UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

ERLEE DA COSTA FREITAS

COLETA DE PILHAS PÓS-CONSUMO EM GRANDES ESTABELECIMENTOS DA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA/PB: SITUAÇÃO E ESTIMATIVA DE GERAÇÃO.

JOÃO PESSOA
2023

ERLEE DA COSTA FREITAS

Monografia apresentada à Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos para conclusão do curso de graduação em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Elisângela Maria Rodrigues Rocha

JOÃO PESSOA

2023

FOLHA DE APROVAÇÃO

ERLEE DA COSTA FREITAS

COLETA DE PILHAS PÓS-CONSUMO EM GRANDES ESTABELECIMENTOS DA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA/PB: SITUAÇÃO E ESTIMATIVA DE GERAÇÃO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 30/10/2023 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Elisângela Mª R. Rocha — APROVADO
Profa. Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha (Aprovado/Reprovado)
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Ademar Virgolino da Silva — Aprovado
Prof. Dr.Ademar Virgolino da Silva Netto (Aprovado/Reprovado)
Departamento de Engenharia Elétrica do CEAR/ Examinador interno

Aldilene Bezerra Pinheiro — APROVADO
Eng. Aldilene Bezerra Pinheiro (Aprovado/Reprovado)
Engenheira Civil – Mestranda PPGECAM
(Examinador Externo)

Joel Paulo de Carvalho Neto — Aprovado
Eng. Joel Paulo de Carvalho Neto (Aprovado/Reprovado)
Engenheiro Ambiental
(Examinador Externo)

Aline F. Remígio

Profa. Aline Flávia Nunes Remígio Antunes

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

FICHA CATALOGRÁFICA

Catalogação na publicação Seção de Catalogação e Classificação

F866c Freitas, Erlee da Costa.
COLETA DE PILHAS PÓS-CONSUMO EM GRANDES ESTABELECIMENTOS DA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA/PB: SITUAÇÃO E ESTIMATIVA DE GERAÇÃO. / Erlee da Costa Freitas. - João Pessoa, 2023.
55 f. : il.

Orientação: Elisângela Maria Rodrigues Rocha.TCC (Graduação) - UFPB/TECNOLOGIA.

1. Logística Reversa, PEV, Resíduos Eletroeletrônicos. I. Rocha, Elisângela MariaRodrigues. II. Título.

UFPB/CT/BSCT CDU 504(043.2)

“Veja,
Não diga que a canção está perdida,
Tenha fé em Deus, tenha fé na vida,
Tente outra vez.
Tente,
Não diga que a vitória está perdida,
Se é de batalhas que se vive a vida,
Tente outra vez.”
Raul Seixas

AGRADECIMENTOS

O olhar pra trás é um gesto de se orgulhar do caminho traçado, é perceber o quanto foi díficil, mas a persistência e a gana de se vencer foi maior, o desejo de retirar do papel um sonho, fez-se gerar uma resiliência que não era conhecida, às vezes o caminho de realização de um sonho gera sentimentos até melhores de quando se é alcançado, esses princípios gerem a minha caminhada acadêmica. Olhando para o trajeto desse caminho, não foram em todos os momentos que a vontade de vencer estava no controle, momentos árduos, falta de afirmações, mas foi nesse momento que mais me senti forte e a vontade de se levantar se sobrepõe. O resultado da continuação mesmo sem força necessária, traz hoje o sentimento de gratidão e cumprimento de um sonho, que não foi almejado apenas pela minha pessoa, mas por pessoas que me cercam.

Agradeço à Deus pelo dom da minha vida, por me conduzir por caminhos inimagináveis, com maior cuidado, pois o homem sonha, se preocupa com o amanhã, mas esse não nos pertence, pertence à Deus, ele sempre faz o melhor, mesmo quando inféis somos. Uma frase que sempre me confortou nesse período de gradução é “Deus é maior que meus altos e baixo”, no qual demostra que na maioria das ocasiões sua força me sustentou.

Agradeço à minha família pelo incentivo, apoio, conforto e acolhimento, em especial aos meus pais Edvan e Rejane, com seu amor puro, demostrado em pequenos detalhes.Que sempre se apresentam como minhas rochas, acreditando no meu potencial, indo até mais além que seus limites para me proporcionar o melhor. Como também as minhas irmãs Raielly e Maria Vitória que estiveram presentes nessa caminhada.

À minha namorada Jamylly, demostrar seu afeto em atitudes, por está sempre ao meu lado em quaisquer decisões, no companherismo, na amizade, em conselhos e por me incentivar a ir mais além. Por me aturar mesmo com momentos mais estressantes de provas, projetos, estágio e entre outras preocupações.

Às famílias Costa e Freitas, que compreendem por pessoas importantes para o meu desenvolvimento pessoal e formação de caráter. Demostram incentivo através de palavras positivas e de afeto, em especial minhas tias Marinalva, Elizete, Ana Lúcia, meu tios Erivaldo e Elinaldo e meu padrinho Luiz Antonio.E faço lembrança a minha vó Regina e meu tio Edinaldo, meus grandes incentivadores e mentores para realização da minha graduação, no

qual sinto saudades dos seus conselhos.

Às grandes amizades que conquistei dentro da graduação, dividindo muitos momentos entre bons e ruins, no qual pretendo levar para a vida as amizades de Gabriel Lucena, Ana Beatriz e Matheus Svendsen, onde estes acompanharam toda a trajetória.

Aos amigos que contribuíram para que a graduação fosse mais leve, como Fernando Brito, Antônio, Pedro Lucena, Felipe, Ítalo, Lucas, Arthur e todos que tiveram sua contribuição.

À Aldilene Pinheiro, através da compreensão demostrada em todos os momentos que precisei de auxílio, respondendo dúvidas, me aconselhando, compartilhando seu conhecimento e sempre com uma palavra de incentivo.

À Professora Elisângela, por todos direcionamentos, ensinamentos, confiança e empenho na sua função. Sou grato pelas oportunidades oferecidas durante a graduação e o repasse da experiência de maneira mais humana possível.

Agradeço a cada pessoa que, de maneira ou de outra, cruzou meu caminho durante este percurso e deixou sua marca positiva, causando impacto positivo no crescimento pessoal e acadêmico.

RESUMO

O aumento do uso de eletroeletrônicos nas atividades humanas cresce a cada dia, e tais aparelhos necessitam de fontes de energia para seu funcionamento, surge, então, neste contexto as pilhas, que 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 apresenta 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. Também realizou-se a caracterização de pilhas coletadas em dois PEVs na UFPB, onde se obteve um quantitativo de 3.484 pilhas pós-consumo, com destaque para as marcas Panasonic Super Hyper, Rayovac e Duracell. 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 toneladasanuais, para os 27 bairros compreendidos da região, o que demonstra a necessidade de mais pontos de entrega voluntária, pois o número atual é insuficiente para as necessidades da região, acarretando em carência ao sistema de logística reversa atual.

Palavras chaves: Logística Reversa, PEV, Resíduos Eletroeletrônicos

ABSTRACT

The increase in the use of electronic devices in human activities is growing every day, and such devices require energy sources for their operation. Thus, batteries emerge in this context, which, when improperly discarded, are a cause for concern, as they contain toxic components in their physical structure, posing a significant threat to the environment and public health. This study presents the identification and mapping of points of voluntary delivery (PEVs) for batteries in commercial establishments such as supermarkets, hypermarkets, and wholesalers in the southern region of João Pessoa - PB, based on on-site visits and estimation of the quantity of post-consumer batteries generated by the population of the delimited region. The characterization of batteries collected at two PEVs at UFPB was also carried out, where a total of 3,484 post-consumer batteries were obtained, with emphasis on the brands Panasonic Super Hyper, Rayovac, and Duracell. As a result, 47 commercial establishments were found, of which only 4 were identified to have PEVs. The estimated quantity of post-consumer batteries in the southern zone was 2,313,780 million batteries, approximately 42 tons annually, for the 27 neighborhoods within the region, indicating the need for more points of voluntary delivery, as the current number is insufficient for the region's needs, leading to a shortage in the current reverse logistics system.

Keywords: Reverse Logistics, PEV, Eletronics Waste

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linhas de classificação de REEE.
Figura 2: Diversidade de pilhas.
Figura 3: Modelo de Logística Reversa
Figura 4: Fluxograma das etapas metodológicas.
Figura 5: Mapa De Localização de João Pessoa e dos Bairros Da Zona Sul
Figura 6: Mapa de Localização das Regiões de Visitação A, B E C.
Figura 7: Coletor instalado no CCEN, para descarte de pilhas.
Figura 8: Fluxograma dos Processos de triagem utilizados
Figura 9: Pilhas acondicionadas, separadas e o processo de contagem.
Figura 10: Mapa de Localização de Comércios da Zona Sul.
Figura 11: Mapa de localização dos pevs em supermercados, hipermercados e atacadistas da zona sul de João Pessoa.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Bairros da Zona Sul e População em 2010

Tabela 2 – Divisões de Regiões A,B e C, seus respectivos bairros.

Tabela 3 – Quantidade de estabelecimentos por regiões e bairros.

Tabela 4 – Identificação dos PEVs encontrados.

Tabela 5 – Estimativa populacional e de consumo de pilhas para população da Zona Sul em 2022.

Tabela 6 – Coleta dos PEVs do CT e CCEN.

LISTA DE SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira de Indústria Eletroeletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADBI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
CCEN	Centro de Ciências exatas e da Natureza
CT	Centro de Tecnologia
ECO 92	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LR	Logística Reversa
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PARP	Programa Abinee Recebe Pilhas
PEVs	Pontos de entregas voluntárias
QGIS	Quantum GIS, Software de informações geográficas
RE	Resíduos Especiais
REEE	Resíduos eletroeletrônicos
RSI	Resíduos Sólidos Indústrias
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR	Sistema Nacional Sobre Informações sobre a Gestão de Logística Reversa
TREE	Tratamento de resíduos eletrônicos, projeto de extensão da UFPB
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
ZSRA01	Sigla para identificação de PEVs ZS- Zona Sul, R região A, item 01
ZSRC01	Sigla para identificação de PEVs, Zs- Zona Sul, R- região C, item 01
ZSRC02	Sigla para identificação de PEVs, Zs- Zona Sul, R- região C, item 02
ZSRC03	Sigla para identificação de PEVs, Zs- Zona Sul, R- região C, item 03

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

2. OBJETIVOS 14

2.1 OBJETIVO GERAL **14**

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS **14**

3. REFERENCIAL TEÓRICO 15

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO **15**

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS **17**

3.3 RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS **18**

3.4 PILHAS **20**

3.4.1. Impacto Ambiental do Descarte Inadequado de Pilhas **22**

3.5 LOGÍSTICA REVERSA **23**

3.5.1 Benefícios e desafios da implementação da logística Reversa **25**

3.5.2 Logística Reversa de pilhas **25**

3.5.3 Legislação e Regulamentação Relacionadas ao descarte de pilhas **26**

4. **METODOLOGIA 26**

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA **26**

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO **27**

4.2.1 Zona sul de João Pessoa 27

4.2.2 Pontos de Coleta da UFPB 31

4.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS **31**

4.3.1 Mapeamento e Delimilitação de Comércios 32

4.3.2 Divisões de Regiões para Visitação 32

4.3.3 Visitação aos Locais 34

4.3.4 Estimativa de Pilha pós-consumo 35

4.3.5 Separação, Triagem e Quantificação de Pilhas dos PEVs da UFPB 37

5. **RESULTADOS E DISCUSSÕES 39**

5.1 QUANTITATIVO DE ESTABELECIMENTOS ENCONTRADOS **39**

5.2 LEVANTAMENTO DOS PEVs NOS ESTABELECIMENTOS **42**

5.3 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE PILHA DA POPULAÇÃO DA ZONA SUL **44**

5.4 COLETA E QUANTIFICAÇÃO DAS PILHAS DOS PEVS DA UFPB **47**

6. CONCLUSÕES 49

7. REFERÊNCIAS 50

1. 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. 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, 2019).

No contexto mais amplo da preocupação crescente com a preservação ambiental e a adoção de práticas sustentáveis, as palavras de Wendell Berry (2023), "a Terra é o que todos nós temos em comum", ecoam como uma chamada à ação. Nesse cenário, a logística reversa emerge como uma estratégia crucial para o gerenciamento responsável de resíduos, buscando minimizar impactos ambientais e promover a economia circular. Dentre os diversos tipos de resíduos, as pilhas e baterias 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.

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.

Na cidade de João Pessoa, localizada na zona sul do estado da Paraíba, a gestão adequada das pilhas usadas enfrenta desafios. A ausência de um sistema eficiente para coleta e destinação final desses resíduos pode resultar em danos ambientais e riscos à saúde pública. Portanto, é importante a investigação do sistema de logística reversa para pilhas na zona sul de João Pessoa é uma medida necessária e urgente, pela grande quantidade poulacional da região sul.

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a funcionalidade e as fragilidades do sistema atual, no que compreende a coleta de pilha pós-consumo. Serão abordados aspectos como a legislação vigente, os atores envolvidos, os desafios da coleta.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o funcionamento dos pontos de entrega voluntária (PEVs) em supermecados, atacadistas e hipermercados na zona sul de João Pessoa, e realizar a quantificação de pilhas pós-consumo em dois PEVs na UFPB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear os pontos de entrega voluntárias (PEVs) quanto aos aspectos de localização, infraestrutura, divulgação e participação da população, em supermercados, atacadistas e hipermercados na zona sul de João Pessoa,.
- Estimar a quantidade de pilhas pós-consumo pela população da zona sul de João Pessoa, tanto em unidades quanto em peso, por meio de pesquisas em estabelecimentos comerciais.
- Analisar dois pontos de coletas na UFPB, para caracterização dos materias coletados a partir do descarte realizado através pela comunidade universitária.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Desde as primeiras civilizações, o homem gera resíduos e descarta-o como convém, causando um problema ambiental, sendo um agente gerador de impactos (IWASAKA, 2018). Um marco para mudança da civilização e seu modelo de produção, foi a Revolução industrial, no qual trouxe a intensificação e a exploração de recursos naturais de maneira exacerbada (MENDES, 2018).

A ascensão do modelo capitalista e a implementação do desenvolvimento econômico, explorando recursos naturais como matéria-prima, fez surgir preocupações ambientais, discutidas mundialmente a partir de 1970, com movimentos ambientais e conferências para difundir esse pensamento (LINS, 2020).

A conferência das Nações Unidas, de Estocolmo em 1972, é um marco na história para início da discussão das consequências da degradação do meio ambiente. Um fator paralelo, é o surgimento do conceito de desenvolvimento econômico sustentável, que tratava o meio ambiente como parte integrante do desenvolvimento com o intuito de se exercer a sustentabilidade (SILVA, 2016).

Em 1992 foi realizado a Eco 92 no Rio de janeiro, no qual se estabeleceu bases para sustentabilidade e essas mudanças impulsionaram o pensamento de gestão ambiental. Como consequência, com o propósito de se resolver questões de insustentabilidade, aplicando-se formas de gerir o meio ambiente, vários desafios foram levantados para instituir o conceito de desenvolvimento sustentável como propósito das Nações Unidas (SILVA, 2016).

As definições da Eco 92 visavam a aprovação de acordos, que proporcionam a equidade social e ambiental, como destaque resultante do encontro tem-se a Agenda 21, que firmou o comprometimento na cooperação e funcionalidade do desenvolvimento sustentável. Posteriormente, em 2012, ocorreu a Rio+20, realizada no Rio de Janeiro, tratada como elucidação do comprimento político da sustentabilidade, reuniu membros das Nações Unidas e membros da sociedade civil, com o intuito de estabelecer pensamentos ligados a erradicação da pobreza, economia verde e o modelo institucional do desenvolvimento econômico.

A busca incessante pelo progresso, também culminou aspectos relacionados a disparidade social, causando grande discrepância entre grupos heterogêneos da sociedade, como também a ampliação da dregradação ambiental, transfomando o desenvolvimento sustentável na união de um crescimento econômico, reunindo a inclusão social a consciência

ambiental. Alguns desafios do modelo proposto é a necessidade de acordar a sociedade para práticas éticas de integridade da qualidade ambiental (MOLINA, 2019).

O capitalismo e a geração de resíduos crescem de maneira conjunta, provocando a adoção de práticas consumistas de maneira acelerada (LEFF, 2006). Porém, a nova perspectiva de inclusão do meio ambiente como participante da economia, retratava a gestão de resíduos nos planos de negócios no âmbito comercial (LEOPOLDINO, 2019). A mudança do papel governamental para proteção do meio ambiente, possibilitou que os recursos fossem mais restritos, no qual empresas precisaram mapear o retorno de materiais descartados, através da redução de custo pelo reaproveitamento (SILVA, 2013).

Um fator crucial é a transição do termo “lixo”, frequentemente usado para denominar produtos resultantes da atividade humana, para o termo “resíduos”. Essa alteração se fez necessária, pois atribui valor aos materiais descartados pelas atividades humanas. A palavra “lixo” tem associação com sujeiras e imundície, sem atribuição de valor. O uso do termo “resíduos” configura o potencial econômico através de seu reaproveitamento (SEBRAE, 2012; BATISTA,2017).

Alinhados ao capitalismo, a globalização e o avanço tecnológico em grandes nações emergentes e desenvolvidas, ocasionou a facilidade de se adquirir produtos digitais e eletrônicos, inclusive de maneira barateada. O reflexo da difusão de aparelhos digitais são a sua necessidade de atualizações e a diminuição do ciclo de vida de determinados produtos, onde, com a constante evolução da tecnologia, a viabilidade da aquisição de novos aparelhos torna-se mais atraente ao consumidor (BOSQUESI; FERREIRA, 2018).

Um dos grandes malefícios do avanço tecnológico é a geração de resíduos eletroeletrônicos atribuída à facilidade de troca de aparelhos, a disposição imprópria desse tipo de material causa danos ao meio ambiente, por possuir grandes concetrações de elementos tóxicos, que contaminam os solos, águas subterrâneas, rios e lagos, podendo se perdurar em cadeias alimentares (BALDE, 2017; ISLAM; HUDA, 2019).

Conforme o relatório do The Global E-waste Monitor de 2020, são descartadaos números superiores a 53 milhões de toneladas de equipamentos eletroeletrônicos no mundo. Nesse mesmo relatório, o Brasil aparece na quinta posição de produtor de resíduos eletrônicos, com mais de 2 milhões de toneladas, onde apenas 3% é reciclado (OLIVEIRA, 2023).

Antecedendo este cenário, então, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), surgiram como uma ferramenta importante para incentivar a mudança em relação ao descarte de resíduos e à busca por atividades sustentáveis. Lançada, em 2015, na sede da

ONU, em Nova York, a Agenda 2030, para o Desenvolvimento Sustentável, visa à erradicação da pobreza, à proteção do planeta e a garantia de paz e prosperidade para todos os povos e conta com 17 ODS. E especificamente em seu objetivo 12, relaciona consumo e produção sustentável, propondo a redução de resíduos por meio da prevenção, redução e reciclagem, abrangendo a implementação de sistemas de gestão de resíduos sólidos, no qual esses propósitos se atenta na mudança do descarte e seu destino (OLIVEIRA, 2023).

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos de acordo com Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é definido como:

> material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Para os rejeitos, a Lei n o 12.305, de 02 de agosto de 2010, intitula como:

> Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Nesse contexto, de conceituação de resíduos e rejeitos propostos na PNRS, a diferença entre termos, corrobora processos de ações, destinação e tratamento e diferentes destinações finais. Com isso, os resíduos sólidos emergem como materiais que possuem possibilidades de tratamento, recuperação e reintegração na cadeia produtiva dependendo da sua classificação e sua periculosidade. Já os rejeitos, são insumos de resíduos que não possibilitam a recuperação e reutilização (BATISTA, 2017).

O diagnóstico de cada tipo de resíduo é de extrema importância para examinar suas propriedades e classificá-las de maneira correta (CARDOSO 2016). Assim, a classificação de resíduos sólidos é feita por classes diferentes e correspondem a descrição de suas características físicas. Aspectos importantes para a separação tem atributos como

periculosidade e sua origem.

No atributo de sua origem podem ser separados em resíduos sólidos urbanos (RSU) e os resíduos sólidos industriais (RSI), que geram detritos heterogêneos. A composição dos elementos dos RSU geralmente apresentam divisões em orgânicos, com materiais que se decompõem na natureza, e inorgânicos, materias manufaturados da atividade humana. A composição dos RSI são os produzidos nas atividades industriais, com a possibilidade da presença de componentes com substâncias tóxicas ao meio ambiente. Existem também a classificação quanto o risco para saúde pública e meio ambiente, denominados os Resíduos Especiais (RE) (BRASIL,2023).

Segundo a ABNT, existem quatro classes para se enquadrar os resíduos especiais: a) Classe I – apresentam perigos à inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, que necessitam de um cuidado maior em relação ao seu acondicionamento; b) Classe II – materiais ferrosos ou não ferrosos oriundos de atividades doméstica, com propriedades de combustão, solubilidade em água e biodegradabilidade; c) Classe II B – resíduos sem atributos de decomposição quando inseridos no solo, contém componentes que ultrapassa os padrões de água, e d) Rejeitos – são resíduos que não podem serem reciclados ou reutilizados, devido a sua inviabilidade de reutilização (ABNT NBR 10.004/2004).

3.3 RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Segundo Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) assim como a Associação Brasileira de Indústria Eletroeletrônica (ABINEE) conceituam os resíduos eletroeletrônicos como, gerados a partir de equipamentos que precisam de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos para desempenhar suas funções, que chegaram ao final de sua vida útil por questões de finitude de sua tecnologia ou que não satisfazem os desejos de seus consumidores, incluindo todos os seus subitens acoplados que fazem parte no momento de descarte. (MARTINS, 2019; SILVA, 2021 ;COSTA ,2023).

Os detritos de aparelhos eletrônicos geralmente com o término de sua vida útil, não possuem reutilização ou restauração pela dificuldade de manuseio, por seus componentes apresentarem presença de, componente eletrônicos, microplásticos, metais pesados ou vidros. São enquadrados na classificação de resíduos perigosos pois podem causar dano a saúde humana quanto sua toxicidade (BRILHANTE, 2023). Esses produtos estão presentes em várias atividades humanas, como computadores, calculadoras, relógios, televisores, aparelhos

celulares, ferramentas elétricas e também outros aparelhos de pequeno e grande porte indispensáveis na realização de tarefas (GALDINO SILVA, 2021).

Existem divisões para classificação dos REEE, organizando em subitens de acordo com a finalidade de seu uso, os aspectos como vida útil, tamanho e porte, diversidade de componentes eletrônicos e sua composição física. Segundo o padrão da ABDI (2012), apresentado na Figura 1, os diferentes tipos de REEE são divididos em 4 categoria:

Figura 1: Linhas de classificação de REEE.

Fonte: (ABDI, 2012).

Com o intuito de facilitar as atividades humanas, os aparelhos eletrônicos conseguem cumprir a praticidade em grande parte dos segmentos dada sua utilização. Entretanto, desencadeia problemas relacionados ao grande consumo desses materiais, induzida por novas atualizações de aparelhos, em curto período de tempo. A demanda desses produtos vem crescendo de maneira desenfreada, sem harmonia com o desenvolvimento sustentável (VALENTE, 2017).

Em adição a essa problemática, as indústrias dos setores eletrônicos fundamentam uma produção baseada no uso de recursos naturais sem finitude, proporcionando o consumo insustentável de minerais, comprometendo fontes de matérias-primas. Além disso, para manufatura de dispositivos digitais se necessitam de grandes quantidades de metais, extraídos da mineração, atividade exploratória e de grande impacto ambiental. A exploração extrai metais como ferro, alumínio e cobre; metais preciosos como ouro, prata e paládio e também elementos tóxicos, como chumbo, cromo e arsênio. Mesmo sendo esses materiais com grande

durabilidade, os aparelhos eletrônicos são feitos para uso de curto período (GALDINO SILVA,2021).

Com o difícil processo de obtenção dos materiais, para produção de aparelhos eletrônicos, é um grande desperdício de recursos, matéria-prima e mão-de-obra humana, para produção de equipamento de curta vida útil. Os materiais pós-consumo precisam ser colocados na cadeia produtiva, com o objetivo de resguardar o meio ambiente e não gerar sobrecarga, sendo necessário a implementação da criação de um sistema de recolhimento eficaz dos resíduos eletroeletrônicos (MENDES, 2016). Considerando que a exposição desse tipo de resíduo à saúde humana, precisa ser um aspecto de preocupação, pois podem desenvolver a indução de danos da função de tireóide e pulmões, provocar alterações celulares, convulsões e entre outras patogenicidade (GRANT , 2013).

3.4 PILHAS

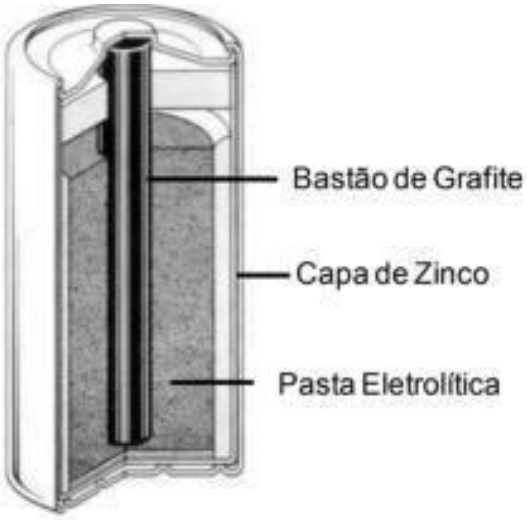
As pilhas são dispositivos pequenos que desempenham o papel de minúsculas centrais elétricas móveis, apresentando a capacidade singular de transformar a energia química em energia elétrica (SINIR, 2023).

No contexto de uma pilha convencional, sua estrutura básica compreende componentes fundamentais, tais como um ânodo, um cátodo, um eletrólito, separadores e uma capa externa. A classificação das pilhas pode variar significativamente, dependendo de fatores como formato, composição e finalidade específica. Podem ser classificadas em primárias, as de uso único, descartáveis, e as secundárias, as recarregáveis. As pilhas primárias podem ser classificadas de acordo com o tipo de eletrólito, sendo aquosos e não aquosos. Comercialmente podem ser encontradas em diferentes formatos: AAA, AA, D e C, sendo esses tipos os mais comuns em locais de vendas, no qual se incluem as pilhas alcalinas e zinco-carbono como pode-se ver na Figura 2 (ZHAO, 2021).

As pilhas alcalinas são diferente pois na sua célula eletroquímica, possui maior grau de pureza na composição de seus materiais ativos, com maior presença nas primeiras citadas. As pilhas alcalinas são composta de três itens básicos: um ânodo, um cátodo e um eletrólito, no qual o ânodo desempenha papel importante, pois é obtido de procedimentos que envolve uma destilação mais pura, resultando na redução da resistência interna, proporcionando maior densidade de energia. (QUEIROZ, 2022)

O ânodo é constituído por zinco metálico, formando um revestimento externo na célula. O cátodo consiste em um bastão de grafite, tipicamente de formato cilíndrico, envolvido por uma mistura em pó de dióxido de manganês e grafite. A pasta eletrolítica é composta por uma solução de hidróxido de potássio (KOH) com óxido de zinco (ZnO) (SILVA et al., 2011; BARP, 2021; QUEIROZ, 2022).

Figura 2-Estrutura física das pilhas acalinas



Fonte: Adaptado de Queiroz (2022)

Figura 2: Diversidade de pilhas.

Fonte: Pilhas - Manual da Química, 2023.

As pilhas alcalinas são destaque no mercado por sua capacidade de proporcionar uma vida útil maior, capacidade de resistir a altas temperaturas, proporcionar uma camada maior contra vazamentos, quando comparadas as pilhas de zinco-carbono, sendo elas também de custos mais altos em pontos de vendas (KEMERICH, 2013).

Um dos atributos mais marcantes que diferencia os diversos tipos de pilhas é o sistema químico empregado para a geração de eletricidade. Dentro dessa composição, encontram-se elementos que incluem substâncias potencialmente perigosas, tais como mercúrio, chumbo, manganês, zinco, cádmio, lítio e níquel. As pilhas desempenham o papel crucial de armazenar energia química e transformá-la em energia elétrica, desfrutando de uma ampla aplicação em inúmeros dispositivos eletrônicos portáteis (MARIA, 2000).

É relevante notar que as pilhas, apesar de sua utilidade incontestável, carregam consigo a presença de metais pesados e substâncias químicas tóxicas, destacando-se o mercúrio e o cádmio (UNIG, 2023). Esta característica impõe desafios significativos no que diz respeito à gestão e reciclagem responsável desses dispositivos, considerando os impactos potenciais para o meio ambiente e a saúde humana (LIGNUM AMBIENTAL JR., 2021).

O papel das pilhas na sociedade moderna é inegavelmente vital, proporcionando energia portátil para uma diversidade de aplicações. No entanto, a conscientização sobre os componentes potencialmente nocivos desses dispositivos é essencial, incentivando práticas sustentáveis e a busca contínua por alternativas mais ecológicas na tecnologia de armazenamento de energia (BRASIL, 2023).

3.4.1 Impacto Ambiental do Descarte Inadequado de Pilhas

O descarte inadequado de pilhas representa uma ameaça substancial ao meio ambiente, acarretando consequências adversas tanto para os ecossistemas quanto para a saúde humana. A presença de metais pesados, como mercúrio e cádmio, juntamente com substâncias tóxicas nas pilhas, quando descartadas de maneira imprópria, tem o potencial de contaminar significativamente o solo e os lençóis freáticos. Essa contaminação pode comprometer a qualidade da água potável e dos recursos agrícolas, afetando diretamente comunidades locais. De acordo com estudos recentes (ECOASSIST, 2020; ELGIN, 2022), a liberação dessas substâncias no ambiente pode resultar em efeitos danosos de longo prazo, prejudicando a biodiversidade e impactando negativamente os ecossistemas circundantes.

Adicionalmente, a exposição humana a esses contaminantes provenientes do descarte inadequado de pilhas pode ter sérias implicações para a saúde. A inalação ou ingestão inadvertida de metais pesados e substâncias tóxicas presentes nas pilhas, através da água

contaminada ou alimentos cultivados em solos poluídos, está associada a riscos significativos para a saúde. Estudos epidemiológicos (ELGIN, 2022) destacam a correlação entre a exposição a essas substâncias e problemas de saúde, incluindo distúrbios neurológicos, danos ao sistema cardiovascular e outros impactos adversos. Portanto, a implementação de práticas adequadas de descarte e a conscientização sobre os riscos associados às pilhas são essenciais para mitigar os danos ambientais e proteger a saúde pública.

3.5 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa (LR), como conceito integral, representa um conjunto estratégico de procedimentos, ações e meios destinados a coletar e direcionar, pós-venda ou pós-consumo, os produtos e materiais ao setor empresarial. Seu principal objetivo é viabilizar o reaproveitamento eficiente e a correta destinação dos resíduos sólidos, estabelecendo uma cadeia de gestão ambientalmente responsável. Esta abordagem inovadora reflete uma mudança paradigmática nas práticas empresariais, onde o ciclo de vida de um produto não se encerra com a transação comercial, mas se estende a uma fase subsequente, focada na sustentabilidade (CHAVES, 2019). A LR é, portanto, uma responsabilidade compartilhada entre os diversos elos da cadeia produtiva e os consumidores. Como podemos ver na Figura 3 fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores desempenham papéis cruciais nesse processo, alinhando-se em um compromisso conjunto para minimizar o impacto ambiental e promover a economia circular. Este modelo não apenas fortalece a gestão ambiental, mas também atua como um instrumento eficaz na redução de resíduos, contribuindo para a construção de uma sociedade mais sustentável (COUTO, 2017).

Figura 3: Modelo de Logística Reversa.

Fonte: SINIR, 2023.

A LR é crucial devido à sua habilidade em reduzir o impacto ambiental dos resíduos, fomentando a sustentabilidade e proporcionando benefícios econômicos por meio do reaproveitamento de materiais. Essa prática vai além da mera gestão pós-consumo, estendendo o ciclo de vida dos produtos e promovendo uma abordagem mais holística na cadeia de suprimentos. Ao envolver fabricantes, distribuidores e consumidores, a logística reversa estabelece uma responsabilidade compartilhada, alinhando interesses comerciais com a preservação ambiental. 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, 2018).

Existem vários tipos de LR, dependendo do tipo de produto e do objetivo do processo. Alguns exemplos incluem a logística reversa pós-venda, que lida com produtos devolvidos por clientes; a logística reversa pós-consumo, que lida com produtos que foram usados e descartados pelos consumidores; e a logística reversa industrial, que lida com resíduos gerados durante o processo produtivo (LEITE, 2009).

A LR tem um fluxo com mecanismos de organização que propõem, a participação da sociedade, para que o engajamento seja benéfico tanto para o funcionamento da mesma, como também para o envolvimento e atuação de catadores, cooperativas ou outras maneiras de

organização, donde se tem a possibilidade de inclusão econômica, gerando interesse e empenho. Com isso, se entrega a responsabilidade para cada participante da logística reversa e um melhor desenvolvimento (ANDRADE, 2022).

Os materias sujeitos a regulamentação pela lei incluem: pilhas e baterias, óleo lubrificantes, pneus, lâmpadas, eletroeletrônicos e seus componentes e embalagens de produtos que representem um perigo ambiental (BRASIL, 2010).

3.5.1 Benefícios e Desafios da Implementação da Logística Reversa

A implementação da logística reversa traz benefícios significativos para o meio ambiente e para a sociedade. Ao estabelecer um sistema eficiente de coleta e reciclagem de pilhas, é possível reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses produtos. Além disso, a LR contribui para a preservação dos recursos naturais, pois permite a recuperação de materiais valiosos, como metais e plásticos, que podem ser reutilizados na fabricação de novos produtos. Isso resulta em uma redução da demanda por matérias-primas virgens e, consequentemente, em uma menor exploração dos recursos naturais (XAVIER, 2013).

No entanto, a implementação da LR também enfrenta desafios significativos. Um dos principais desafios é a conscientização da população sobre a importância do descarte correto dos resíduos. Muitas pessoas ainda não têm conhecimento dos danos ambientais causados pelo descarte inadequado e acabam descartando resíduos perigosos junto com o lixo comum. Além disso, é necessário criar uma infraestrutura adequada para a coleta e reciclagem de REEE, incluindo pontos de coleta estrategicamente localizados e empresas especializadas na reciclagem. Superar esses desafios requer ações coordenadas entre empresas, governo e sociedade civil, visando promover a conscientização e investimentos na infraestrutura necessária para uma logística reversa eficiente (ABDI, 2012 ; SOUZA, 2014; DIAZ, 2017; MARIA, 2021).

Um exemplo de sucesso na logística reversa é o Programa ABINEE recebe Pilhas (PARP), criado por empresas fabricantes e/ou importadoras de pilhas e baterias portáteis (ABINEE, 2023). Outro exemplo é a Samsung, que tem grande atuação no mercado brasileiro, principalmente na venda de eletrônicos, através do recebimento de resíduos eletroeletrônicos, utilizando de desconto na obtenção de novos produtos.(SAMSUNG BRASIL, 2023).

3.5.2 Logística Reversa de Pilhas

O processo de coleta e reciclagem de pilhas começa com o descarte consciente por parte dos consumidores, que devem levar suas pilhas usadas até o ponto de entrega mais próximo. As lojas com coletores notificam a gestora quando o cesto está cheio e as pilhas estão prontas para serem recolhidas (ABINEE, 2023). Na recicladora, os materiais são triturados. As capas das pilhas são removidas e enviadas para reciclagem específica. O que sobra é a parte metálica, que é triturada em uma máquina até virar um pó cujo pH é neutralizado, tornando-se menos agressivo a humanos (BRASIL, 2010).

As pilhas e baterias são submetidas a um processo de reação química em que são recuperados sais e óxidos metálicos que serão utilizados como matéria-prima em processos industriais na forma de corantes e pigmentos. Em seguida, elas são colocadas em um forno industrial e submetidas a altas temperaturas para separar o zinco. Assim, o mineral pode ser recuperado em sua forma metálica e reutilizado como matéria-prima na confecção de novas pilhas e baterias (GREEN ELETRON, 2019).

A logística reversa de pilhas está sob responsabilidade da Green Eletron, empresa gestora que desempenha um papel de auxiliar outras empresas no tocante artigos da Lei Federal nº 12.305/2010, através de um sistema coletivo de participação da sociedade na tentativa de aprimorar a eficiência e geração de renda através de pilhas (GREEN ELETRON, 2019).

Nesse contexto a Green Eletron, proporciona o controle do funcionamento através de contratação e coordenação do serviço de coleta, transporte e acondicionamento para a promoção da destinação ecologicamente correta. Garante o cumprimento de aspectos legais impostos pela lei, como consequência a confiabilidade do serviço prestado na intregração da logística reversa nas estratégias da indústria eletroeletrônica pode promover uma economia verde e circular, agregando valor e reduzindo custos (GREEN ELETRON, 2019).

3.5.3 Legislação e Regulamentação Relacionadas ao Descarte de Pilhas

A logística reversa se destaca como uma ferramenta essencial em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cujos princípios e diretrizes foram estabelecidos por meio da Lei Federal nº 12.305/2010 e detalhadamente regulamentados pelo recente Decreto Federal nº 10.936/2022 (BRASIL, 2022). Este arcabouço legal delineia um conjunto de medidas e responsabilidades visando à gestão eficaz dos resíduos sólidos no

Brasil. A logística reversa, como preconizada na PNRS, não apenas se configura como um mecanismo de coleta e devolução de resíduos ao setor empresarial, mas também se apresenta como uma estratégia multifacetada para mitigar impactos ambientais, promover a economia circular e impulsionar práticas de desenvolvimento sustentável no âmbito econômico e social do país. Essa abordagem integrada visa transformar a gestão de resíduos em um instrumento efetivo de responsabilidade ambiental e socioeconômica.

Conforme delineado no artigo 3º, inciso XII, da PNRS, a logística reversa é caracterizada como um conjunto de iniciativas, procedimentos e meios com o propósito de facilitar a coleta e a devolução de resíduos sólidos ao setor empresarial. Esta devolução visa ao reaproveitamento nos ciclos produtivos ou a uma destinação final ambientalmente adequada, configurando-se como um instrumento não apenas de cunho ambiental, mas também como um impulsionador do desenvolvimento econômico e social (BRASIL, 2010).

4. METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O método empregado foi o hipotético-dedutivo, através de uma pesquisa quantitativa, observativa e associada com uma pesquisa de campo. Analisando dados para alimentação quantitativa, a compreensão do funcionamento dos atríbutos estudados e o direcionamento de dados para reunião de informações concretas a cerca do assunto (CONCEIÇÃO, 2018). A metodologia está dividida conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma das etapas metodológicas.

Fonte: Autor, 2023.

- Pesquisas bibliográficas: Elaboração da fundamentação teórica através de materiais retirados de periódicos como Scielo, Scopus, periódicos do CAPES, repositórios da UFPB e Google Acadêmico. Na procura de palavras chaves: Logística reversa, resíduos eletroeletrônicos, Economia circular, PEV e Pilhas.
- Caracterização das áreas de estudo: A Zona sul de João Pessoa e dois departamentos da UFPB (o CT- Centro de Tecnologia e o CCEN - Centro de Ciências e Exatas e da Natureza).

- Procedimentos da coleta de dados: mapeamento e levantamento de comércios de grande porte na região sul, divisões de rota para visitação, visitação dos pontos, estimativa de pilha pós-consumo em quantidade e peso, caracterização das pilhas coletadas, separação, triagem e quantificação de pilhas coletadas.
- Procedimentos de análise de dados: Elaboração de mapas e planilhas.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

4.2.1 Zona Sul de João Pessoa

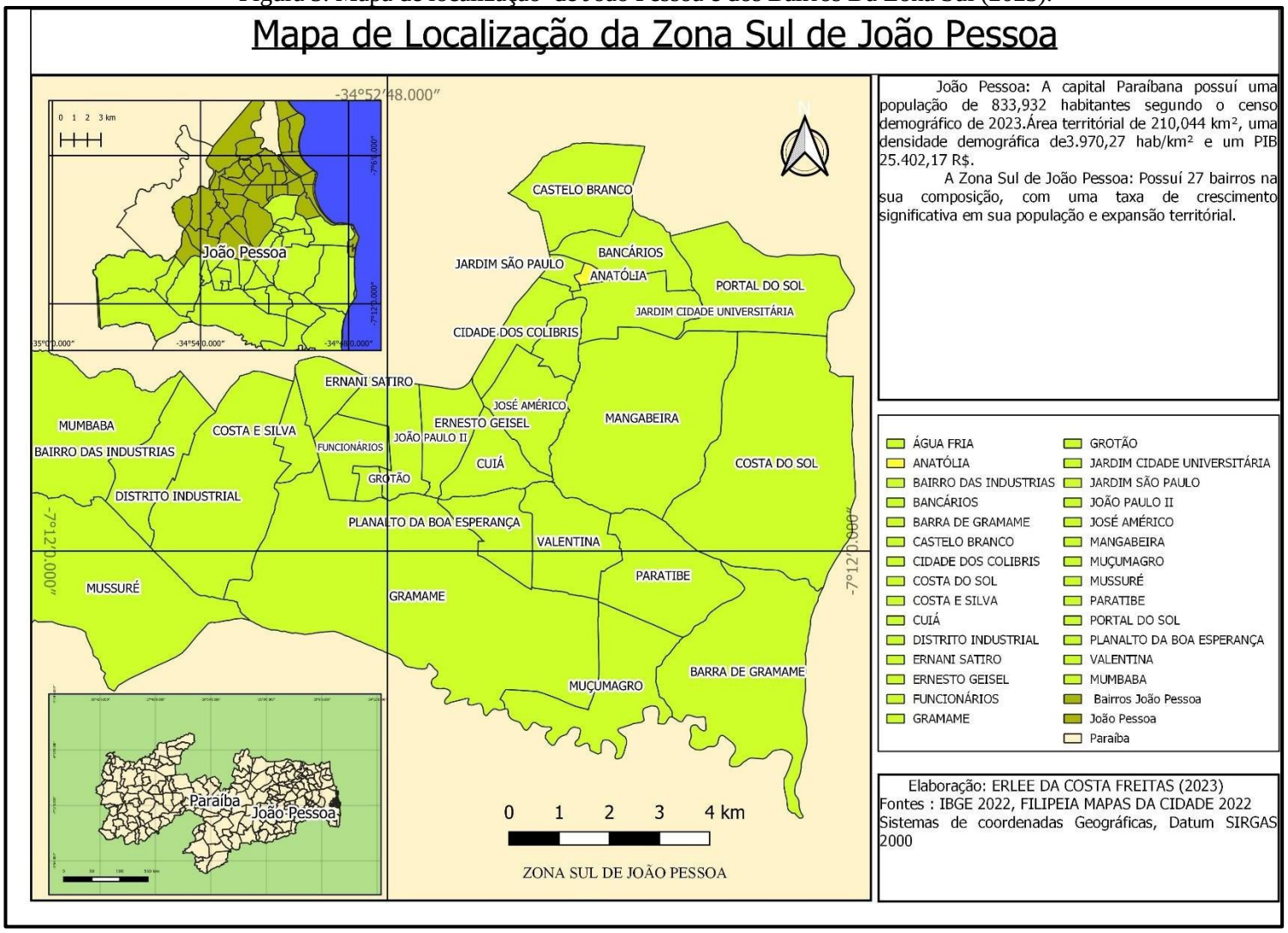
Este estudo se concentra na capital da Paraíba, João Pessoa, com foco nos bairros da zona sul. Conhecida por sua beleza natural e alta qualidade de vida, atrai inúmeros migrantes, impulsionando o crescimento econômico e atraindo investimentos. Entre 2010 e 2022, a população aumentou em 110.417 habitantes, um crescimento significativo de 15,3%, segundo os censos demográficos do IBGE (2022), isso resultou na expansão territorial da cidade e na construção de novas moradias, principalmente na zona sul.

João Pessoa tem uma população de 833.932 habitantes e uma densidade demográfica de 3.970,27 hab/km². A cidade se estende por 210,044 km², divididos em 59 bairros, com uma área urbanizada de 110,82 km², conforme o censo de 2022. (IBGE 2022). A zona sul compreende 27 desses bairros, compreendendo 46% dos bairros de João Pessoa, sendo uma área de grande desenvolvimento. A expansão urbana é evidente em bairros como Mangabeira, Valentina, Gramame e Cuiá, que possuem grandes áreas de terrenos desocupados (OLIVEIRA, 2021; SILVEIRA, 2023).

A zona sul se tornou objeto de estudo através da grande porcentagem populacional, destaque dos números de bairro da região.

O mapa de localização e disposição dos bairros da Zona Sul em relação a cidade de João pessoa pode ser observado na Figura 5;

Figura 5: Mapa de localização de João Pessoa e dos Bairros Da Zona Sul (2023).



Fonte: Autor 2023.

A zona sul, em 2010, dispunha de 330.416 habitantes. Com a verticalização e falta de espaço em outras regiões da cidade, tornou-se um provável destino. Além disso, um fator atrativo para moradores, é uma economia forte, através do seu polo comercial, atribuindo geração de empregos. A padronização dos tipos de moradias são de instalações horizontais e residências unifamiliares, mas com um processo de transição para verticalização multifamiliares (SILVA, 2011; TRIGUEIRO, 2018; SILVEIRA, 2023).

Na década de 80, a Zona Sul ganhou várias instalações de conjuntos habitacionais, resultando na densidade de moradores na área, se desenvolvendo com o passar dos anos. (RAFAEL, 2006). Em 2010 já significava 20% da população de João Pessoa (IBGE 2010), estima-se que em 2022 essa proporção alcance 53%, seguindo os padrões de crescimento da cidade. A relação dos bairros da Zona Sul, e suas respectivas populações segundo o censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Bairros da Zona Sul e Populações dos bairros em 2010.

Bairros	População (hab)	Bairros	População (hab)
Castelo branco	11.642	Paratibe	12.396
Bancários	11.863	Gramame	26.031
Anatólia	1.162	Muçumagro	6.431
Jardim São Paulo	4.550	Barra de gramame	353
Jardim cidade Universitária	21.425	Água fria	6.269
cidade dos colibris	4.095	Grotão	6.159
José américo	16.269	Funcionários	15.848
Costa do sol	1.790	Ernani sátiro	8.641
Ernesto Geisel	14.184	Distrito industrial	1.899
Mangabeira	82.539	Costa e silva	8.208
Portal do sol	4.136	João Paulo II	15.446
Cuiá	6.944	Bairro das indústrias	8.712
Planalto boa esperança	6.213	Mumbaba	8.799
Mussuré	55	Valentina	22.452
Total população 2010: 330.416 habitantes			

Fonte: Autor 2023.

A região abrange bairros como Bancários, Mangabeira e José Américo que em janeiro deste ano, 42% dos imóveis vendidos na capital paraibana estavam concentrados na Zona Sul.

A cidade cresceu para a Zona Sul e é onde tem área disponível para continuar crescendo horizontalmente, com condomínios fechados e conjuntos habitacionais (ATLAS FILIPEIA, 2023).

4.2.2 Pontos de Coletas na UFPB

A Universidade Federal da Paraíba, Campus I, se localiza em João Pessoa, no bairro do Castelo Branco, é uma unidade de ensino superior, reconhecida pela sua qualidade de ensino, pesquisa, extensão e tecnologia.

Atualmente o Campus I, está dividido em 13 centros de ensino, 45 cursos de graduação ofertados, sua população gira em torno de 33.100 pessoas, entre alunos de graduação, pós-graduação, técnicos, profissionais prestadores de serviço, professores, mestrandos e doutorandos (Editora UFPB,2020).

A UFPB, Campus I, foi adotada com área de estudo, no qual se inseriu dois pontos de coleta de pilhas por um projeto de extensão da UFPB, em dois centros, o CT- Centro de Tecnologia e o CCEN, Centro de Ciências e Exatas e da Natureza, levando em consideração que estes departamentos têm um grande fluxo de alunos, contemplando uma grande população para uma coleta com uma boa resposta e a retirada de circulação das pilhas em vista do seu perigo ambiental.

O CT tem uma população de aproximadamente 1.027 pessoas, dividido em 10 cursos de graduação e 12 cursos de pós-graduação. O CCEN, tem uma população de 3.806 pessoas, com 14 cursos de graduação e 17 cursos de pós-graduação. (Editora UFPB,2020).

4.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

4.3.1 Mapeamento e Delimitação dos estabelecimentos

A partir da determinação da Zona Sul como objeto de estudo, transcorreu o mapeamento e a delimitação dos bairros, através do georreferenciamento das imagens de satélite e *shapefiles* obtidos no Portal de Mapas do IBGE, para sequência se utilizou do software QGIS, no tratamento das imagens, com o intuito de obter localizações precisas para visitas de campo.

Além disso, adotou-se o software Google Maps para buscar comércios de grandes portes na região sul, foram utilizados filtros como tamanho do empreendimento, relevância

e área de influência. Resultando em estabelecimentos encontrados como atacadistas, hipermercados e supermercados. Um ressalvo é a desconsideração de pequenos empreendimentos, pela grande quantidade de comércios na área.

Ademais, é importante considerar a presença de diversos tipos de estabelecimentos comerciais, tais como farmácias e shoppings, que são potenciais locais para a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). No entanto, optou-se por descartá-los devido à extensão considerável da região sul, concentrando os esforços na identificação de PEVS em hipermercados e atacadistas, os quais comercializam pilhas em maior escala.

4.3.2 Rotas para Visitação

A visitação de campo se operou por rotas determinadas, no qual se empregou as divisões entre Regiões A, B e C, agrupando os estabelecimentos respectivamente em quais bairros estão inseridos. As regiões estão dispostas como, região A 18 pontos encontrados, região B 19 pontos encontrados e região C 10 pontos encontrados. Na Tabela 2,são apresentados os bairros em suas respectivas regiões adotadas para este trabalho:

Tabela 2 – Agrupamento de bairros nas regiões delimitadas.

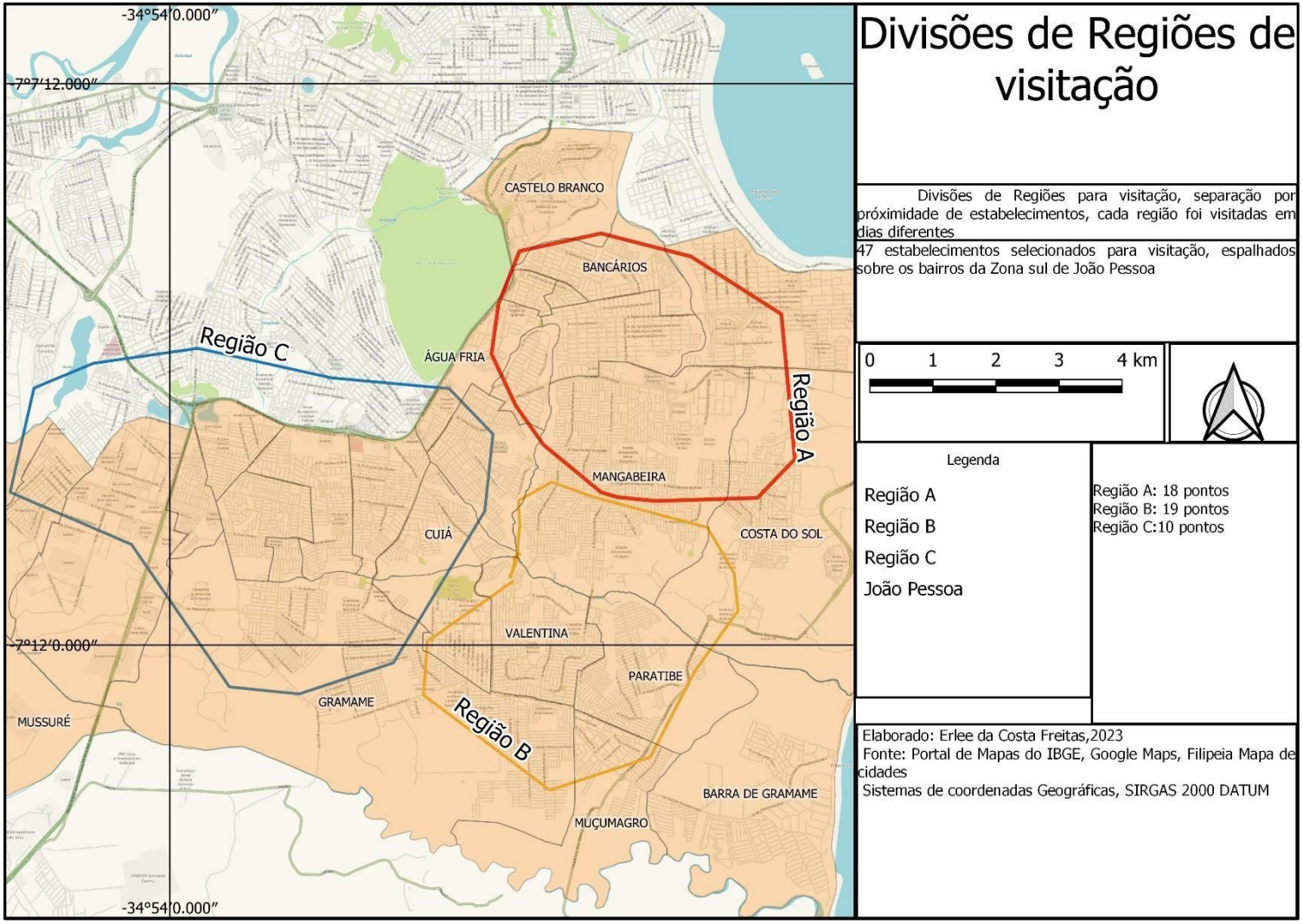
	Divisões de bairros por Regiões	
REGIÃO A	REGIÃO B	REGIÃO C
Castelo Branco	Planalto da Boa esperança	Bairro das indústrias
Bancários	Paratibe	Grotão
Portal do Sol	Muçumagro	João Paulo II
Água Fria	Gramame	Funcionários
Costal do Sol	Barra de gramame	Mussuré
Jardim Cid Universitária	Valentina	Mumbaba
Cidade dos Colibris	Mangabeira	José Américo
Anatólia		Costa e silva
Mangabeira		Ernesto Geisel
Jardim São Paulo		Ernani Sátiro
		Distrito industrial

Cuiá

Fonte: Autor 2023.

É importante destacar que as regiões de visitação se estenderam a todos os bairros da Zona Sul, mas que as delimitações demarcadas, se zoneava de acordo com a presença de estabelecimentos na área. Para facilitar a visualização dos locais, se elaborou um mapa com o auxílio do software QGIS para delimitar essas regiões (A, B, C) e localizar os estabelecimentos que seriam visitados dentro de suas respectivas áreas. A criação do mapa exigiu o uso de malhas, obtidas através do complemento *Quick Map Service* no próprio QGIS, e o georreferenciamento das coordenadas geográficas dos pontos (Figura 6).

Figura 6: Mapa de Localização das Regiões de Visitação A, B E C.



Fonte: Autor 2023.

4.3.3 Visitação aos Locais

A visitação enumerou, pontuou e obteve informações sobre a presença ou não de pontos de coletas nos estabelecimentos. Se ateve a PEVs cadastrados ou não cadastrados. Nesse processo houve uma pesquisa nas plataformas digitais das organizações responsáveis da gestão dos resíduos de pilhas, em busca dos PEVs cadastrados na Green Eletron e na ABREE (Associação Brasileira de Reciclagem de eletroeletrônicos e eletrodomésticos), com o intuito de se listar os pontos apontados na plataforma e conferir os dados em campos.

Os aspectos que foram levados em consideração na visitação foram:

- Procura de estabelecimentos com PEVs cadastrados;
- Procura por PEVs não cadastrados;
- Em locais que possuem PEVs: obter informações sobre coleta, frequência, quantidade de pilhas recolhidas, empresa responsável pelo ponto;
- Percepção da consciência ambiental da sociedade;
- Principais características dos estabelecimentos;
- Quantidades descartadas de pilhas em locais que possuem PEVs.

As visitações foram realizadas no período entre 31 de agosto e 02 de setembro de 2023, nos horários comerciais dos estabelecimentos, percorrendo uma margem de 25 km de distância e um tempo de 10 horas divididos entre os dias de visitação

Na visita, quando não se tinha a percepção imediata de PEVs no local, foi perguntado aos funcionários presentes nos estabelecimentos.

4.3.4 Estimativa de Geração de Pilhas Pós-Consumo

Inicialmente, para essa etapa foi necessário realizar a estimativa populacional dos bairros para se determinar uma população de alcance. 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.

$$População\ 2022 = (população\ 2010)x\ (1 + taxa\ de\ crescimento) \quad (1)$$

A partir da população estimada, se calculou a quantidade de pilhas pós-consumo por habitantes, adotando o valor médio anual de consumo de pilhas de seis unidades segundo (LINS, 2020).

Ao aplicar a multiplicação da população calculada na equação (1), para todos os bairros da zona sul, com a proporção do consumo anual de pilhas, alcançou-se a estimativa de pilhas pós-consumo anual da Zona Sul (Equação 2).

$$PILHAS\ consumidas : Pop\ x\ 6 \quad (2)$$

Para estimar a quantidade de massa (Equação 3), se atribui o peso médio de unidades de pilhas pós-consumo, no qual adotou os dados da caracterização de dois pontos de coletas instalados na UFPB.

$$Peso\ unitário\ médio = \frac{Pilhas\ coletadas(\ kg)}{Pilhas\ Recolhidas(Kg)} \quad (3)$$

Com o intuito de se obter a quantidade em unidades de massa da geração de resíduos de pilhas pós-consumo (Equação 4), considerou-se o peso unitário com a quantidade de pilhas pós-consumo calculada na equação (2).

$$Peso\ da\ pilhas\ (pós - consumo\ ): Pilhas\ consumidas\ x\ peso\ unitário \quad (4)$$

A caracterização e o quantitativo das pilhas foi obtida através dos PEVs instalados na UFPB, com a parceria do TREE –Tratamento de resíduos eletroeletrônicos, projeto de extensão da UFPB, FABLAB laboratório de Fabricação digital e a Eco's consultoria ambiental, no qual o modelo dos coletores utilizado pelos mesmo consta na Figura 7.

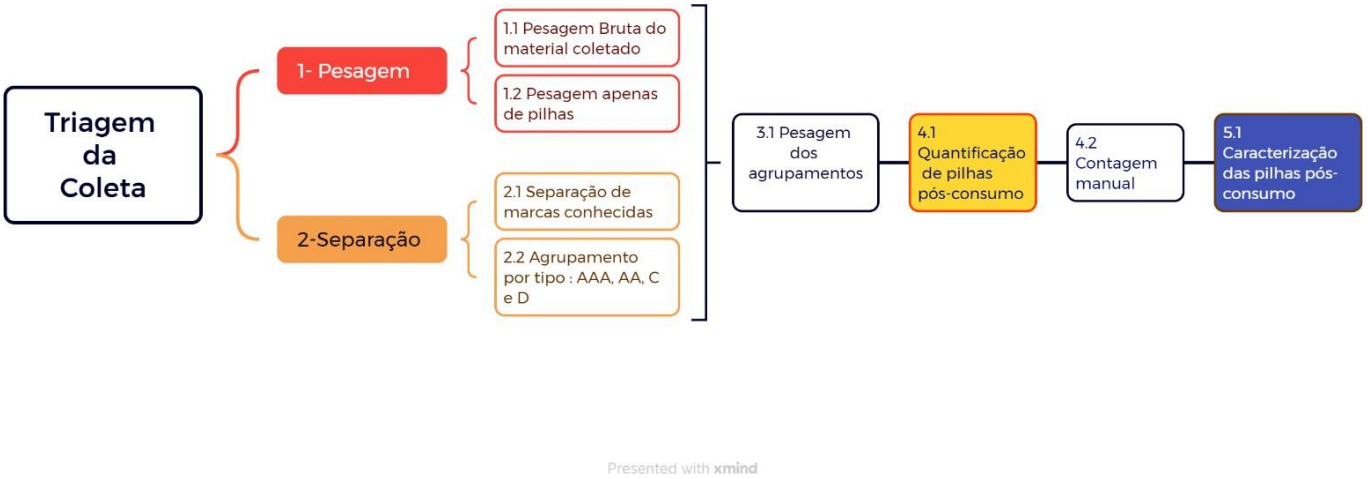
Figura 7– Coletor instalado no CCEN, para descarte de pilhas.

Fonte: TREE–Tratamento de resíduos eletroeletrônicos.

4.3.5 Separação, Triagem e Quantificação de Pilhas dos PEVs da UFPB

Após o recolhimento das pilhas coletadas nos dois PEVs da UFPB, ocorreu a triagem do material coletado, seguindo as etapas conforme Figura 8.

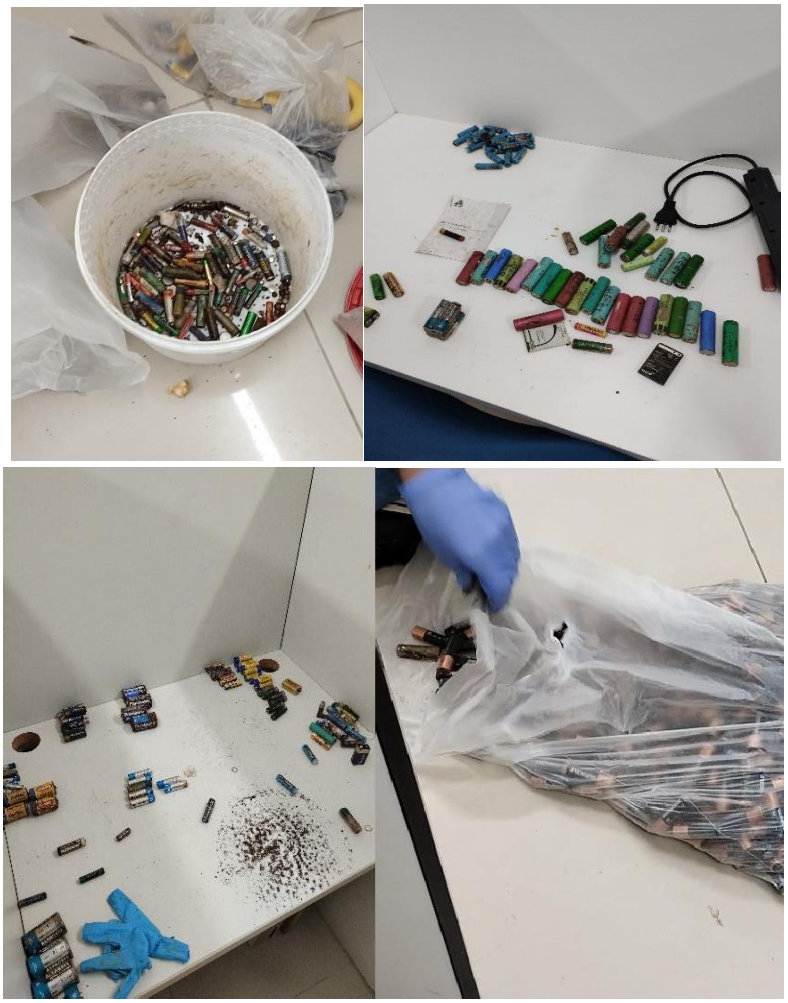
Figura 8: Fluxograma dos Processos de triagem utilizados.



Fonte: Autor 2023.

Durante o processo de triagem (Figura 9), também se executou a caracterização das pilhas obtidas, com informações relevantes para as análises dos resultados. Esse levantamento observou quais as principais marcas encontradas, o peso unitário de cada pilha e quais o tipo de pilhas mais utilizadas.

Figura 9: Pilhas acondionadas, separadas e o processo de quantificação.



Fonte: Autor 2023.

Após todo o processo de triagem, os dados obtidos foram adicionados e analisados usando planilhas no software Excel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUANTITATIVO DE ESTABELECIMENTOS ENCONTRADOS

Inicialmente, identificou-se uma quantidade de 47 estabelecimentos na região da zona sul. Os estabelecimentos estão distribuídos em 3 categorias: Hipermercados, supermercados e atacadista, no que resulta em 39 supermercados, 2 hipermercados e 6 atacadistas. O quantitativo de comércios foram separados por bairros, para comparação da quantidade de estabelecimentos por regiões (Tabela 3).

Tabela 3- Quantidade de estabelecimentos por regiões e bairros.

Divisões de bairros por regiões e quantidade de estabelecimentos					
REGIÃO A	Quant. de estabelecimentos	REGIÃO B	Quantidade de estabelecimento	REGIÃO C	Quantidade de estabelecimento
Castelo Branco	0	Planalto da Boa esperança	2	Bairro das indústrias	1
Bancários	1	Paratibe	5	Grotão	1
Portal do Sol	2	Muçumagro	0	João Paulo II	1
Água Fria	2	Gramame	7	Funcionários	0
Costa do Sol	1	Barra de gramame	0	Mussuré	0
Jardim Cid Universitária	5	Valentina	2	Mumbaba	0
Cidade dos colibris	1	Mangabeira	3	José Américo	1
Anatólia	1			Costa e Silva	0
Mangabeira	4			Ernesto Geisel	4
Jardim São Paulo	1			Ernani Sátiro	1
				Distrito industrial	1
				Cuiá	0

Fonte: Autor 2023.

Bairros como Mangabeira, Gramame, Paratibe, Jardim cidade universitária e Geisel, se

destacam com a maior quantidade de estabelecimentos. O bairro de Mangabeira pela sua grande extensão e divisões próprias aparece em duas regiões divididas. As regiões são distintas em relação ao quantitativo de estabelecimentos visitados: região A tem 18 estabelecimentos visitados, região B possui 19 estabelecimentos visitados e região C com 10 supermercados visitados.

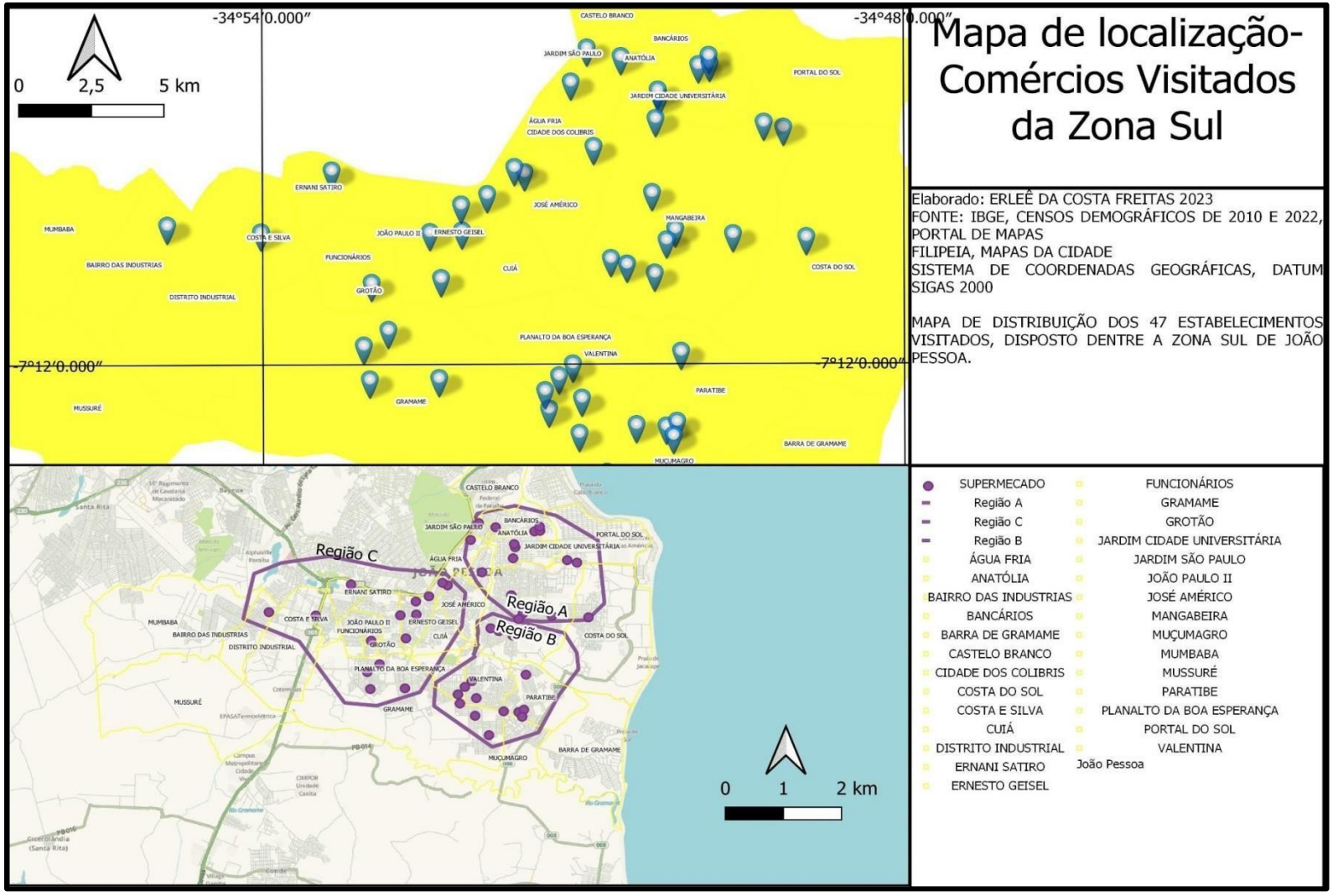
Segundo Furtado (2009), a progressão de um local está intrinsecamente ligada a sua capacidade de criar e vender produtos, garantindo um fluxo econômico. No qual é atendido pela população da zona sul retratado na quantidade de comércios encontrados.

Constatou-se que os bairros com maiores populações, também têm maior número de supermercados, sendo um grande potencial de vendas de pilhas. Em adição, algumas zonas estão sem grande número de habitação, compreendidas pelos Bairros de Mussuré, Mumbaba, Costal do Sol, Barra de Gramame e Muçumagro.

Percebe-se também que muitos bairros, mesmo com populações desenvolvidas, não possuem grandes redes de estabelecimentos, como no caso do Castelo Branco. Além disso, alguns bairros têm extensões menores e estão próximos a bairros mais influentes, como Grotão, João Paulo II e Funcionários, gerando o deslocamento para outros bairros.

Em adição, a região sul também abrange bairros próximos a setores industriais, são eles o Bairros das indústrias, Distrito industrial, Costa e Silva e Ernani Sátiro. As definições acima estão expressas através do mapa de localização com os atributos de bairros em que estão inseridos os 47 estabelecimentos que foram visitados, apresentados na Figura 10.

Figura 10: Mapa de Localização de Comércios da Zona Sul e os estabelecimentos visitados nas 3 regiões da zona Sul (A, B, C) .



Fonte: Autor 2023.

5.2 LEVANTAMENTO DOS PEVs NOS ESTABELECIMENTOS

Após visitação se constatou, a existência de 4 Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), dentre os 47 estabelecimentos visitados. Além disso, na listagem de PEVs cadastrados na Green Eletron e ABREE, apenas 3 PEVs estão dispostos para o descarte. Um ressalvo importante é que o PEV encontrado não cadastrado, está instalado em um atacadista recém inaugurado, o que justifica a sua ausência na plataforma da Green Eletron, mas é gerido também pela responsável.

Registrou-se que a quantidade disponível de PEVs encontrados é de apenas 9% de todos os estabelecimentos visitados. Os PEVs não possuem distribuição 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, atendendo apenas 11% da Zona Sul. Atentou-se também que esses pontos de coleta estão nas bordas da região sul, margeados por grandes vias de acesso. Os bairros que se destacam são os bairros Ernesto Geisel, Água Fria e Jardim São Paulo.

Dentre as regiões divididas para este trabalho destaca-se a região C, com a instalação de 3 PEVs que estão instalados em comércios atacadistas, e 1 PEV na região A, em um hipermercado. Na região B não foi registrado nenhum PEV. Os PEVs estão identificados através de suas siglas, bairro, regiões, localização geográfica e tipo de empreendimento (Tabela 4) e no mapa da Figura 11.

Tabela 4 – 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

Fonte: Autor 2023.

Em informações verbais obtidas sobre a coleta, foi relatado por funcionários que essa é

realizada entre dez e quinze dias, dependendo da quantidade de volume descartado, o recolhimento é realizado através de empresas responsáveis pelo transporte e destinação final.

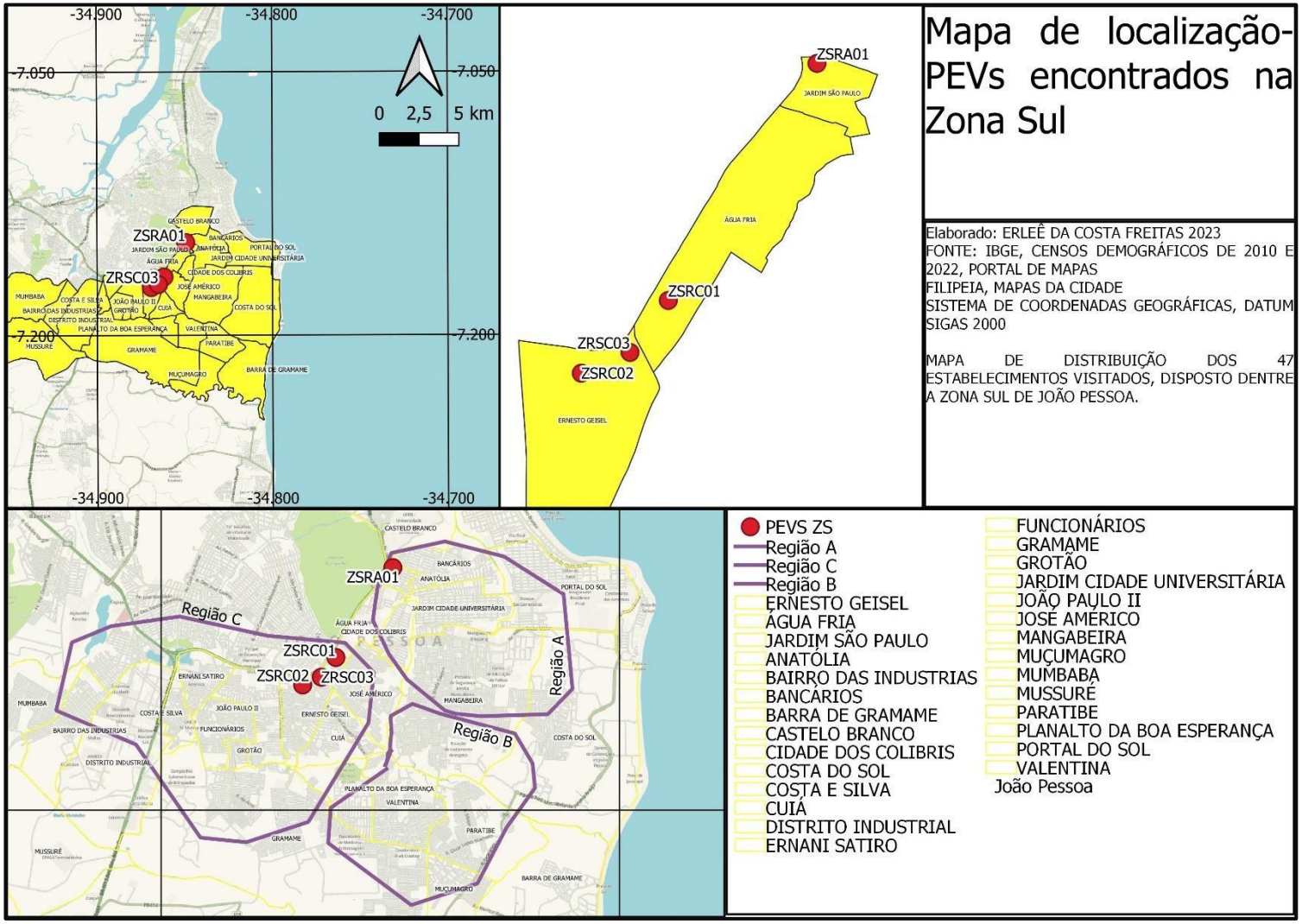
Percebeu-se que os PEVs oferecidos para utilização da população, são de redes de atacadistas e hipermercados de maiores impactos para comercialização de produtos, maior fluxo de consumidores, maior visibilidade, estrutura física e com grande alcance de propaganda e marketing. Os pontos de coleta existentes estão expostos em comércios de grande impacto, estruturação física, divulgação de propaganda e influência na Zona sul, a maioria dos coletores recolhem não apenas pilhas, mas outros resíduos eletroeletrônicos, entre eles lâmpadas fluorescentes e baterias. De modo geral, os coletores estão expostos na entrada dos estabelecimentos e no estacionamento.

Os pontos de entrega voluntária segundo Conceição (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.

A importância dos PEVs em supermercados e hipermercados está ligada ao incentivo e facilidade de participação de consumidores no processo de reciclagem. Segundo Oliveira (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.

Nesse contexto, observa-se que os PEVs encontrados são distantes de grande parcela de bairros correspondente da Zona sul, dificultando o descarte e a promoção da educação ambiental, e a quantidade encontrada está distante da proposição de uma rede para que a coleta seja mais eficiente, expostos conforme a Figura 11.

FIGURA 11 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PEVS EM SUPERMERCADOS, HIPERMERCADOS E ATACADISTAS DA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA



5.3 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE PILHA DA POPULAÇÃO DA ZONA SUL

A diferença entre a população de 2010 e 2022 da região Sul, é aproximadamente de 55.215 habitantes, no qual se explica o alto-fluxo de pessoas na região. A partir da população estimada para 2022, calculou-se a estimativa de quantidade de pilhas consumidas pela população da Zona Sul (Tabela 5).

Tabela 5– 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
Costal 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
Mussuré	64	384	Mumbaba	10.145	60.870
População estimada: 385.630 habitantes			Pilha pós-consumo 2022: 2.313.780 unidades		

Fonte: Autor 2023.

A totalização do consumo de pilhas alcançou o valor estimado de 2.313.780 unidades, cerca de 41.879 toneladas. Como as variáveis população e consumo são diretamente proporcionais, pressupõe-se que os bairros com maiores populações possuem os maiores consumos. Ao analisar os valores se constatou que 12 bairros superam o quantitativo de 50.000 unidades de pilhas e apenas 3 bairros apresentam números abaixo de 10.000 unidades.

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. O bairro de Mussuré com menos números de consumo, possui a

geração de 384 unidades.

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 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.

Desse modo, observou-se que 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 à 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. O quantitavo serve de alerta da possível quantidade de pilhas em posse dos seus consumidores, que podem chegar em destinos inadequados, caso não se tenha uma boa gestão.

Antunes (2018) considera que os PEVs são um ponto de sensibilização da sociedade e reflexão de como descartar materiais tóxicos no meio ambiente, eles conectam os consumidores na cadeia reversa, servindo de pontos de coleta seletiva, e garantindo que será realizado corretamente o processo de tratamento. Logo, são de fundamental importância. Conforme Callefi (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 (2019), pontuou que o sucesso e eficácia da implementação de PEVs dependem da distância da instalação e uma maior participação da sociedade no processo de descarte.

5.4 COLETA E QUANTIFICAÇÃO DAS PILHAS DOS PEVS DA UFPB

A coleta realizada nos dois PEVs obteve resultados bastante significativos e com direcionamento dos padrões de consumo das pessoas que frequentam a UFPB. A identificação e quantificação das principais pilhas pós-consumo descartadas podem ser observadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Coleta, identificação e quantificação das pilhas pós-consumo nos PEVs do CT e CCEN da UFPB no período de entre maio de 2023 e julho de 2023.

Coleta 01										
	Peso total bruto(kg)	Total de Pilhas	Peso das Pilhas(kg)	Marcas conhecidas	Marcas desconhecidas	Alcalinas Desconhecidas	AAA	AA	C	D
CCEN	38,4	1862	34,65	1.472	298	92	1315	508	30	9
Coleta 02										
	Peso Total Bruto(kg)	Total de Pilhas	Apenas Pilhas(kg)	Marcas conhecidas	Marcas desconhecidas	Alcalinas Desconhecidas	AAA	AA	C	D
CT	32,1	1622	28,60	1.172	367	83	845	715	12	50

Fonte: Autor 2023.

Através da triagem se percebeu que não apenas pilhas foram descartadas, também foram registrados a presença de moedas, baterias de celulares, baterias com várias pilhas integradas em séries e entre outros materiais. Os materiais descartados incorretamente apontaramem média 3,6 kg.

Os dois coletores somados atingiram a marca de 3.484 pilhas, para uma população de 4.833. A maior quantidade coletada foi no CCEN, no qual pode ser explicado por sua maior população, de 3.806 pessoas.

Considerando a pesagem total apenas de pilhas e a quantidade descartada, foi obtido o peso médio considerando todos os tipos de pilhas, que resultaram em 18 g.

Analisando a população obtida do CCEN e a quantidade levantada de pilhas, se verificou que a média de descarte é de 2 pilhas per capita em dois meses de coleta. Já no descarte do ponto de coleta do CT se obteve uma média de 1,57 pilhas per capita.

A separação por tipo AAA, AA, C e D, classificou quais as pilhas são mais descartadas e nos dois pontos de coleta, o material mais coletado foi do tipo AAA, com mais de 60%, provavelmente por ser mais utilizado nos equipamentos móveis.

O tipo AAA é utilizado em aparelhos de menor porte, sua utilização frequente, acontece através da compactação dos aparelhos, geralmente são utilizadas em calculadoras, lanternas, brinquedos, aparelhos auditivos e câmeras portáteis (SILVA, 2011).

O tipo AA também tem valores significativos, com 34% do material recolhido. Esse tipo é bem difuso na utilização das atividades humanas.

As pilhas do tipo AA, em especial as variantes zinco-carbono, se apresentam como fonte de suprimento de energia mais difusa pela sua popularidade e predominância no mercado. Um aspecto que explica o maior uso desse material é a utilização de aparelhos de baixo consumo de energia, como controles remotos, relógios, calculadoras e brinquedos, que quandos associados ao uso prolongado desse tipo de pilha. Outro fator importante para o maior número de descartes do tipo AA, é o preço empregado a esses materias, quando comparados a pilhas recarregáveis, ressaltando a confiança dos consumidores (SILVA, 2009; CARVALHO 2011; VANDERLINDE, 2021; BOECK, 2022).

No âmbito do ponto de coleta do CT, a proporção de pilhas importadas tem 27%, com destaque para pilhas AA. No CCEN, a porcentagem correspondente é de 20% de marcas do tipo AA. As pilhas importadas possuem grande proporções de pilhas alcalinas.

A entrada de pilhas alcalinas desconhecidas, acarreta preocupações através dos riscos potenciais desse material, no qual não atendem as recomendações da legislação vigente. Os fabricantes incluem quantidades mínimas de sais de mercúrio solúveis, agentes tensoativos, quelantes, cromatos e dicromatos para melhorar o desempenho e reduzir vazamentos (TONEGAWA, 2020).

As pilhas alcalinas desconhecidas possuem números expressivos, pois produzem maior densidade de energia, sendo um atrativo quando se é adquirida, resultante de importação tanto direta das pilhas, quanto através de aparelhos eletrônicos.

6. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados neste trabalho alcançaram os objetivos propostos, sendo observado que os PEVs encontrados nos estabelecimentos vistados da Zona Sul apresentavam boa manutenção, e possibilidade para atender descartes pontuais dos consumidores, porém não suportariam descartes em grandes escalas e com uma maior frequência. Em vista da grande quantidade de estabelecimentos e extensão significativa da Zona sul, é evidente que a quantidade de PEVs disponíveis desses comércios são insuficiente para atender a demanda da referida região.

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. Se estimou que a zona sul de João Pessoa, gera 41.879 toneladas anuais de resíduos de pilhas.

Os pontos de coleta na UFPB geraram comentários positivos e bons números de pilhas pós- consumo coletadas, o que induziu uma maior participação das pessoas, corroborando para uma coleta eficiente. Esse engajamento favorece a difusão de hábitos sustentáveis para além da universidade.

É necessário uma participação maior e engajamento nos descartes de pilhas. O maior número de descarte pode acarretar em melhorias 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.

Espera-se que este estudo contribua para a conscientização da população, o engajamento dos setores público e privado e a adoção de medidas efetivas para a logística reversa de pilhas pós- consumo na zona sul de João Pessoa.

A implementação desse sistema não apenas contribuirá para a preservação do meio ambiente, mas também promoverá a sustentabilidade, proteção da saúde pública e o desenvolvimento socioeconômico da região, como Mahatma Gandhi afirmou: “a Terra fornece o suficiente para satisfazer as necessidades de cada homem, mas não a ganância de cada homem” (GOODREADS, 2023).

REFERÊNCIAS

ABINEE. **Programa Abinee Recebe Pilhas - PARP**. Disponível em: http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon8.htm. Acesso em: 10 out. 2023.

ANTUNES, M. C. **Cadeia Reversa do Óleo de Cozinha Residual: O papel do Ponto de Entrega Voluntária (PEV).** Dignidade Revista, v.3, n.5, 2018.

ATLAS FILIPEIA. **Atlas Filipéia: João Pessoa em Mapas e Gráficos.** Disponível em: http://www.atlasfilipeia.com.br/. Acesso em: 10 out. 2023

BALDÉ C. P. WANG, F., KUEHR, R. HUISMAN, J. **The global e-waste monitor 2014.** United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany. 2015.

BATISTA, ANALICE SANT ANNA DE SOUZA**.** Gerenciamento de resíduos sólidos**: as implicações da logística reversa à luz da lei n. 12.305/2010 na empresa via limpa**. 2017. 73 p. Trabalho de conclusão de curso — Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia, JOÃO PESSOA, 2017.

BIOENERGY CONSULT. 50 **Inspirational Quotes on Environment and Sustainability**. Disponível em: http://www.bioenergyconsult.com/inspirational-quotes-environment/. Acesso em: 10 out. 2023.

BOECK, Amanda Caroline **Estudo do potencial do tratamento de corantes têxteis por catálise heterogênea utilizando catalisador znmn2o4 sintetizado de pilhas exauridas**. 2022. Trabalho de conclusão de curso — universidade tecnológica federal do paraná, [*s. l.*], 2022.

BOSQUESI, M. R; FERREIRA R. L. **Lixo eletrônico e seus impactos aos recursos hídricos.** Uninter. 2017.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008.** Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.

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.
BRASIL**. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos.

BRILHANTE, ANNA KRYSLENE VIANA CHIANCA**.** Logística reversa de notebooks e periféricos**: caracterização do fluxo domiciliar de geração e destinação na cidade de João Pessoa/pb** – BRASIL. 2023. 105 p. Mestrado — Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia, JOÃO PESSOA, 2023.

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 Vol.: 06, | Nº.: 17, 2020.

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.

COOPERATIVA DE RECICLAGEM DE JOÃO PESSOA. Disponível em: http://www.cooperativareciclagemjp.com.br/. Acesso em: 10 out. 2023.

COSTA, YAN VIEIRA DE JESUS. **A logística reversa de eletroeletrônicos com baterias no brasil**: um levantamento com consumidores brasileiros. 2023. Monografia — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

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.

DIAS, Marcelo Vizeu. Avaliação da gestão de resíduos eletroeletrônicos. 189 f. Tese (Doutorado em Gestão Ambiental) – Universidade Positivo, Curitiba, 2017.

ECOASSIST. Os impactos ambientais causados pelo descarte de pilhas e baterias. Disponível em: https://ecoassist.com.br/descarte-pilhas-baterias-2/. Acesso em: 10 out. 2023.

EDITORA UFPB **Ufpb Em Números**, 2019.

ELGIN. **Qual o impacto das pilhas e baterias no meio ambiente?** Disponível em: https://blog.elgin.com.br/informatica/impacto-das-pilhas-e-baterias-no-meio-ambiente/. Acesso em: 10 out. 2023.

FURTADO**, C. Desenvolvimento e subdesenvolvimento. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.**

GOODREADS. Citação Mahatma Gandhi. Disponível em: https://www.goodreads.com. Acesso em: 10 out. 2023.

GOODREADS. Mahatma Gandhi > Quotes > Quotable Quote. Disponível em: https://www.goodreads.com/quotes/6949-earth-provides-enough-to-satisfy-every-man-s-needs-but-not. Acesso em: 10 out. 2023.

ISLAM, MD TASBIRUL; HUDA, NAZMUL**. Assessing the recycling potential of "unregulated" e-waste in Australia. Resources, Conservation and Recycling**, v. 152, 2020.

IWASAKA, Fernanda Yumi. **Políticas públicas e economia circular: levantamento internacional e avaliação da Política Nacional de Resíduos.** Orientador: Aldo Roberto Ometto. 2018. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

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.

KEMERICH, Pedro, Altmeyer Mendes, Sabrina & Vorpagel, T.H. & Piovesan, Mauricio. (2013**). Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo**. Engenharia Ambiental. 10. 208-219.

LEFF, Enrique **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LEOPOLDINO, Carolina Calazans Lopes; BARBOSA, Djanine Carolina; MENDONÇA, Fabrício Molica de; et al. **Impactos ambientais e financeiros da implantação do gerenciamento de resíduos sólidos em um complexo siderúrgico: um estudo de caso.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 6, p. 1239–1250, 2019. Disponível em: . Acesso em: 13 de mar 2020.

LINS, Eduardo Maia, **Diagnóstico da destinação de pilhas e baterias recarregáveis** – ESTUDO DE CASO. XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, p. 4, 2020.

MARIA, Diogo Fernando. **Percepção dos Benefícios da Logística Reversa e Logística Verde nas Organizações.** Journal of Technology & Information, v. 2, n. 3. 2021.

MARTINS, Mateus José Cezar. **Gerenciamento de resíduos Eletroeletrônicos no centro de tecnologia, campus I, da UFPB: Estudo de Caso das impressoras.** Trabalho de conclusão de curso. João Pessoa 2019.

MEDEIROS, Rafaella de Moura. Pós-Graduanda em Saúde Ambiental e Saneamento para Comunidades Rurais (UNIVASF)/Mestra em Engenharia Civil (UFPE)/Graduada em Engenharia Civil (UFPE).

MELLO, L. C. R. D. E.; SILVA, E. R. S.; PEREIRA, LUCIANA ESCALANTE; 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 SulAmericano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2019, Foz do Iguaçu. Anais - Congresso Sul-Americano De Resíduos Sólidos E Sustentabilidade, 2019. V. 2.

MENDES, Henrique Manoel Riani; RUIZ, Mauro Silva; DE FARIA, Ana Cristina**. Logística Reversa de Pilhas e Baterias: Revisão e Análise de um Sistema Implementado no Brasil.** Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade, n. 2, 30 jun. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.18472/regis.v2n1.2016.18423. Acesso em: 17 out. 2023.

MOLINA, MARCIA CRISTINA GOMES. **Desenvolvimento sustentável: do conceito de desenvolvimento ao de sustentabilidade.** Revista metropolitana governança corporativa, v. 4, 2019.

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 10.004:2004, Resíduos sólidos – Classificação, segunda edição 31.05.2004. Válida a partir de 30.11.2004 Rio de Janeiro, 2004.

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.

OLIVEIRA, Nathália Vitória Alves de Oliveira**. Separação dos constituintes das pilhas pós-consumo (PPC) e preparação dos fotocatalisadores**. 2023. Artigo — Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia, JOÃO PESSOA, 2023.

PILHAS **- Manual da Química)** Disponível em : https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/pilhas.htm, Acesso em: 21 de out. 2023

QUEIROZ, F.V.A. **Aplicação de fotocatalisador a base de pilha alcalina pós-consumo na degradação de corante têxtil em fotorreator híbrido (solar/uvc)**.2022

RAFAEL, Renata de Araújo. **Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/ PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução**. 2006. [*S. n.*, *s. l.*], 2006.

SAMSUNG BRASIL. Samsung Recicla. Disponível em: https://www.samsung.com/br/support/samsung-recicla/. Acesso em: 10 out. 2023.

SILVA, Bruno Oliveira da. **Série Histórica Da Composição Química De Pilhas Alcalinas E Zinco-Carbono Fabricadas Entre 1991 E 2009**. Química. Nova**,** v. 34, 2011.

SILVA, Edson & Rodríguez, José.**Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: problemática, tendências e desafios.** . (2016).

SILVA, Michael Lopes Da. **A Evolução do aumento do tráfego de veículos na zona sul de João Pessoa - caso do bairro bancários**. 2011. trabalho de conclusão de curso — universidade federal da paraíba centro de tecnologia, joão pessoa, 2011.

SILVA, Natielle Ribeiro**.** LOGÍSTICA REVERSA**: Uma abordagem acerca das vantagens e desvantagens de sua implantação e utilização como diferencial competitivo no mercado.** 2013. Trablaho de conclusão de curso — Universidade de Rio Verde, [*s. l.*], 2013.

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.

SILVA, Rayanne Maria Silva. **Proposição de indicadores de sustentabilidade para análise do gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (reee**) 2021. 149 p. Mestrado — Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia, JOÃO PESSOA, 2021.

SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da. **Percursos e processos da evolução urbana**: o caso da Avenida Epitácio Pessoa na cidade de João Pessoa. 2004. Universidade Federal de Pernambuco, [*s. l.*], 2004. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3135. Acesso em: 22 out. 2023.

SINIR (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS). **Logística Reversa**. 2023. Disponível em: https://sinir.gov.br/logistica-reversa. Acesso em: 17 out. 2023.

SOUZA, Marco Aurélio Pessoa-de**. Destinação Final De Resíduos De Equipamentos Eletricos E Eletrônicos E Uso Da Análise Swot Na Logística Reversa –** Um estudo Teórico**.** REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO DA FACULDADE ARAGUAIA**,**, v. 5, 3 out. 2014.

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.

TONEGAWA, T. **Eletrodeposição de ligas Zn–Mn a partir de materiais eletrolíticos recuperados de pilhas alcalinas para proteção a corrosão**. Dissertação. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2020.

TRIGUEIRO, WENDELL ARAÚJO NÓBREGA. **AS TRANSFORMAÇÕES DA PAISAGEM NA AVENIDA HILTON SOUTO MAIOR, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**. 2018. Trabalho de conclusão de curso — Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia, JOÃO PESSOA, 2018.

VANDERLINDE, Larissa Godinho. **Produção de catalisador a partir das pilhas zinco carbono exauridas e avaliação na degradação fotocatalítica do corante vermelho reativo 4b**. 2021. trabalho de conclusão de curso — universidade tecnológica federal do paraná, francisco beltrão, 2021.

ZHAO, Z. et al. **Simultaneous Reduction of Vanadium (V) and Chromium (VI) in Wastewater by Nanosized ZnWO4 Photocatalysis.** Journal of Nanoscience and Nanotechnology, v. 16, n. 3, p. 2847-2852, 2016.