



## III-177 - ANÁLISE SITUACIONAL DA COLETA E GERAÇÃO DE PILHAS PÓS-CONSUMO NA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA LOGÍSTICA REVERSA

### **Aldilene Bezerra Pinheiro** <sup>(1)</sup>

Engenheira Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### **Erleê da Costa Freitas** <sup>(2)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### **Amanda Gondim Cabral Quirino** <sup>(3)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### **Ademar Virgolino da Silva Netto** <sup>(4)</sup>

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Professor do Departamento de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal da Paraíba (Campus I).

### **Elisangela Maria Rodrigues Rocha** <sup>(5)</sup>

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Mestre em Engenharia Civil/Geotecnia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Doutora em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC); Professora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, da Universidade Federal da Paraíba (Campus I).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900 - Brasil - Tel: 32167355 - e-mail: engaldilenepinheiro1@gmail.com

## **RESUMO**

Com a criação da indústria eletroeletrônica na segunda metade do século XX, surgiram aparelhos que necessitavam da utilização de pilhas e a partir disso, seu crescimento passou a aumentar. As pilhas pós-consumo quando descartadas de maneira inadequada são motivo de preocupação, pois em sua estrutura física possuem componentes tóxicos, representando uma ameaça significativa ao meio ambiente e a saúde pública. Neste trabalho é apresentada a identificação e mapeamento dos pontos de entrega voluntárias (PEVs) de pilhas, em estabelecimentos comerciais como supermercados, hipermercados e atacadistas da região sul de João Pessoa - PB a partir de visitação, *in loco*, e estimativa da quantidade de pilhas pós-consumo geradas pela população da região delimitada. Como resultados foram encontrados 47 estabelecimentos comerciais, onde apenas 4 destes foram identificados com presença de PEVs. A estimativa de quantitativo de pilhas pós-consumo da zona sul foi de 2.313.780 milhões de pilhas, aproximadamente 42 toneladas anuais, para os 27 bairros compreendidos da região, o que demonstra a necessidade de maior quantidade de pontos de entrega voluntária, sendo o número atual insuficiente para as necessidades da região, o que acarreta em carência ao sistema de logística reversa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descarte. PEV. Resíduos Eletroeletrônicos.

## **INTRODUÇÃO**

A crescente conscientização ambiental e a necessidade de práticas sustentáveis têm conferido à logística reversa (LR) uma importância cada vez maior. A LR, delineada pela Lei Federal nº 12.305/2010, engloba



procedimentos e ações direcionados à coleta e ao encaminhamento pós-venda ou pós-consumo de produtos e materiais ao setor empresarial, visando promover o reaproveitamento eficiente e a destinação adequada dos resíduos (BRASIL, 2010). Essa abordagem estratégica representa uma mudança paradigmática nas práticas empresariais, estendendo o ciclo de vida dos produtos para além da transação comercial e estabelecendo a sustentabilidade como um compromisso integral (CHAVES et al., 2019).

Dentre os diversos tipos de resíduos, as pilhas se destacam como desafios significativos devido aos seus componentes tóxicos e ao potencial de contaminação do solo e da água. Assim, a logística reversa não apenas se alinha com as demandas da sustentabilidade, mas também se torna um instrumento vital na gestão ambiental responsável diante dos desafios contemporâneos (COUTO et al., 2017). Essa abordagem integrada não só contribui para a redução de resíduos, mas também posiciona as empresas na vanguarda da sustentabilidade, atendendo às demandas crescentes por práticas empresariais responsáveis (SILVA et al., 2018).

No contexto legal brasileiro, existem várias leis ambientais que podem ser aplicadas ao gerenciamento adequado dos resíduos das pilhas. O Artigo 225 da Constituição Brasileira define a importância da preservação ambiental (JUSBRASIL, 2023). A Lei Federal 9.605/1998 trata das questões penais e administrativas relacionadas às ações prejudiciais ao meio ambiente (JUSBRASIL, 2023) entre outras que fornecem um quadro legal para o gerenciamento adequado dos resíduos das pilhas. O Decreto nº 10.240/2020 estabelece normas para a implementação de sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes e, o decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A ausência de um sistema eficiente para coleta e destinação final desses resíduos pode resultar em danos ambientais, como impactos com as mudanças climáticas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e riscos à saúde pública. Sendo assim, é importante a investigação da etapa de coleta do sistema de logística reversa para pilhas, na cidade de João Pessoa-PB, com foco na região sul da cidade, como uma contribuição para o funcionamento adequado da logística reversa e minimização de impactos por descarte inadequado.

## OBJETIVO

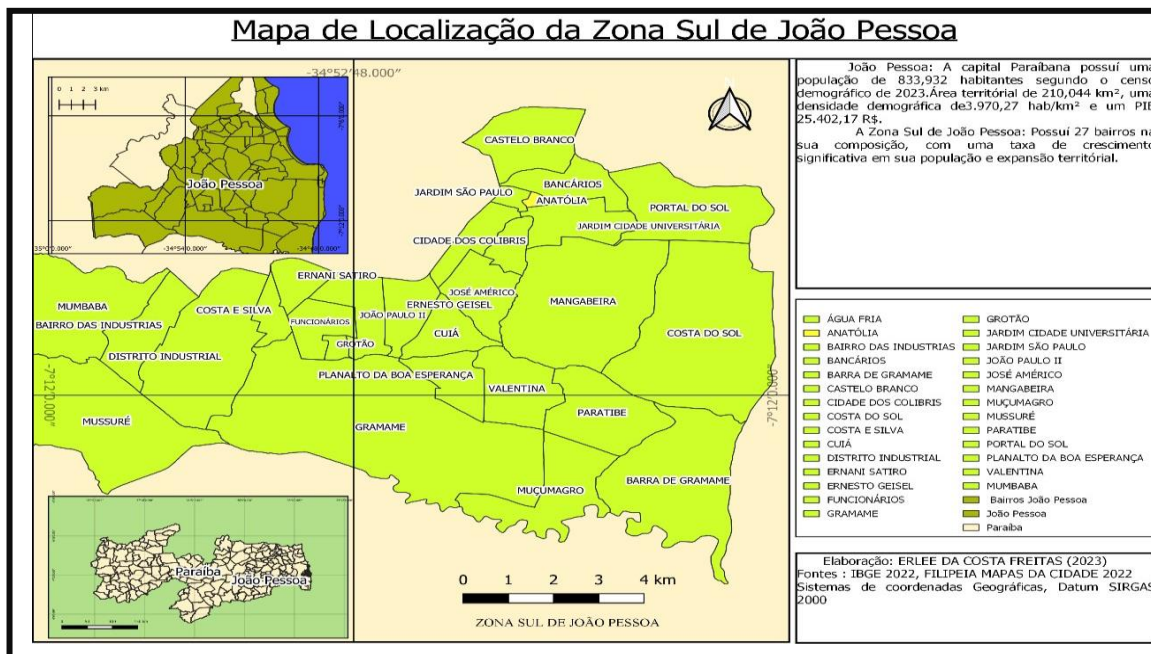
Analisar o funcionamento dos pontos de entrega voluntária (PEVs) de pilhas pós-consumo em supermercados, atacadistas, hipermercados localizados na zona sul de João Pessoa, com comparativo de estimativa de geração de resíduo local, para contribuição ao sistema de logística reversa e minimização de impactos.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Foi realizada a delimitação da área de estudo, seguido do mapeamento e delimitação dos estabelecimentos comerciais a serem visitados e, posteriormente, quantificado a estimativa de geração de pilhas pós-consumo da área selecionada.

## ÁREA DE ESTUDO

Este estudo se concentra na capital da Paraíba, João Pessoa, com foco nos bairros da zona sul (Figura 1). João Pessoa tem uma população de 833.932 habitantes e uma densidade demográfica de 3.970,27 hab/km<sup>2</sup>. A cidade se estende por 210,044 km<sup>2</sup>, divididos em 64 bairros, com uma área urbanizada de 110,82 km<sup>2</sup>, conforme o censo de 2022 (IBGE, 2023). A zona sul compreende um total de 27 bairros, equivalente a aproximadamente 42% dos bairros da cidade.



**Figura 1: Mapa de localização de João Pessoa e dos bairros da zona sul.**

## MAPEAMENTO E DELIMITAÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS

Adotou-se o *software Google Maps* para buscar comércios de grandes portes na região sul, utilizando filtros como tamanho do empreendimento, relevância e área de influência, resultando em estabelecimentos como atacadistas, hipermercados e supermercados. Foi realizado mapeamento, através do georreferenciamento das imagens de satélite e *shapefiles* obtidos no Portal de Mapas do IBGE, utilizando o *software QGIS*, gratuito, no tratamento das imagens, com o intuito de obter localizações precisas para visitas de campo.

A visitação enumerou, pontuou e obteve informações sobre a presença ou ausência de pontos de coletas de pilhas nos estabelecimentos, em conformidade com pesquisa nas plataformas digitais das organizações responsáveis da gestão dos resíduos de pilhas, em busca dos PEVs cadastrados na *Green Eletron* (Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional).

## ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE PILHAS PÓS-CONSUMO

Inicialmente, para essa etapa foi necessário realizar a estimativa populacional dos bairros, visto que o censo demográfico é uma contagem completa da amostragem, e que a última atualização dada pela prefeitura para população por bairros de João Pessoa foi em 2010, durante a realização da estimativa da população da área delimitada na zona sul, utilizou-se os dados do censo demográfico de 2022 onde aplicou-se uma taxa de crescimento de 15,3% (taxa de crescimento informada pelo governo do estado) sobre a população já catalogada, como propõe Tavares (2020).

Ao aplicar a Equação 1 se considerou que os bairros cresceram na mesma proporção que a cidade. Nesse contexto, a taxa foi introduzida em todos os 27 bairros da Zona Sul.

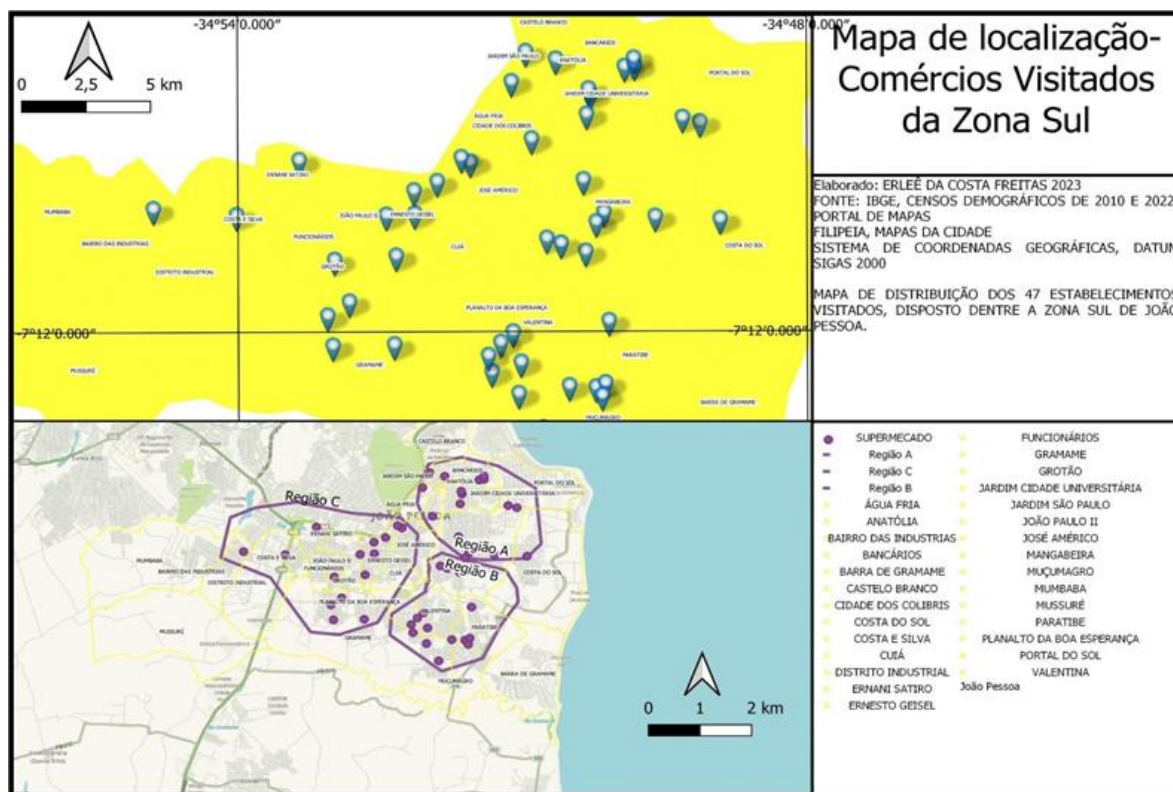
$$\text{População 2022} = (\text{população 2010}) \times (1 + \text{taxa de crescimento}) \quad \text{Equação (1)}$$

A partir da população estimada, foi calculada a quantidade de pilhas pós-consumo por habitantes, adotando o valor médio anual de seis unidades de pilhas consumidas, conforme Lins (2020) (Equação 2).

$$\text{Pilhas pós-consumo} = \text{População 2022} \times 6 \text{ unid/per capita} \quad \text{Equação(2)}$$

**RESULTADOS OBTIDOS**

Inicialmente, identificou-se uma quantidade de 47 estabelecimentos na região da zona sul (Figura 2). Os estabelecimentos estão distribuídos em 3 categorias: hipermercados (2 unidades), supermercados (39 unidades) e atacadistas (6 unidades). Bairros como Mangabeira, Gramame, Paratibe, Jardim cidade universitária e Geisel, se destacam com a maior quantidade de estabelecimentos.



**Figura 2: Mapa de localização de comércios selecionados da zona sul.**

Após visitação foi constatado a existência de apenas 4 pontos de entrega voluntária (PEV), dentre os 47 estabelecimentos levantados (Figura 3). Além disso, na listagem de PEVs cadastrados na *Green Eletron*, apenas 3 PEVs constam registrados para o descarte. Quanto a localização dos pontos, apenas 3 bairros são contemplados com PEV, sendo estes: Ernesto Geisel, Água Fria e Jardim São Paulo (Tabela 1).

**Tabela 1: Identificação dos PEVs encontrados nos estabelecimentos visitados na Zona Sul.**

Identificação	Bairro	Regiões	Localização Geográfica	Tipo
ZSRA01	Jardim São Paulo	A	7° 9'7.81"S/34°50'51.30"O	Hipermercado
ZSRC01	Ernesto Geisel	C	7°10'21.40"S/34°52'8.56"O	Atacadista
ZSRC02	Ernesto Geisel	C	7°10'15.20"S/ 34°51'54.01"O	Atacadista
ZSRC03	Água Fria	C	7°10'0.04"S/ 34°51'39.11"O	Atacadista

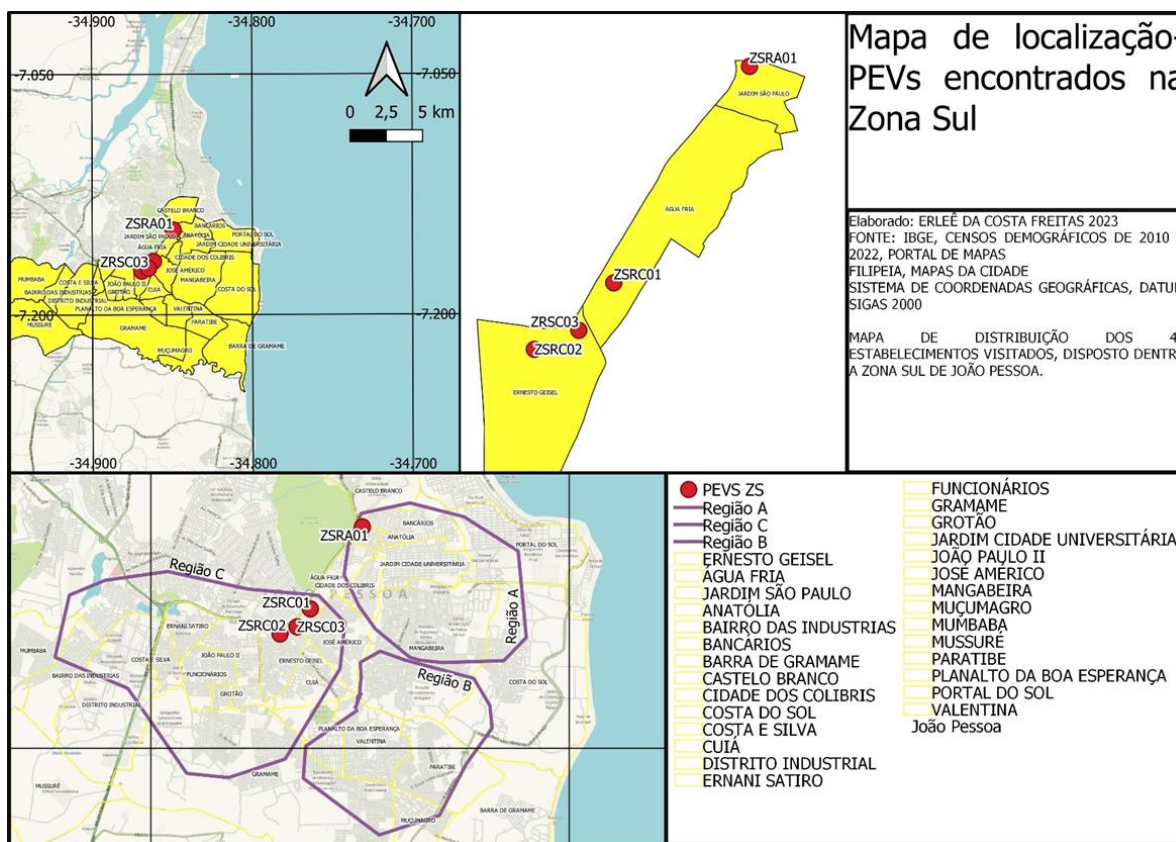


Figura 3: Mapa de localização de PEVs encontrados na zona sul de João Pessoa.

A partir da população estimada para 2022 (cerca de 385.630 habitantes), calculou-se a estimativa de quantidade de pilhas consumidas pela população da zona sul (Tabela 2). A totalização do consumo de pilhas alcançou o valor estimado de 2.313.780 unidades, equivalente a cerca de 41.879 toneladas. O bairro de Mangabeira é o bairro com números mais expressivos em relação a sua população e o consumo de pilhas anuais, com 571.002 unidades, sendo detentor de 25% do total de pilhas consumidas dentro da zona sul.

Tabela 2: Estimativa populacional e de consumo de pilhas para população da Zona Sul em 2022.

Bairros	População (hab)	Consumo de pilhas	Bairros	População (hab)	Consumo de pilhas
Castelo branco	13.423	80.538	Paratibe	14.261	85.566
Bancários	13.678	82.068	Gramame	30.013	180.078
Anatólia	1.339	8.034	Muçumagro	7.395	44.370
Jardim São Paulo	5.246	31.476	Valentina	28.887	155.322
Jardim cidade Universitária	24.703	148.218	Barra de Gramame	407	2.442
Cidade dos colibris	4.721	28.326	Água fria	7.228	43.368
José Américo	18.758	112.548	Grotão	7.101	42.606
Costa do sol	2.063	12.378	Funcionários	18.272	109.632
Ernesto Geisel	16.354	98.124	Ernani sátiro	9.963	59.778
Mangabeira	95.167	571.002	Distrito industrial	2.189	13.134



Portal do sol	4.768	28.608	Costa e Silva	9.463	56.778
Cuiá	8.006	48.036	João Paulo II	17.809	106.854
Planalto Boa Esperança	7.163	42.978	Bairro das indústrias	10.044	60.264
Mussurê	64	384	Mumbaba	10.145	60.870
<b>População total estimada = 385.630 habitantes</b>			<b>Pilha pós-consumo total = 2.313.780 unidades</b>		

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A quantidade disponível de PEVs encontrados é de apenas 9% de todos os estabelecimentos visitados. Os PEVs não possuem distribuição adequada ao longo do território da zona sul, sendo inviável o atendimento aos consumidores equidistantes desses pontos de coleta. Apenas 3 bairros são contemplados com PEVs, de um total de 27 bairros, equivalente a apenas 11% da Zona Sul. Os pontos de entrega voluntária, segundo Conceição *et al.* (2018), são cruciais para gestão correta de resíduos, incluindo as pilhas, pois desempenham um papel fundamental para reintroduzir os materiais coletados na cadeia produtiva e reduzem significativamente a tendência da geração de impactos ambientais.

Os bairros com presença de PEVs, somados a sua população, teriam uma quantidade de 31.232 habitantes e um consumo de 187.392 unidades de pilhas, cerca de 3.391 toneladas para descarte em apenas 4 pontos instalados. Em média, os PEVs teriam que receber 46.848 unidades, correspondente a 843,26 kg anuais, levando em consideração o descarte completo, em uma situação em que a população possua hábitos de descartes nos ecopontos. O quantitativo, ainda, alerta para a possibilidade de existência de pilhas em posse de consumidores, que podem chegar em destinos inadequados.

Desse modo, observou-se a carência de PEVs em bairros densamente povoados, com uma considerável estimativa de produção de pilhas pós-consumo, enquanto os bairros com infraestrutura de coleta existente revelaram-se insuficientes para atender a demanda populacional. Essa constatação ressalta a necessidade crítica de ampliar a infraestrutura de coleta de resíduos de pilhas para atender efetivamente às necessidades da população local, contribuindo para o sistema de logística reversa e minimização de impactos. Segundo Oliveira *et al.* (2019), os principais problemas que podem prejudicar o sucesso de PEVs, é sua distância da população e instalação em lugares de difícil acesso. É importante uma rede de ecopontos para que o descarte promova uma educação ambiental e a responsabilidade dos consumidores. Conforme Calfei *et al.* (2020), ao implementar pontos de entrega voluntária, é crucial levar em consideração a distância e o tempo exigido para o descarte, sendo assim necessário uma rede e infraestrutura adequada. Mello *et al.* (2019), reitera que o sucesso e eficácia da implementação de PEVs dependem da distância da instalação e uma maior participação da sociedade no processo de descarte.

## CONCLUSÕES

Dentre os 47 estabelecimentos visitados, apenas 4 possuíam PEVs. A quantidade de PEVs disponíveis desses comércios são insuficientes para atender a demanda da referida região, não suportando descartes em grandes escalas e com maiores frequências.

Se estimou que a zona sul de João Pessoa, para uma população em 2022, de cerca de 385.630 habitantes, gera 41.879 toneladas anuais de resíduos de pilhas. A quantificação da estimativa de geração de pilha pós-consumo deixou evidente o potencial da geração destes resíduos, que necessitam de locais adequados para seu descarte, caso a coleta não seja eficaz compromete o sistema de logística reversa e o material não coletado será um potencial gerador de impactos ambientais e na saúde pública.

É necessário maior participação e engajamento no descarte adequado de pilhas, para alcançar o sucesso do sistema de logística reversa. Sendo necessária a exposição da contribuição ambiental e ampliação da quantidade de pontos de coletas, através da instalação em pontos próximos do consumidor, juntamente com ações de divulgação, propiciando a conscientização do público.



Espera-se que este estudo contribua para a sensibilização da população, o engajamento dos setores público e privado e a adoção de melhorias para a logística reversa de pilhas pós-consumo na zona sul de João Pessoa e consequente minimização dos impactos atrelados ao descarte inadequado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABINEE. Programa Abinee Recebe Pilhas - PARP. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon8.htm>. Acesso em: 10 out. 2023
2. BRASIL. Lei nº 12.305, de 13 de fevereiro 2023. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 e Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 ago. 2010.
3. CALLEFI M.H.B.M., SILVA M.J., RODRIGUES G.J., MIOTTO J.L., SAMED M.M.A. Localização de pontos de entrega voluntária de materiais recicláveis: Estudo de caso no município de Maringá – PR. South American Development Society Journal, v. 06, | Nº.: 17, 2020.
4. CONCEIÇÃO, M. M. M. DA, MARQUES, M. C., PEREIRA, E. R., & PEREIRA JUNIOR, A. (2018). Estudo de viabilidade da implantação de um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) na Universidade do Estado do Pará, Campus VI: coleta de pilhas e baterias. Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA), 13(2), 351–371.
5. COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 5, p. 889–898, set. 2017.
6. CHAVES, G. DE L. D.; BALISTA, W. C.; COMPER, I. C. Logística reversa: o estado da arte e perspectivas futuras. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 4, p. 821–831, jul. 2019.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). João Pessoa: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 11 set 2023.
8. JUSBRASIL. As Principais Leis Ambientais no Brasil. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/as-principais-leis-ambientais-no-brasil/1291109379>. Acesso em: 10 out. 2023.
9. MELLO, L. C. R. D. E.; SILVA, E. R. S.; PEREIRA, L. E.; NOVELI, R. A. P.; SILVA, B. L. P. A ineficiência de uma política de educação ambiental na implementação de ponto de entrega voluntária (pev). 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2019, Foz do Iguaçu. Anais - Congresso Sul-Americano De Resíduos Sólidos E Sustentabilidade, 2019. v. 2.
10. OLIVEIRA, L. F.; PIMENTA, M. F. C.; NEVES, A. C.; COELHO, C. W. G. A.; VIMIEIRO, G.V. Avaliação da localização dos locais de entrega voluntária (levs) de materiais recicláveis de Belo Horizonte e sua relação com pontos estratégicos da cidade. 30º CBESA, - Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2019, Natal. 30º CBESA, - Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2019. v. 1.
11. SILVA, R. L. M. da; BRITO, K. A. de; SANTOS, A. C. dos; SILVA, M. E. da; SANTOS, S. C. dos. O papel da logística reversa para as empresas: fundamentos e importância. Revista Gestão & Interdisciplinaridade, v. 7, n. 3, p. 268-288, 2018.
12. TAVARES, J. M. da S., PEREIRA NETO, C. Aspectos do crescimento populacional: estimativas e uso de indicadores sociodemográficos. Formação (Online), v. 27, n. 50, p. 3–36, 2020.