de coleta: a secretaria da Paróquia e Catedral de Santo Antônio de Salgueiro; a empresa Ideia Soluções Gráficas; o colegiado da Universidade Federal do Vale do São Francisco; o supermercado Budegão; e o Expresso Cidadão. Esses pontos foram selecionados principalmente pela conveniência e pela alta movimentação de pessoas, assegurando que os coletores estivessem acessíveis a um grande número de usuários, facilitando assim o descarte correto das pilhas. O período de coleta e destinação final das pilhas, conforme descrito na metodologia, foi de 6 meses.

4.3 Análise das pilhas

No início do ciclo de vida útil, as pilhas apresentam uma voltagem nominal de 1,5V. Com o decorrer do uso, ocorre uma diminuição progressiva dessa carga, culminando na redução da funcionalidade das pilhas. Aquelas que mantêm uma carga mínima de 1,3V são classificadas como aptas para uso contínuo. Por outro lado, pilhas que exibem uma voltagem inferior a 1,3V são consideradas esgotadas e, portanto, recomendadas para processos de reciclagem apropriados. Na coleta das pilhas, foram encontrados e analisados os dados presentes na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo dos dados da coleta das pilhas

Instituições	Pilhas deterioradas	Pilhas com voltagem inferior a 1,3 V	Pilhas com voltagem superior a 1,3 V	Total
UNIVASF	-	216	42	258
Catedral	102	33	12	147
Ideias Soluções Gráficas	-	12	3	15
Expresso cidadão	-	123	21	144
Budegão	-	-	-	-
Total	102	384	78	564

Fonte: Autores (2024)

Na análise comparativa dos resultados observou-se uma variação significativa na condição das pilhas entre os diferentes pontos de coleta. No Expresso Cidadão, das 144 pilhas coletadas, 21 estavam em boas condições, representando 14% do total. Similarmente, a coleta na Catedral de Santo Antônio revelou que apenas 12 das 147 pilhas estavam reutilizáveis, correspondendo a aproximadamente 8% do total. Já na empresa Ideia Soluções Gráficas 3 das 15 pilhas foram consideradas reutilizáveis.

No que diz respeito à quantidade de pilhas inadequadas, a UNIVASF de Salgueiro apresentou 216 das 258 pilhas (84%) sendo destinadas à reciclagem e 42 aptas para o reuso. No Budegão não houve pilhas coletadas, pois o coletor estava sendo usado como descarte de lixo, resultando na ausência de pilhas para coleta. Diante disso, identificou-se a necessidade de melhorar a gestão dos coletores para evitar seu uso inadequado.

Esta comparação mostra que, apesar de os pontos de coleta contribuírem para o descarte adequado, a eficiência na reutilização das pilhas variou consideravelmente e são necessárias medidas de conscientização social para o correto descarte.

4.4 Análise econômica

Após a coleta das pilhas foi feita a mensuração do impacto econômico da doação das 78 pilhas AA reutilizadas (Tabela 2). Para isso, foi conduzida uma pesquisa de preços em diferentes plataformas de e-commerce conhecidas, como Magalu, Amazon, Mercantil e Casas Bahia, com o objetivo de identificar o valor médio de uma pilha AA no mercado.

Tabela 2 – Pilhas resgatadas depois da coleta

Quantidade total de pilhas AA reutilizadas	Valor médio de uma pilha AA	Economia geral total pelas pilhas reutilizadas
78	R\$5,25	R\$409,50

Fonte: Autores (2024)

O valor médio de uma pilha AA foi de R\$ 5,25. Isso permitiu calcular o valor total das pilhas reutilizadas e doadas à comunidade. Com base no valor médio de R\$ 5,25 por pilha, ao doar 78 pilhas, o projeto proporcionou uma economia total de R\$ 409,50 para as pessoas que receberam essas pilhas. Esse montante reflete o valor que as pessoas economizariam por não precisarem comprar as pilhas por conta própria. Isso é particularmente relevante em comunidades onde o acesso a recursos financeiros pode ser limitado, pois elimina a necessidade de um gasto significativo com esse item cotidiano.

4.5 Destinação das pilhas

O projeto EcoPilha criou uma ponte vital entre a universidade e a comunidade de Salgueiro, trazendo benefícios ambientais e sociais para a região. Em uma área onde iniciativas desse tipo eram inexistentes, o projeto se destacou ao coletar e destinar corretamente 564 pilhas, através de doações das pilhas aptas para reuso ou encaminhamentos para descarte adequado para as inaptas.

A seleção dos locais para a doação das 78 pilhas em Salgueiro foi pautada em critérios de relevância social, acessibilidade e potencial de impacto comunitário. O Lar de São Vicente de Paulo, que acolhe pessoas idosas em situação de vulnerabilidade, foi contemplado com 22 pilhas por desempenhar um papel essencial no cuidado à população idosa e frequentemente necessitar de recursos para o funcionamento de dispositivos eletrônicos de uso cotidiano (Figura 5).

A Paróquia e Catedral de Santo Antônio, que recebeu 18 pilhas, foi escolhida por sua ampla atuação comunitária e por ser um ponto de referência religiosa e social, promovendo atividades que beneficiam diversos grupos da cidade. A doação

de 28 pilhas à comunidade da rua José Barros visou atender diretamente uma área residencial com demanda identificada, promovendo inclusão e apoio a moradores em situação de menor acesso a recursos. Por fim, a barbearia local, contemplada com 10 pilhas, foi selecionada por seu potencial como ponto estratégico de circulação e visibilidade, funcionando também como agente multiplicador de conscientização sobre o uso e descarte responsável de pilhas.

Figura 5 – Doação das pilhas



Fonte: Autores (2024)

Todas as pilhas em boas condições foram efetivamente distribuídas para a população. Além disso, o EcoPilha fez uma importante ligação entre o projeto “Estação de Resíduos Colaborando”, projeto vigente em Petrolina-PE e a cidade de Salgueiro-PE, que até então não contava com locais para o descarte adequado de pilhas ou de outros resíduos eletrônicos.

O projeto “Estação de Resíduos Colaborando” é uma iniciativa que visa promover a coleta seletiva e a reciclagem de diversos tipos de resíduos, como plástico, vidro, e eletroeletrônicos, por meio de um ponto de coleta instalado em uma área de grande circulação, o River Shopping Petrolina. A estrutura é composta por tambores coloridos,

devidamente identificados para a coleta de materiais específicos, e por contêineres dedicados ao descarte de eletroeletrônicos de maior porte, como computadores, refrigeradores e outros aparelhos (Figura 6).

Figura 6 – Descarte ambientalmente consciente das pilhas inadequadas



Fonte: Autores (2024)

Além de facilitar o descarte adequado dos resíduos pela população, a estação também educa o público sobre a importância da economia circular, um conceito evidenciado na sinalização presente, que incentiva o reaproveitamento de materiais dentro do ciclo produtivo. O projeto é importante para conscientizar a população sobre práticas sustentáveis e assegurar que resíduos perigosos, como as pilhas, sejam tratados de forma a minimizar impactos ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coleta realizada pelo projeto retirou 564 pilhas do ambiente, evitando o descarte inadequado desses materiais e contribuindo significativamente para a

proteção ambiental. Dessas pilhas, 74 foram identificadas como reutilizáveis e doadas para a população, promovendo um ciclo sustentável e útil. Esse resultado destaca não apenas o impacto ambiental positivo, mas também o benefício direto para a comunidade, ao reutilizar recursos que, de outra forma, poderiam ter sido desperdiçados ou descartados de maneira incorreta.

Além disso, observa-se que, mesmo com a coleta realizada em um número reduzido de pontos, o projeto gerou um impacto significativo. Caso sua aplicação seja expandida para mais locais — como escolas, empresas e demais instituições — e estabeleça parcerias com órgãos governamentais, como prefeituras, há um grande potencial para ampliar tanto o volume de pilhas recolhidas quanto os impactos positivos sobre o meio ambiente.

O projeto EcoPilha trouxe resultados que mostraram a importância da coleta e distribuição adequadas de pilhas usadas, destacando como ações socialmente amigáveis podem evitar a contaminação ambiental e promover a conscientização social, tornando-a mais sensível às questões ambientais. A coleta e a destinação apropriada de pilhas é relevante devido ao potencial de contaminação causado pelo descarte inadequado. Pilhas usadas contêm substâncias químicas tóxicas, como mercúrio e cádmio, que podem vazar e contaminar o solo e a água, representando um risco significativo para a saúde humana e o meio ambiente.

Além dos benefícios ambientais, o projeto também ofereceu uma valiosa dimensão educativa e de conscientização social, sejam para os alunos envolvidos diretamente no projeto como também para a população de Salgueiro. A implementação dos coletores em locais estratégicos e a interação com a comunidade local ajudaram a aumentar a visibilidade sobre a importância do descarte correto de pilhas. As dificuldades enfrentadas, como o uso inadequado dos coletores e a necessidade de educar os usuários sobre o descarte correto, destacam a necessidade contínua de iniciativas educacionais e campanhas de conscientização.

A experiência do projeto revelou que, além de fornecer soluções práticas para o problema do descarte de pilhas, é essencial engajar a comunidade e promover a educação ambiental. Ações de extensão como as relatadas acima não só oferecem uma solução direta para problemas ambientais, mas também servem como plataformas para educar e engajar a sociedade em práticas sustentáveis.

Como sugestões para pesquisas futuras, os autores propõem: o aprimoramento dos coletores, especialmente em casos de replicação do projeto; a realização de uma análise comparativa entre pontos de coleta com e sem ações de educação ambiental; e a expansão da iniciativa para novos locais de coleta e outras cidades.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. V. de C. *et al.* Diagnóstico das práticas de gestão ambiental em uma organização da cidade de Salgueiro: visão baseada na logística reversa. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 43., 2023, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: ENEGEP, 2023. p. 1-12. DOI: 10.14488/enegep2023_tn_st_400_1966_46193.

ANDRÉ, M. V. de C.; OLIVEIRA-MELO, F. G. Reference Model for The Development of Social Technologies. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. e04670, jan. 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n4-078.

BARROS, A. *et al.* **Aplicação de sistema de informação geográfica para a coleta por pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis em municípios de pequeno porte**. 2020. 110 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da república, ago. 2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999**. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, jul. 1999.

CASCINO, F. **Educação Ambiental: princípios, história, formação de professores**. São Paulo, Editora Senac São Paulo, 4ª ed., 2007.

FARIA, D. A. O.; OLIVEIRA, A. L. Considerações sobre o descarte e reciclagem de pilhas e baterias no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 312-324, dez. 2019. DOI: 10.31510/inf.v16i2.667.

KARNOPP, E. *et al.* **Reciclagem de baterias de íons de lítio com foco na economia circular do material catódico NMC ($\text{LiNi}_{0,33}\text{CO}_{0,33}\text{Mn}_{0,33}\text{O}_2$)**. 2023. 540 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023.

MANTUANO, D. P. *et al.* Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 21, set. 2011.

NAÇÕES UNIDAS. China e Estados Unidos lideram lista de países que mais geram lixo eletrônico. **ONU NEWS**, Perspectiva Global Reportagens Humanas, jul. 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/07/1719142>. Acesso em: 25 ago. 2024.

OFIÇO, J.; OLIVEIRA, M.; TIVANA, A. Gestão de Lixo Eletrônico em Moçambique: Estudo de Caso-Bairro da Matola Gare. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 28, n. 2, p. 1-18, dez. 2023. DOI: 10.14295/ambeduc.v28i2.16415.

RIBEIRO, B. M. G.; MENDES, C. A. B. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 7, n. 3, Edição Especial Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, p. 422-443, ago. 2018. DOI: 10.3895/rbpd.v7n3.8652.

ROSSI, V. **Sistemas de Armazenamento de Energia por Baterias: Levantamento de Estado da Arte Tecnológico, Aplicações e Desafios**. 2023. 19 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

SANTOS, C. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade**: um estudo de múltiplos casos na Região Metropolitana de Porto Alegre. 2012. 131 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SILVA, R. R. da *et al.* Educação agroflorestal de base ecológica: uma experiência com uso de metodologias remotas e interativas. **Experiência. Revista Científica de Extensão**, v. 8, n. 2, p. 113-124, dez. 2022. DOI: 10.5902/2447115169141.

SISINNO, C; OLIVEIRA, E. **Princípios de toxicologia ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2021.

SOTO, P.; BERTOTI, A.; CIRINO, M. Aplicação de uma sequência didática sobre eletroquímica com abordagem CTSA. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 5, p. e4031-e4031, mai. 2024. DOI: 10.56083/RCV4N5-038.

SOUZA, L. C. de; VIEIRA, L. R.; VESTENA, S. Desenvolvendo a sustentabilidade em um estabelecimento de ensino. **Experiência. Revista Científica de Extensão**, v. 8, n. 2, p. 28-40, dez. 2022. DOI: 10.5902/2447115169366.

Contribuições dos autores

1 – Maria Valéria de Carvalho André

Estudante de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), com atuação em pesquisa na área de Pesquisa Operacional. Seu trabalho concentra-se na otimização de processos e na aplicação de tecnologias inovadoras nos setores hospitalar e aeroviário, buscando soluções eficientes e sustentáveis.

<https://orcid.org/0000-0001-8054-155X> • mariavaleria66985@gmail.com

Contribuição: Escrita – primeira redação, Visualização de dados, Escrita – revisão e edição, Metodologia

2 – José Tasso de Souza Alves

Estudante de Engenharia de Produção na UNIVASF, desenvolve pesquisa na área de otimização de processos e implementação de tecnologias no setor agropecuário.

<https://orcid.org/0009-0009-2917-0859> • tasso.souza@discente.univasf.edu.br

Contribuição: Escrita – primeira redação, Visualização de dados

3 – Gabriela Maia Pereira

Estudante de Engenharia de Produção na UNIVASF, desenvolve pesquisa na área de estatística.

<https://orcid.org/0000-0002-9881-8868> • gabriela.maia@discente.univasf.edu.br

Contribuição: Escrita – primeira redação, Visualização de dados

4 – Danilo Rodrigues Silva Bento Oliveira

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Vale do São Francisco UNIVASF (2009) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco UFPE (2012). Atualmente é professor assistente da Universidade Federal do Vale do São Francisco UNIVASF Campus Salgueiro/PE membro do Colegiado de Engenharia de Produção.

<https://orcid.org/0000-0001-6937-8050> • danillo.oliveira@univasf.edu.br

Contribuição: Supervisão, Escrita - revisão e edição

5 – Thays Nogueira Rodrigues

Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Federal de Campina Grande, com linha de pesquisa em Mecânica e Gerência de Pavimentos. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande, na área de concentração em Geotecnia (2017). Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande

(2015). Atualmente atua como professora no Centro Universitário Paraíso (UniFAP) nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, desenvolvendo pesquisas e orientações com temas relacionados a linha de pesquisa de Avaliação de Projeto de Transportes.

<https://orcid.org/0000-0003-3442-7646> • thays.rodriques@fapce.edu.br

Contribuição: Supervisão, Escrita - revisão e edição

6 – Carlos Eduardo da Silva Albuquerque

Possui doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais, mestrado em Engenharia Mecânica e graduação em Engenharia Mecânica, todos obtidos na Universidade Federal de Campina Grande. Seu foco de pesquisa está em processos metalúrgicos, com ênfase em fundição de precisão rápida e processos termofísicos utilizando simulação numérica.

<https://orcid.org/0000-0002-2137-3311> • carlos.albuquerque@univsf.edu.br

Contribuição: Conceituação, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Metodologia, Escrita – revisão e edição

7 – Lenilson Olinto Rocha

Professor no Colegiado Acadêmico de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus de Salgueiro. Atualmente, sou o coordenador do curso de graduação em Engenharia de Produção. Possuo graduação em Engenharia de Produção pela UFCG, especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela FIP/Patos, mestrado em Engenharia de Produção pela UFPB e doutorado em Engenharia Ambiental pela UEPB.

<https://orcid.org/0000-0003-4672-201X> • lenilson.olinto@univasf.edu.br

Contribuição: Supervisão, Escrita - revisão e edição

Como citar este artigo

ANDRÉ, M. V. C.; ALVES, J. T. S.; PEREIRA, G. M.; OLIVERIA, D. R. S. B.; RODRIGUES, T. N.; ALBUQUERQUE, C. E. S.; ROCHA, L. O. Promovendo a sustentabilidade e a responsabilidade social através da coleta, triagem, reutilização e destinação adequada de pilhas descartadas. **Experiência. Revista Científica de Extensão**, v.11, e88888, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5902/2447115188888>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/experiencia/article/view/888888>. Acesso em: xx/xx/xx.