

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A.C. SIMÕES
CENTRO DE TECNOLOGIA

GERALDO ARTHUR TEODOZIO BOIA

**QUALIDADE DO DESCARTE DE RESÍDUO ELETROELETRÔNICO: UMA
ANÁLISE E PERSPECTIVAS PARA A CIDADE DE MACEIÓ-AL**

Maceió/AL
Dezembro de 2022

GERALDO ARTHUR TEODOZIO BOIA

**QUALIDADE DO DESCARTE DE RESÍDUO ELETROELETRÔNICO: UMA
ANÁLISE E PERSPECTIVAS PARA A CIDADE DE MACEIÓ-AL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Me. Jobson de Araújo Nascimento

Maceió/AL

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

B678q Boia, Geraldo Arthur Teodozio.
Qualidade do descarte de resíduo eletrônico : uma análise e perspectivas para a cidade de Maceió-AL / Geraldo Arthur Teodozio Boia. – Maceió, 2022.
48 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientador: Jobson de Araújo Nascimento .
Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 44-45.
Apêndices: f. 46-48.

1. Aparelhos eletroeletrônicos - Resíduos sólidos - Maceió (AL). 2. Resíduos sólidos - Descarte. 3. Pontos de Entrega Voluntária. 4. Águas subterrâneas - Poluição. I. Título.

CDU: 628.4(813.5)

A quem interessar.

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais, Gilmar e Carolina, por toda dedicação e ensinamentos em minha criação. Reconheço e agradeço o privilégio de ter crescido em um lar tão amoroso e parcimonioso, que tanto me influenciou na minha conduta e em meu caráter. À minha avó Salete por todo amor e carinho.

Ao meu orientador, Jobson Nascimento, pelo comprometimento e parceria nessa árdua jornada, um exemplo de conduta profissional e pessoal.

Aos meus queridos amigos do BBFest (Bebo-Bosta Fest), agradeço-os pelo companheirismo, pelas boas gargalhadas que tornaram essa longínqua trajetória mais suportável.

Aos meus bons professores, cujos ensinamentos e experiências levarei para a vida, agradeço-os, estes serão sempre os agentes de transformação de uma nação.

Aos meus bons professores, cujos ensinamentos e experiências levarei para a vida, agradeço-os, no intuito de encorajá-los em sua jornada como agentes de transformação e de engrandecimento.

Aos meus não tão bons professores, por minhas primeiras crises de ansiedade, agradeço-os, no intuito de entender um pouco das agruras em ser um profissional de educação nesse país, que parece não ter vocação para enfrentar e realizar as mudanças em seus métodos e revisão de abordagem didática.

*O que sobra é a obra.
O resto soçobra.*

Lêdo Ivo

RESUMO

O uso da tecnologia, com a inserção da automação de processos implica no aumento do uso de dispositivos eletrônicos, tendo por objeto resultante o descarte – Resíduo Eletroeletrônico (REEE). Esse trabalho visa propor uma análise do panorama da coleta de resíduo eletrônico em Maceió e seus desafios, a partir de parâmetros do descarte e perspectivas de melhorias. Logo o estudo de alternativas sustentáveis é de fundamental importância na sociedade atual, na conjuntura do aumento excessivo de danos à saúde advindos de materiais contaminantes descartados em locais indevidos. Estudo elaborado por Green Eletron (2021) demonstra que há uma dificuldade da população em se informar sobre o lixo eletroeletrônico e uma resistência em realizar o descarte, conforme a distância ao Ponto de Entrega Voluntária (PEV) aumenta. Foram estimados os valores de REEE gerados a partir de *smartphones*, *tablets*, computadores e televisores por habitante em cada bairro da cidade de Maceió a partir do método proposto por Araújo (2012) do quantitativo de vendas e de aparelhos utilizados por habitante. Ademais, os resultados foram dispostos em mapas de distribuição por tipo de equipamento. As respostas obtidas para a cidade de Maceió são relativamente significativas por considerarem os dados do contingente populacional e da distribuição desse sobre o território urbano da cidade. Contudo, visando uma maior eficiência em novas metodologias devem ser incorporados dados sociais e econômicos e ainda mais específicos sobre as áreas de estudo como da produção e consumo dos equipamentos por região.

Palavras-chave: Resíduo eletroeletrônico. Maceió. Descarte. Ponto de Entrega Voluntária. Poluição eletrônica.

ABSTRACT

The use of technology used in process automation implies an increase in the use of electronic devices, with the object resulting from disposal – Electronic Waste (WEEE). This work aims to propose an analysis of the panorama of electronic waste collection in Maceió and its challenges, based on disposal parameters and perspectives for improvements. Therefore, the study of sustainable alternatives is of fundamental importance in today's society, in the context of the excessive increase in damage to health arising from contaminating materials discarded in inappropriate places. A study prepared by Green Eletron (2021) shows that there is a difficulty for the population to find out about electronic waste and resistance to disposing of it, as the distance to the Voluntary Delivery Point (VDP) increases. The values of WEEE generated from smartphones and computers per inhabitant in each neighborhood of the city of Maceió will be estimated from the method proposed by Araújo et al. (2012). In addition, the results were arranged in distribution maps by type of equipment. The answers obtained for the city of Maceió are relatively significant as they consider data on the population and its distribution over the city's urban territory. However, aiming at greater efficiency and verisimilitude, new methodologies should incorporate social and economic data and even more specific data on the areas of study such as the production and consumption of equipment by region.

Keywords: Electronic waste. Maceió. Discard. Voluntary Delivery Point. Electronic pollution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Maiores produtores de REEE no mundo (kg per capita)	16
Figura 2 – Maiores produtores de REE no mundo em termos absolutos (kton) ...	17
Figura 3 – Smartphones em Uso no Brasil (milhões de unidades x ano)	18
Figura 4 – Total de Computadores – Desktops, Notebooks e Tablets - em Uso no Brasil (milhões de unidades)	18
Figura 5 – Computadores em Uso no Brasil por Tipo (Milhões de unidades).....	19
Figura 6 – Comparativo do quantitativo de Dispositivos: Computadores, TVs e Telefones - % por habitante no Brasil, EUA e Mundo (per capita) em junho de 2022.....	19
Figura 7 – Mapa de Localização de Maceió	21
Figura 8 – Respostas dos Entrevistados ao conceito de Lixo Eletrônico.....	28
Figura 9 – Razões pelas quais nunca levou o REE ao ponto de coleta	29
Figura 10 – Frequência de Descarte em PEVs e Distância Percorrida até o PEV mais próximo (em minutos)	29
Figura 11 – Tempo de Retidão do Equipamento Eletrônico Obsoleto	30
Figura 12 – Ponto de Coleta de Pilhas e Baterias na Biblioteca Central da UFAL ..	36
Figura 13 – Mapeamento dos PEVs de Maceió por bairros	36
Figura 14 – Fluxo aos PEVs por bairro	37
Figura 15 – Estimativa de REEE gerado em Maceió em 2021 por bairro	38
Figura 16 – Estimativa de REEE gerado por <i>smartphones</i> descartados em 2021 por bairro	39
Figura 17 – Estimativa de REEE gerado por <i>tablets</i> descartados em 2021 por bairro	39
Figura 18 – Estimativa de REEE gerado por <i>computadores</i> descartados em 2021 por bairro	40
Figura 19 – Estimativa de REEE gerado por <i>televisores</i> descartados em 2021 por bairro	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diretrizes e Ações de coleta de resíduos em Maceió.....	22
Tabela 2 – Substâncias químicas nocivas encontradas em equipamentos eletrônicos	24
Tabela 3 – Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem	25
Tabela 4 – Metais Componentes dos computadores e % reciclável	26
Tabela 5 – Preços dos Componentes de um computador (R\$).....	26
Tabela 6 – Distribuição dos PEVs de baterias de celular e eletroeletrônicos em Maceió e suas localizações	35
Tabela 7 – Bairros com maior distância média percorrida ao PEV mais próximo ...	36
Tabela 9 – Análise Quantitativa Smartphones	49
Tabela 10 –Análise Quantitativa Tablets	52
Tabela 11 –Análise Quantitativa Computadores.....	55
Tabela 12 –Análise Quantitativa Televisores	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

REEE	Resíduo de equipamento eletroeletrônico
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
FGV	Fundação Getúlio Vargas
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
GPS	<i>Global Position System</i>
UE	União Europeia
LCD	<i>Liquid Cristal Display</i>
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
CRT	<i>Cathodic Ray Tube</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
UNEP	<i>UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME</i>
IMA	Instituto de Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	14
1.4	Estrutura do Trabalho	14
2	PANORAMA DO REEE NO BRASIL E NO MUNDO	16
2.1	Quantitativo dos REEE no mundo.....	16
2.2	Quantitativo dos REEE no Brasil	17
2.3	Legislação Vigente no Brasil.....	20
2.4	Panorama em Maceió	20
2.4.1	Descrição do local de estudo	20
2.4.2	Legislação Vigente em Maceió	20
3	CLASSIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS, RISCOS E ALTERNATIVAS AO DESCARTE	23
3.1	Classificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos	23
3.2	Riscos à saúde causados pelos REEE	23
3.3	Valor Econômico dos REEE	25
3.4	Reciclagem	26
4	ESTUDO PRÁTICO: CENÁRIO NO BRASIL E PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO	28
5	METODOLOGIA	31
5.1	FASE I.....	31
5.1.1	Censo IBGE	31
5.1.2	PNAD Contínua	31
5.1.3	Relatório ABINEE	32
5.2	FASE II.....	32
5.2.1	Relatório Anual de Vendas do Setor Eletroeletrônico	33
5.2.2	Aplicação do Modelo	33
5.3	FASE III	33
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1	Levantamento dos PEVs.....	34
6.1.1	Levantamento das Distâncias aos PEVs mais próximos	35
6.2	Estimativa de REEE gerado por bairro em Maceió	37
7	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	42
	REFERÊNCIAS	44

APÊNDICE A –	
APÊNDICE B –	

46
49

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A sociedade moderna é marcada pela necessidade incessante nos indivíduos pelo consumo, atingindo incisivamente os padrões comportamentais. Esta relação consolidou a sociedade do consumo, na qual a necessidade de adquirir novos bens materiais - ainda que supérfluos – se torna responsável pelas sensações momentâneas de felicidade e satisfação, como um reflexo da liquidez que a caracteriza. Essa característica se replica na forma como o uso da tecnologia é aplicado no aperfeiçoamento e automação de processos, o que implica diretamente no aumento da procura e, por conseguinte, no uso de dispositivos eletrônicos (BAUMAN, 2008).

Ademais, os produtores destes equipamentos exercem a prática da obsolescência programada, que consiste na redução da vida útil dos produtos, acarretando consoantemente ao acentuado acúmulo na dificuldade em descartar este tipo específico de materiais (EFING; PAIVA, 2014).

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são todos os materiais, partes ou peças eletroeletrônicas que ao atingirem o fim da sua vida útil, têm o seu uso descontinuado. Isso inclui uma vasta gama de produtos com circuitos ou componentes elétricos e baterias. Quase todos os produtos de uso doméstico ou comercial como utensílios de cozinha, itens de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), geradores de energia, entre outros equipamentos.

Segundo Hossain, Al-Hamadani e Rahman (2015), o lixo eletrônico é considerado o tipo de resíduo que mais cresce no mundo atualmente, como consequência do avanço tecnológico e rápido desenvolvimento socioeconômico. Ainda decorre deste panorama que os componentes químicos perigosos liberados no lixo eletrônico têm alto potencial de causar impactos adversos nos ecossistemas e na saúde humana se não forem gerenciados adequadamente.

Apesar de alguns avanços incipientes apontados por pesquisas recentes, os desafios ainda são muitos na gestão de resíduos sólidos gerados por eletroeletrônicos, especialmente na área social e ambiental. Desta forma, a questão ganha um papel de grande importância na conscientização dos cidadãos e do poder público para a construção de uma política e prática sustentável acerca dos REEE (XAVIER; CARVALHO, 2014).

1.2 Justificativa

As motivações para este trabalho encontram-se no intuito de consolidar o conhecimento sobre o tema, tendo como bases as pesquisas realizadas sobre a percepção

da população e de suas práticas. conforme atestado por Xavier e Carvalho (2014), é necessário aprofundar as análises para as características do local de estudo - Maceió - e do Brasil, pela profundidade de seus instrumentos legais e do âmbito social com a inserção social de catadores de materiais recicláveis e cooperativas.

O estudo de alternativas sustentáveis é de fundamental importância na sociedade atual, na conjuntura do aumento excessivo de poluentes e de danos causados na saúde desencadeados por componentes, advindos de equipamentos eletrônicos, que geram materiais contaminantes descartados em locais indevidos.

Apesar de começarem a surgir, ainda são escassos e restritos os planos de coleta seletiva na cidade de Maceió, restritos a 16 mil residências. O que indica uma baixa adesão da população, devido a diversos motivos desde a baixa acessibilidade à falta de uma cultura estabelecida para tal ação (SANTOS, 2021).

Com isso, este trabalho busca contribuir para a visibilidade da correta destinação final do resíduo eletrônico, da ampliação do conhecimento acerca deste tema e suas derivações, bem como servir de direcionamento para os órgãos e agentes públicos para futuros planos e metas de gestão.

1.3 Objetivos

O presente trabalho objetiva:

- Fazer um levantamento dos pontos de coleta de REEE na cidade de Maceió e avaliar a distância percorrida a estes locais.
- Estimar a quantidade de REEE gerados em Maceió a partir do método de Araújo et al. (2012);
- Analisar os REEE gerados em Maceió por bairro.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido de modo a garantir que as definições e conceitos necessários ao entendimento do tema sejam apresentados e reforçados no decorrer dos capítulos.

O Capítulo 2 apresenta uma abordagem sucinta do panorama dos REEEs (quantitativos e legislações) no mundo, perpassando pelo Brasil e, por fim, na cidade de Maceió.

O Capítulo 3 traz a classificação dos REEE, os riscos à saúde e do valor econômico do REEE, de maneira simples e objetiva, a fim de justificar a relevância em se fazer uma análise mais profunda e específica para o local de estudo.

O Capítulo 4 traz uma revisão da literatura acerca de um estudo prático com a população e dificuldades em lidar com os REEE.

O Capítulo 5 apresenta a metodologia utilizada para as análises na cidade de Maceió.

O Capítulo 6 apresenta um levantamento de todos os Pontos de Entrega Voluntária (PEVS) presentes em Maceió, bem como uma análise da estimativa de REEE gerado por bairro no município através do modelo proposto por Araújo et al. (2012).

Por fim, no Capítulo 7, considerações referentes às análises realizadas são discutidas, resumindo os avanços obtidos e sugerindo trabalhos futuros relacionados ao tema.

2 PANORAMA DO REEE NO BRASIL E NO MUNDO

"A vida é como andar de bicicleta. Para manter o equilíbrio, é preciso se manter em movimento."

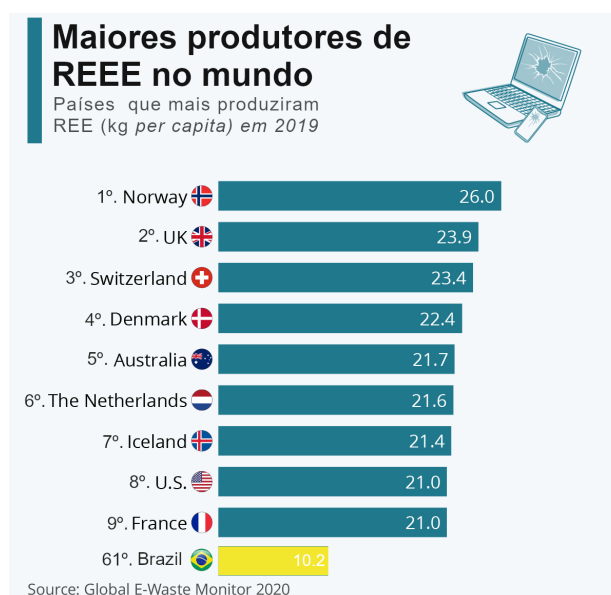
– Albert Einstein

2.1 Quantitativo dos REEE no mundo

De acordo com Forti et al. (2021), estima-se que em 2019 a quantidade de lixo eletrônico gerado no mundo foi de aproximadamente 53,6 milhões de toneladas, isto é, 7 quilogramas por pessoa. Desta forma, a taxa de aumento da quantidade de REEE no mundo é de quase dois milhões de toneladas ao ano. Apenas 17,4% desse total é coletado para a reciclagem, resultando em um total de 9,2 milhões de toneladas. Isso mostra que as atividades de reciclagem não estão acompanhando o crescimento global dos REEE.

A partir dos dados informados pelos países, foi possível elencar os países que mais produzem REEE *per capita* no mundo (Figura 1). Esses dados mostram que os países com maior renda familiar geram mais lixo eletrônico. Nestes critérios, o Brasil ocupa apenas a 61ª posição nesta classificação. A pesquisa ainda aponta que há uma lacuna na documentação desses fluxos, sobre como o REEE é coletado e reciclado, resultando em uma perda de materiais nesta contagem.

Figura 1 – Maiores produtores de REEE no mundo (kg per capita)



Fonte: Forti *et al.* (2021) adaptado.

No entanto, em termos absolutos o Brasil está entre os cinco maiores geradores

de REEE a nível mundial (Figura 2), o que pode ser justificado pela grande população que o país possui. China, Estados Unidos e Índia lideram o *ranking*, corroborando suas posições como grandes produtores de equipamentos eletroeletrônicos devido à sua robusta indústria no setor.

Figura 2 – Maiores produtores de REE no mundo em termos absolutos (kton)



Fonte: Forti *et al.* (2021) adaptado.

Os países da América do Sul possuem infraestrutura de gerenciamento de lixo eletrônico insuficiente. Um dos principais fatores que impulsionam o problema é a competição entre os setores formais e informais - muito presentes - de coleta de lixo eletrônico por componentes de grande valor econômico, como ouro (Au), platina (Pt) e prata (Ag). Isso é refletido também no controle dos movimentos transfronteiriços de lixo eletrônico dentro da região, expresso em parte pelas baixas taxas de notificação (BALDE *et al.*, 2022).

Estima-se que das mais de duas milhões de toneladas de REEE geradas no Brasil, apenas 3% desse montante é reciclado, valor ainda bastante inferior aos 42,5% obtido para os países de maior desenvolvimento econômico. Isso reforça a importância da adoção de medidas mais efetivas nas políticas de descarte do REEE e nos dados obtidos nas cidades brasileiras (FORTI *et al.*, 2021).

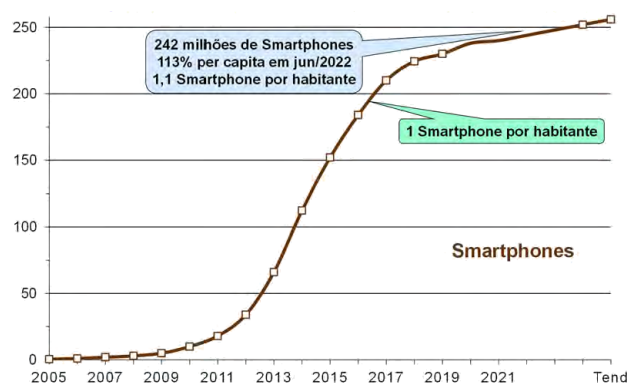
2.2 Quantitativo dos REEE no Brasil

Segundo levantamento realizado pelo Radicati *Group* (2021), em 2022 estima-se que a quantidade de dispositivos móveis no mundo seja da ordem de 15,961 bilhões, incluindo *smartphones* e *tablets*. A pesquisa baseou-se em informações de partici-

pação de mercado, receita, vendas e demanda do cliente derivadas de *briefings* de fornecedores.

No Brasil, baseando-se em dados da Fundação Getúlio Vargas – FGV - para junho (2022), a base ativa de *smartphones* é de 242 milhões e, 205 milhões de dispositivos portáteis (*Notebooks e tablets*). Desse modo, a densidade de *smartphones per capita* (Base Ativa / habitante) é de 113%, isto é, mais de 1 aparelho por habitante (Figura 3). Estes dados estão condizentes com o aumento do uso destes dispositivos nos vários serviços de caráter financeiro e em compras.

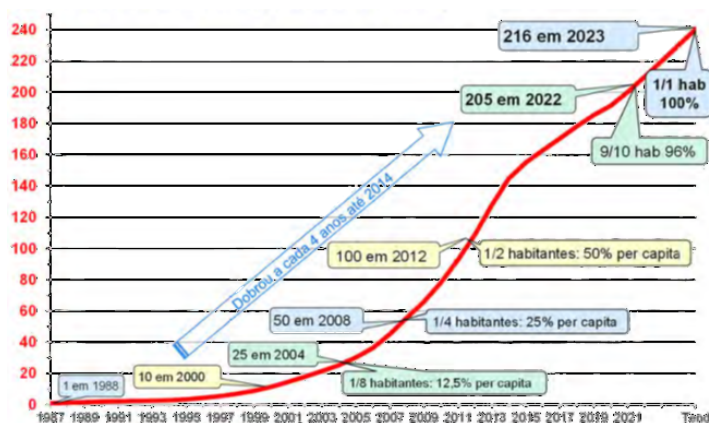
Figura 3 – Smartphones em Uso no Brasil (milhões de unidades x ano)



Fonte: FGV (2022).

Ainda, considerando-se o mesmo levantamento da FGV (2022), para os computadores, a curva de crescimento mostra como tendência uma curva ao longo do tempo (Figura 4), atingindo o índice de 1 computador por habitante por pessoa em 2023. Destaca-se também a quantidade de 34,85 milhões de tablets, representando 17% do total em uso no Brasil.

Figura 4 – Total de Computadores – Desktops, Notebooks e Tablets - em Uso no Brasil (milhões de unidades)

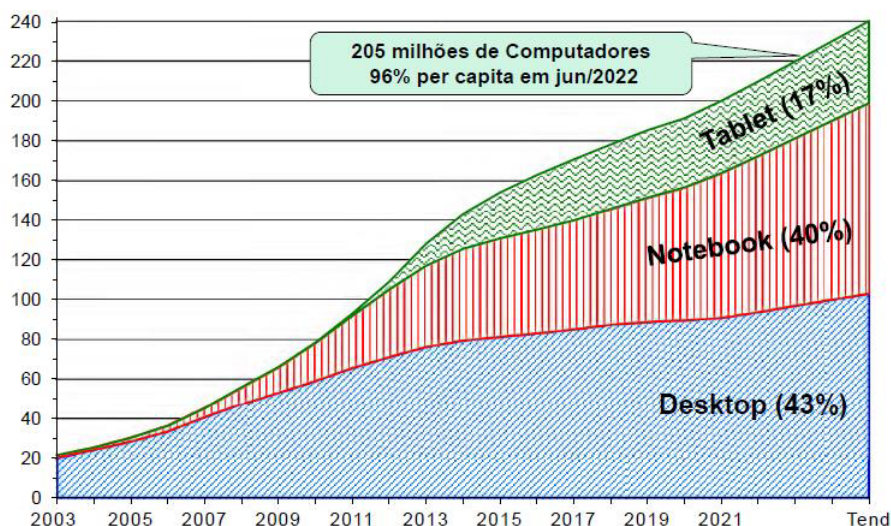


Fonte: FGV (2022).

A figura 5 mostra a distribuição do uso dos computadores por tipo no ano em julho

de 2022. Em 2021, superou-se a marca de 9,4 milhões *per capita*. Em dois a três anos estima-se atingir a marca de 100% computadores per capita, isto é, um computador por habitante, e os valores absolutos de 216 milhões.

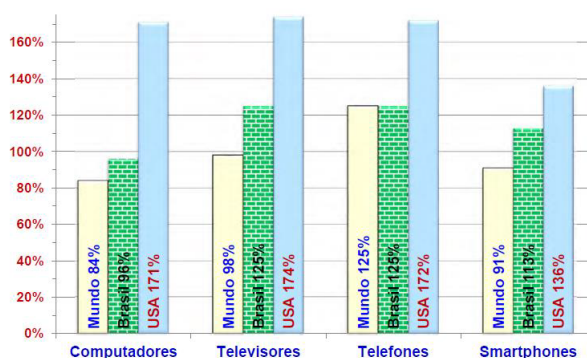
Figura 5 – Computadores em Uso no Brasil por Tipo (Milhões de unidades)



Fonte: FGV (2022).

A figura 6 traz uma análise comparativa do uso dos dispositivos do Brasil frente ao mundo e aos EUA, evidenciando um número superior de *smartphones*, computadores e televisores frente ao mundo.

Figura 6 – Comparativo do quantitativo de Dispositivos: Computadores, TVs e Telefones - % por habitante no Brasil, EUA e Mundo (per capita) em junho de 2022.



Fonte: FGV,2022.

Por fim, a partir deste panorama apresentado, infere-se a relevância em tratar da responsabilidade sobre este grande quantitativo de equipamentos crescendo a uma tendência exponencial, uma vez que aqueles se tornarão, peremptoriamente, objetos de descarte.

2.3 Legislação Vigente no Brasil

Um marco jurídico no Brasil sobre as medidas inerentes aos resíduos sólidos, com enfoque nos REEE, foi a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305, BRASIL (2010). Antes desta não havia legislação sistematizada acerca do tema e se limitava apenas a iniciativas regulatórias esparsas, como a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). A PNRS define os REEE como resíduos especiais, pois é de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes implementar a logística reversa independentemente do serviço público de limpeza urbana. A legislação justifica esta política pois estes envolvem a presença de metais pesados como o mercúrio, cádmio, berílio e chumbo. Ainda existe uma lacuna na adoção desta medida à nível municipal e estadual devido ao atraso em incluir os REEE às regras da logística reversa (XAVIER; CARVALHO, 2014).

A logística Reversa consiste nas ações destinadas a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial. Em outros termos, é o instrumento para reaproveitamento dos REEE em seu ciclo produtivo, como a destinação final ambientalmente adequada, inclusive com a disponibilização de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), em atuação conjunta com as cooperativas e associações de catadores (BRASIL, 2010).

2.4 Panorama em Maceió

2.4.1 Descrição do local de estudo

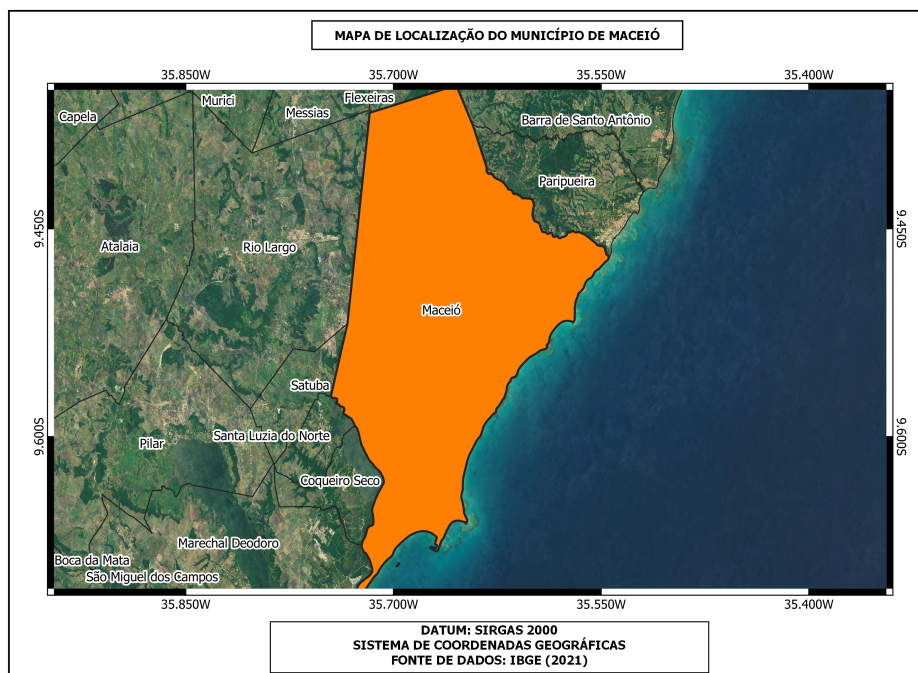
O local de estudo será o município de Maceió - o qual tem área de 509,320 km^2 . Localiza-se na mesorregião do leste alagoano e é o mais populoso do estado¹. Conjuntamente a outros dez municípios compõe a região metropolitana de Maceió. A população estimada é de 1.031.597 habitantes, projeção feita a partir do último Censo Demográfico do IBGE, em 2010, distribuídos em 50 bairros (BRASIL, 2021).

A figura 7 destaca o município de Maceió e sua região metropolitana, sob a qual exerce forte influência econômica e social. É realçada a característica litorânea, banhada pelo Oceano Atlântico, e ainda alguns destes municípios como Rio Largo e Marechal Deodoro (BRASIL, 2021).

2.4.2 Legislação Vigente em Maceió

A cidade de Maceió tem as diretrizes sobre os serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos estabelecidas pelo Código Municipal

¹Prefeitura Municipal de Maceió. Disponível em: <<https://maceio.al.gov.br/>>

Figura 7 – Mapa de Localização de Maceió

Fonte: Autor, 2022.

de Limpeza Urbana, Lei nº. 6.933. Os produtos eletroeletrônicos e seus componentes são considerados resíduos especiais; sendo as cooperativas responsáveis, preferencialmente, pela coleta regular dos materiais recicláveis. Dessa forma, são buscadas a redução, reutilização e reciclagem. Conforme a Tabela 1, são estipuladas algumas diretrizes e ações a serem adotadas (MACEIÓ, 2019).

Tabela 1: Diretrizes e Ações de coleta de resíduos em Maceió

Diretrizes	Ações
Cobertura homogênea do território municipal.	Colocação de contêineres para depósito dos resíduos sólidos recicláveis.
Critérios de eficácia, eficiência e economicidade.	Disponibilização de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), preferivelmente localizados em áreas públicas, para a entrega dos resíduos sólidos recicláveis por seus geradores.
Participação de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis	Coleta porta a porta, em dias e horários estabelecidos pelo órgão responsável pela limpeza urbana de Maceió.

Fonte: Autor, 2022.

Contudo, a legislação vigente apresentada acima não dispõe especificamente de metas claras e parâmetros objetivos para a medição dessa eficiência citada como diretriz, tomando as necessidades e especificidades para os REEE.

3 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS, RISCOS E ALTERNATIVAS AO DESCARTE

"Porque o segredo da existência humana não consiste apenas em viver, mas na finalidade de viver."

– Parábola do Grande Inquisidor - Os Irmãos Karamázov por Fiódor Dostoiévski

3.1 Classificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos

Os equipamentos eletroeletrônicos podem ser divididos em amplos grupos e classificados conforme a origem do equipamento e características semelhantes. Santos (2021) define esta abrangência em seis categorias, com base na diretiva de 2012 da União Europeia (2012), listadas a seguir:

1. Equipamentos reguladores de temperatura: estão inclusos congeladores, frigoríficos, equipamentos de ar condicionado, desumidificadores e radiadores a óleo.
2. Telas e monitores: equipamentos com superfície superior a 100 cm², a exemplo de notebooks, tablets e televisores LCD e LED.
3. Lâmpadas: em geral dos tipos; fluorescentes compactas e clássicas, descarga de alta intensidade, de sódio sob pressão e de LED.
4. Equipamentos de Grande Porte: em termos de dimensão, são aqueles superiores a 50 cm de altura, como máquinas de lavar roupa, fogões, impressoras, equipamentos médicos, entre outros.
5. Equipamentos de pequenas dimensões: iguais ou inferiores a 50 cm, em altura. Estão inclusos os ferros de passar, micro-ondas, calculadoras, relógios e câmeras de vídeo.
6. Equipamentos de tecnologia da informação e telecomunicações de pequenas dimensões: celulares, GPS, calculadoras de bolso, roteadores, computadores pessoais, impressoras, telefones.

3.2 Riscos à saúde causados pelos REEE

Os REEs possuem uma diversidade de substâncias nocivas à saúde, especialmente na emissões significativas metais pesados e infecciosos, os quais apresentam riscos diretos à saúde humana e impactos severos ao meio ambiente. Os principais agentes afetados pelos riscos de saúde e segurança associados são os catadores no

processo de coleta, transporte, processamento, reciclagem e descarte dos mesmos, sendo mais acentuado em lixões a céu aberto. A Tabela 2 apresenta alguns dos impactos à saúde destacados de acordo a substância química e o equipamento gerador de poluente (GRUPTA, 2014).

Tabela 2: Substâncias químicas nocivas encontradas em equipamentos eletrônicos

Substância Química	Impactos na saúde	Equipamentos e componentes
Chumbo (Pb)	Danos ao sistema nervoso central e periférico, sistemas sanguíneos, sistema sanguíneo e aos rins. Afeta negativamente o desenvolvimento neurológico nas crianças.	Soldas em placas de circuito impresso, painéis de vidro e gaxetas em monitores de computador. Exs.: TVs e monitores CRT; pequenos eletrodomésticos, equipamentos de informática.
Cádmio (Cd)	Causa danos ao metabolismo do cálcio e na inativação de sistemas enzimáticos.	Chips, resistores e semicondutores. Exs.: TVs e monitores (monitores CRT); pequenos eletrodomésticos.
Mercúrio (Hg)	Danos cerebrais crônicos, Desordens respiratórias e na pele.	Relés e interruptores, placas de circuito impresso, lâmpadas fluorescentes, retroiluminação em LCD.
Cromo Hexavalente (CrVI)	Bronquite asmática, Danos ao DNA.	Chapas de aço galvanizadas, endurecedores em caixas de aço. Exs.: Grandes eletrodomésticos (Geladeiras, fogões, microondas, etc.).
Plásticos PVC	Danos gerados pela dioxina gerada na sua combustão. Afeta órgãos reprodutivo e o sistema imunológico.	Cabos e equipamentos de informática. Exs.: TVs, Celulares, monitores.
Retardadores de chama bromados (BFR)	Desregula as funções do sistema endócrino.	Carcaças plásticas. Exs.: placas de circuitos, TVs e monitores.
Bário (Ba)	A exposição a curto prazo ao bário pode causar edema cerebral, fraqueza muscular, dano ao coração, fígado e baço.	Pequenos eletrodomésticos, equipamentos de informática (computadores); TVs e monitores (monitores CRT).
Berílio (Be)	É considerado um carcinogênico humano, por ter risco de causar câncer de pulmão.	Pequenos eletrodomésticos, equipamentos de informática (computadores)
Toner	Podem ser cancerígenos (especialmente o tonalizador preto).	Pequenos eletrodomésticos (periféricos de computadores).
Fósforo e aditivos	Tóxico para os humanos no contato	TVs e monitores (monitores CRT).

Fonte: Grupta, 2014.

O manejo e destinação final adequada destes materiais são as principais estratégias de preservação do meio-ambiente, especialmente na qualidade da água e do solo. As principais alternativas deste descarte incluem a deposição direta no solo em lixões, em aterros, incineração e a reciclagem. Todavia, a deposição dos REEE nos aterros e lixões, por exemplo, podem acarretar a lixiviação dos metais pesados, causando à contaminação do solo local e das águas superficiais ou subterrâneas (DAGAN et al., 2007).

Deste modo, essa contaminação é definida por UNEP (2007) em três níveis de emissões tóxicas:

- Emissões primárias: são advindas de substâncias presentes no REEE - Chumbo, mercúrio, arsênio, dentre outros;
- Emissões secundárias: são as dioxinas e furanos que decorrem das reações do tratamento inadequado dos REEE;
- Emissões terciárias: decorrem do uso de substâncias ou reagentes durante o processo de reciclagem.

3.3 Valor Econômico dos REEE

Conforme abordado no capítulo 2, a regulamentação pela implantação da logística reversa colocou os agentes da cadeia produtiva diretamente no processo da gestão dos REEE, com as devidas responsabilizações. Outra importante mudança de visão foi a incorporação de ferramentas de viabilidade econômica ao processo.

Os estudos demonstram a viabilidade em adquirir a matéria-prima reciclada, uma vez que são estimados retornos em torno de 20 a 25% em ganhos econômicos (XAVIER; CARVALHO, 2014). A tabela 3 traz uma estimativa quantitativa de alguns dos benefícios gerados para a reciclagem do aço e alumínio. O método baseia-se na redução dos gases de efeito estufa (GEEs) e de preservação da biodiversidade para cada material considerado (IPEA, 2010).

Tabela 3: Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem

Materiais	Ben. rel. ao proc. produtivo (R\$/ton)		Ben. por ton. (R\$/ton)	Quant. disp. (ton/ano)	Ben. pot. total (R\$ mil/ano)
	Ben. econômicos	Ben. ambientais			
Aço	127	74	88	1.014	89.232
Alumínio	2.715	339	2941	166	488.206

Fonte: IPEA, 2010.

Os computadores são um exemplo representativo na diversidade de materiais valiosos presentes nos componentes desde as placas de circuito, baterias, circuitos e transistores. Apesar de certa tecnologia necessária na retirada desses materiais, estes componentes são um importante itens de mercado. A tabela 3 mostra alguns destes metais, os componentes onde estão localizados e o percentual que pode ser reciclado.

Tabela 4: Metais Componentes dos computadores e % reciclável

Metal	Parte localizada	% em massa	% reciclável
Alumínio	Estrutura, conexões	14,1723	80,0
Cobre	Condutivos	6,9287	90,0
Estanho	Circuito integrado	1,0078	70,0
Ouro	Conexões e condutivos	0,0016	99,0
Prata	Condutivos	0,0189	98,0

Fonte: XAVIER, 2014.

É possível ainda a comercialização dos REEEs de um computador diretamente por sua forma bruta sem a separação, sendo alguns dos valores praticados encontrados na tabela 5.

Tabela 5: Preços dos Componentes de um computador (R\$)

Produto	Preço por kg (R\$)
Placa-mãe	15,00
Placa de Notebook	16,00
Processador Comum	18,00
HD completo	2,00
Pente de Memória	25,00

Fonte: Litoral Limpo, 2022.

Em suma, percebe-se o mercado dos REEE como um importante mercado de efetiva rentabilidade com margem a ser desenvolvido no país com uma gestão coordenada entre produtores - com a logística implantação e expansão da logística reversa, das cooperativas de catadores, do poder público e da educação ambiental por parte da população.

3.4 Reciclagem

A reciclagem é considerada a opção mais sustentável de descarte, pois o processo envolve a reinserção dos materiais como matéria-prima dentro da cadeia produtiva. A importância se dá até pelo valor econômico dos componentes, especialmente

metais preciosos como o ouro, ferro e cobre. Contudo, o processo para o reaproveitamento requer alguns cuidados e deve seguir algumas etapas conforme definidas por UNEP (2007):

- **Desmontagem:** remoção de componentes com substâncias perigosas das substâncias de valor agregado (ouro, aço e cobre);
- **Segregação de materiais ferrosos, não ferrosos e plásticos:** é desenvolvida na moagem e quebra. Representa um risco de contaminação na ilação de gases liberados na queima de partes plásticas, pela liberação de dioxinas;
- **Recuperação de materiais de valor:** os materiais ferrosos são aquecidos em fornos elétricos e os metais preciosos passam pelo processo de separação.
- **Tratamento e disposição de materiais perigosos e resíduos:** o mercúrio é geralmente reciclado e os demais tratados termicamente.

Em síntese, o tratamento dos REEE trazem um benefício socioeconômico de alto valor, inclusive como forma de inclusão social dos trabalhadores em projetos sociais e cooperativas; além da geração de renda em países com as características de desenvolvimento como a do Brasil. Deste modo, a reciclagem necessita ser otimizada e incentivada através dos mecanismos da coleta seletiva e da logística reversa.

4 ESTUDO PRÁTICO: CENÁRIO NO BRASIL E PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO

"A poesia está guardada nas palavras — é tudo que eu sei. Meu fado é o de não saber quase tudo. Sobre o nada eu tenho profundidades. Não tenho conexões com a realidade. Poderoso para mim não é aquele que descobre ouro. Para mim poderoso é aquele que descobre as insignificâncias (do mundo e as nossas). Por essa pequena sentença me elogiaram de imbecil. Fiquei emocionado. Sou fraco para elogios."

– Tratado Geral das Grandezas do Ínfimo - Manoel de Barros

Um estudo quantitativo verificou alguns dados sobre a percepção da população brasileira sobre os REEs, realizado com 2075 entrevistados entre três Estados e o Distrito Federal, com público entre 18 e 65 anos, entre as classes A, B e C. Estima-se que anualmente sejam gerados mais de 2 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos, e que apenas, 3% desse volume é reciclado. E na região Nordeste é onde o descarte inadequado é mais frequente (GREEN ELETRON, 2021). O mesmo estudo verificou se os brasileiros conheciam o conceito de “lixo eletrônico”, uma terça respondeu que não conhecia, pois confundiu com termos relacionados ao meio digital como spam, e-mails e arquivos digitalizados. Somados aos outros que não souberam responder, representam uma parcela bastante significativa da população analisada. Entre outros termos, a figura 8 traz as respostas categorizadas para a pergunta: “O que é lixo eletrônico?”.

Figura 8 – Respostas dos Entrevistados ao conceito de Lixo Eletrônico

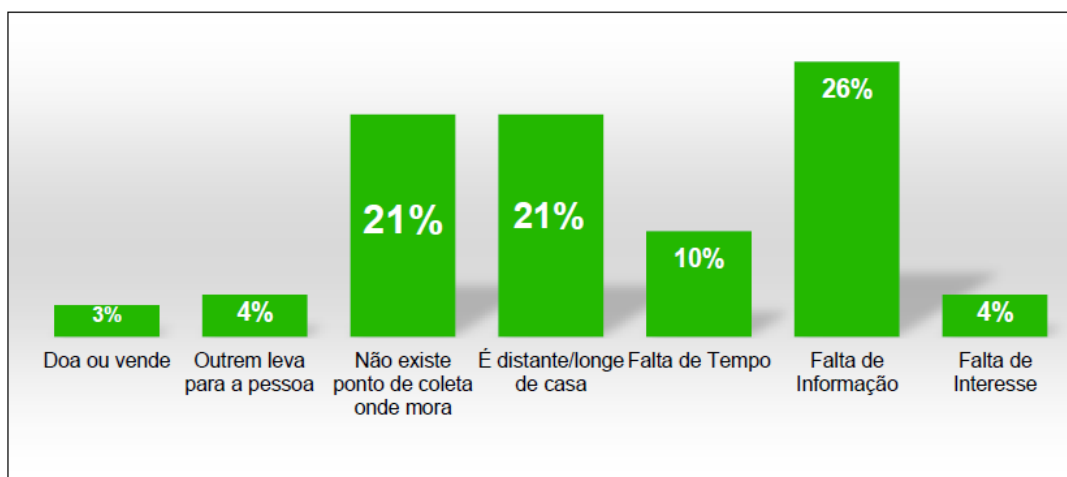


Fonte: Green Eletron, 2021.

Dentre os entrevistados que entendem a importância do descarte correto do REEs em PEVs suas localidades, o estudo verificou que entre os principais fatores de descarte incorreto está o fator distância ou inexistência de locais de coleta próxi-

mos de suas residências como destaca a figura 9. Além disso, vinte por cento alegou desconhecer aonde levar o resíduo.

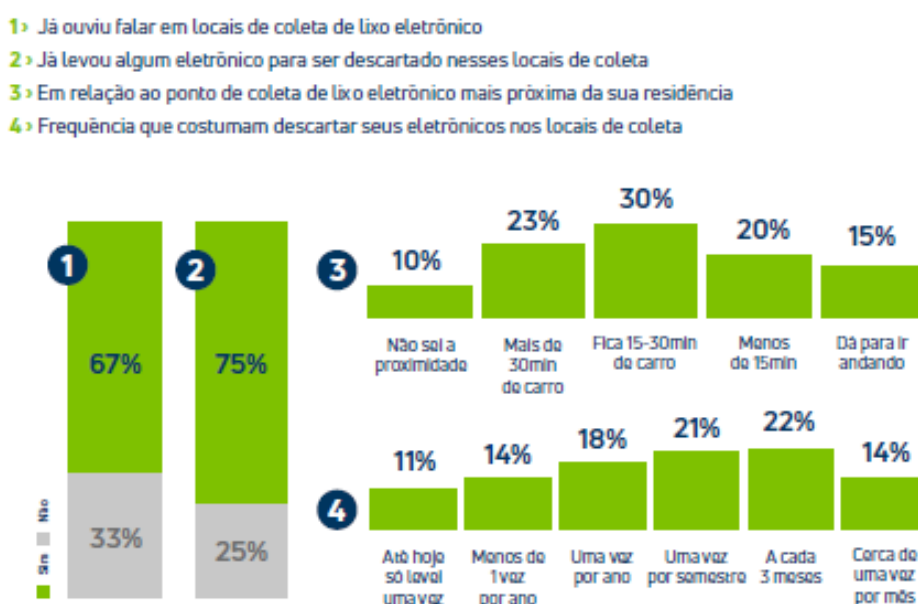
Figura 9 – Razões pelas quais nunca levou o REE ao ponto de coleta



Fonte: Green Eletron, 2021.

Outras importantes análises consideraram o tempo de descarte gasto para levar os REEs até o PEV mais próximo de sua residência, considerando uma distância modal entre quinze e trinta minutos de carro. Além disso, foi estimada a frequência na qual costumam realizar o descarte em PEVs, sendo esta relação relativamente baixa. A figura 10 mostra esses índices visualmente em 4 categorias.

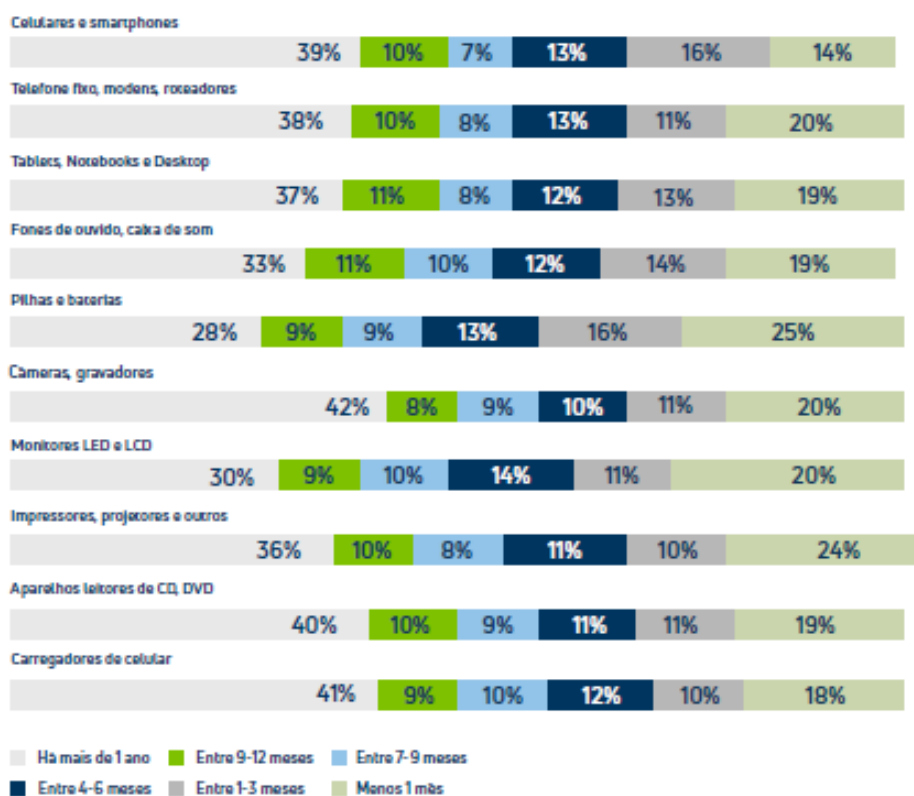
Figura 10 – Frequência de Descarte em PEVs e Distância Percorrida até o PEV mais próximo (em minutos)



Fonte: Green Eletron, 2021.

Ademais, percebe-se uma tendência da população em guardar os aparelhos eletrônicos inutilizados em casa por um período superior a um ano, conforme indica a figura 11.

Figura 11 – Tempo de Retidão do Equipamento Eletrônico Obsoleto



Fonte: Green Eletron, 2021.

Os resultados apresentados corroboram a hipótese de que há uma dificuldade de a população se informar sobre o lixo eletroeletrônico, o que resulta no descarte incorreto e na baixa conscientização sobre os riscos envolvidos. Outro ponto interessante é que há uma resistência em realizar o descarte, conforme a distância ao PEV aumenta. Logo, ainda existe uma grande margem para conscientização da população sobre o tema que deve ser fomentada através da difusão de informação sobre o descarte adequado de REEs e inserção de novos pontos de coleta, de modo a gerar nos indivíduos um hábito a longo prazo.

5 METODOLOGIA

"Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre."

– Paulo Freire

O desenvolvimento do presente trabalho se dá pelas etapas definidas a seguir:

- Fase I - Revisão bibliográfica dos principais tópicos pertinentes ao trabalho: nesta etapa, foram levantados dados quantitativos populacionais e de equipamentos utilizados no Brasil e na cidade de Maceió, a partir de uma correlação. buscando-se aprofundar o entendimento das diferentes variáveis envolvidas, em como analisar as tendências de metodologia adotadas. Como base foram utilizados os estudos: Percepção da população brasileira sobre Resíduos Eletrônicos realizada por Green Eletron (2021) ¹, quantitativo de aparelhos por domicílio por PNAD Contínua de Brasil (2022), projeção populacional intramunicipal de Maceió por bairro em Brasil (2021);
- Fase II - Modelagem, aplicou-se o método desenvolvido por Araújo et al. (2012) para a estimativa de REEE gerado por bairro de Maceió;
- Fase III - Levantamento dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de Maceió e estudo sobre a distância percorrida aos PEV mais próximos por bairro;

5.1 FASE I

5.1.1 Censo IBGE

A população estimada foi obtida a partir do banco de dados disponibilizado pelo IBGE, através de uma projeção (BRASIL, 2021)

5.1.2 PNAD Contínua

A pesquisa PNAD Contínua produz indicadores e outras informações necessárias para o estudo e desenvolvimento socioeconômico do País. Entre estes, está o quantitativo, em unidades de equipamentos de TI, como: *smartphones*, *tablets*, computadores e televisores (BRASIL, 2022).

Desta forma, foram considerados os dados desses aparelhos em uso pela população de Maceió, por bairro no ano de 2021. Com isso, foi possível obter uma estimativa dos REEE gerados em termos populacionais, conforme será apresentado nos resultados no capítulo 6.

¹O método de pesquisa utilizado baseia-se no Critério de Classificação Econômica Brasil da ABEP. Disponível em: < https://www.abep.org/criterioBr/01_cceb2022.pdf > .

5.1.3 Relatório ABINEE

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) divulga ao público anualmente os índices para os principais temas setoriais. Entre estes, está a vendagem, em unidades de equipamentos de TI, como: *smartphones*, *tablets*, computadores e televisores (BRASIL, 2022).

Desta forma, foram considerada a vendagem de aparelhos proporcionalmente ao município de Maceió, ponderada de acordo com a população de cada bairro de Maceió no ano de 2021. Com isso, foi possível obter uma estimativa dos REEE gerados em termos populacionais, conforme será apresentado nos resultados no capítulo 6.

5.2 FASE II

A modelagem elaborada por Araújo et al. (2012), para a estimativa dos quantitativos de REEE gerados por tipo de equipamento, considera duas classes de produtos de acordo com o mercado que representam: produtos de mercado sazonal e de mercado não-sazonal.

Os produtos de mercados sazonais consistem nos que crescem aproximadamente na mesma proporção que a população, isto implica que as vendas representam a reposição de produtos após o término de sua vida útil. A equação 1 é a modelagem utilizada para estimar os REEs gerados em um ano estes casos, sendo considerada a relação entre a quantidade de aparelhos em uso e o tempo de vida útil médio (ARAÚJO et al., 2012).

$$REEE_{GERADO} = \frac{AU}{TVU_m} \quad (1)$$

em que:

- $REEE_{GERADO}$ - resíduos eletroeletrônicos gerados por ano. São exemplos desta categoria: televisores ($\frac{unidades}{ano}$);
- AU - Aparelhos em uso (*unidades*);
- TVU_m - tempo de vida útil médio (*anos*).

Em oposição, os produtos de mercados não-sazonais são aqueles em que a demanda cresce mais rápido do que a população ou os quais estão sujeitos a bruscas mudanças de tecnologia, o que gera a redução da vida útil de tecnologias anteriores. As vendas ocorridas têm tanto o caráter de substituição de produtos inutilizáveis como o de reposição devido a uma nova tecnologia. A equação 2 representa esta estimativa para estes aparelhos, principalmente para celulares e computadores (ARAÚJO et al., 2012).

$$(REEE_{GERADO})_i = VAA_i - [AU_i - AU_{i-1}] \quad (2)$$

onde:

- $(REEE_{GERADO})_i$ - resíduos eletroeletrônicos gerados por ano no ano atual i ($\frac{unidades}{ano}$);
- VAA_i - venda anual de aparelhos no ano atual;
- AU_i - aparelhos em uso no ano atual.
- AU_{i-1} - aparelhos em uso no ano anterior.

5.2.1 Relatório Anual de Vendas do Setor Eletroeletrônico

As estimativas de vendas anuais dos equipamentos foram obtidas através do relatório anual da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) para o ano de 2021.

5.2.2 Aplicação do Modelo

Realizou-se uma correlação entre uso e as populações de Maceió por bairro, como resultado foi obtida uma estimativa do REEE gerado por tipo de equipamento: *smartphones*, *tablets*, computadores e televisores. Deste modo, viabilizou-se uma representação do quantitativo a ser gerido em cada mancha urbana e da necessidade de inserção de novos PEVs nos locais analisados.

- **Smartphones:** tempo de vida útil de 4 anos e massa de 0,18 kg;
- **Tablets:** tempo de vida útil de 3 anos e massa de 0,565 kg;
- **Computadores:** tempo de vida útil de 8 anos e massa de 9 kg;
- **Televisores:** tempo de vida útil de 9 anos e massa de 30 kg.

5.3 FASE III

O estudo das distâncias aos PEVs deu-se através das ferramentas de Geoprocessamento, através do *software* Qgis. Foram georreferenciados os pontos de coleta (PEVs) e calculou-se a distância média dos PEVs a um centroide representativo para cada um dos bairros. Deste modo, fez-se uma análise Representativa em mapas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Levantamento dos PEVs

O município de Maceió possui ecopontos, equipamentos públicos para coleta de resíduos instalados pela Superintendência Municipal de Desenvolvimento Sustentável (Sudes) em locais críticos para coibir e reduzir o descarte irregular de resíduos. Os Ecopontos estão situados conforme a lista a seguir (Sudes, 2022):

- **Pajuçara:** Rua Campos Teixeira, nº476;
- **Tabuleiro:** Rua Botafogo, próximo à Unidade Básica de Saúde Dr. Ib Gatto Falcão;
- **Dique Estrada:** Av. Governador Teobaldo Barbosa – Vergel do Lago;
- **Santa Lúcia:** Avenida Oswaldo Ramos, 912 – Jardim Petrópolis;
- **Santa Maria:** Av. Lourival Melo Mota, Conjunto Santa Maria, s/n – Cidade Universitária.

Outra alternativa para o correto descarte de resíduo eletrônico em Maceió é através das cooperativas que realizam a coleta diretamente nas residências, condomínios e apartamentos, por meio da implementação da coleta seletiva; ou ainda o material pode ser entregue diretamente no endereço destas cooperativas conforme a listagem abaixo.

- **Cooperativa dos Catadores da Vila Emater – COOPVILA:** Rua do Livramento, s/n, Vila Emater II, Jacarecica;
- **Cooperativa dos Recicladores de Alagoas – COOPREL** Unidade Benedito Bentes: Rua Antônio Correia Lins, Conj. Moacir Andrade, nº 54, Benedito Bentes II;;
- **Cooperativa dos Recicladores de Alagoas – COOPREL** unidade Antares: Rua Em Projeto A, nº 05, Antares;
- **Cooperativa de Recicladores de Lixo Urbano de Maceió LTDA. – COOPLUM:** Av. Comendador Gustavo Paiva, s/n, Jacarecica.

O levantamento realizado constatou que a cidade de Maceió possui 16 locais de coleta de lixo eletrônico - PEVs, distribuídos de acordo com a categoria da seguinte forma (Tabela 6), por tipo de material.

Tabela 6: Distribuição dos PEVs de baterias de celular e eletroeletrônicos em Maceió e suas localizações

Material	Ponto de Coleta	Localização (bairros)
Pilhas e Baterias	Lojas de operadoras de celular	Cruz das Almas, Mangabeiras e Benedito Bentes
	Supermercados Big Bompreço	Gruta
	Sede do IMA Alagoas	Mutange
	SEINFRA – Secretaria de Estado da Infraestrutura	Centro
	Biblioteca Central da UFAL	Cidade Universitária
REEE	Bio Digital	Tabuleiro dos Martins
	Faculdade Estácio	Canaã
	Casa das Tintas	Poço
	Central das Impressoras	Farol
	Casa das Tintas – Unidade Tabuleiro	Tabuleiro dos Martins
	Casa das Tintas – Unidade Farol	Farol
	Casa das Tintas – Unidade Barro Duro	Barro Duro
	Casa das Tintas – unidade Ponta Verde	Ponta Verde
	Petrorian	Serraria
	World Suprimentos	Farol

Fonte: Autor, 2022.

A fig. 12 traz o ponto de coleta de pilhas e baterias na Biblioteca Central da UFAL, com a identificação do tipo de material e o selo de referência do Instituto de Meio Ambiente (IMA).

Deste modo, os PEVs de descarte de REEE listados acima estão dispostos no mapa apresentado na figura 13. Percebe-se uma concentração destes na região central nos bairros do Farol, com três pontos, e uma lacuna importante nas áreas de grande emissão de resíduos, representada principalmente, por Benedito Bentes e Ponta Verde.

6.1.1 Levantamento das Distâncias aos PEVs mais próximos

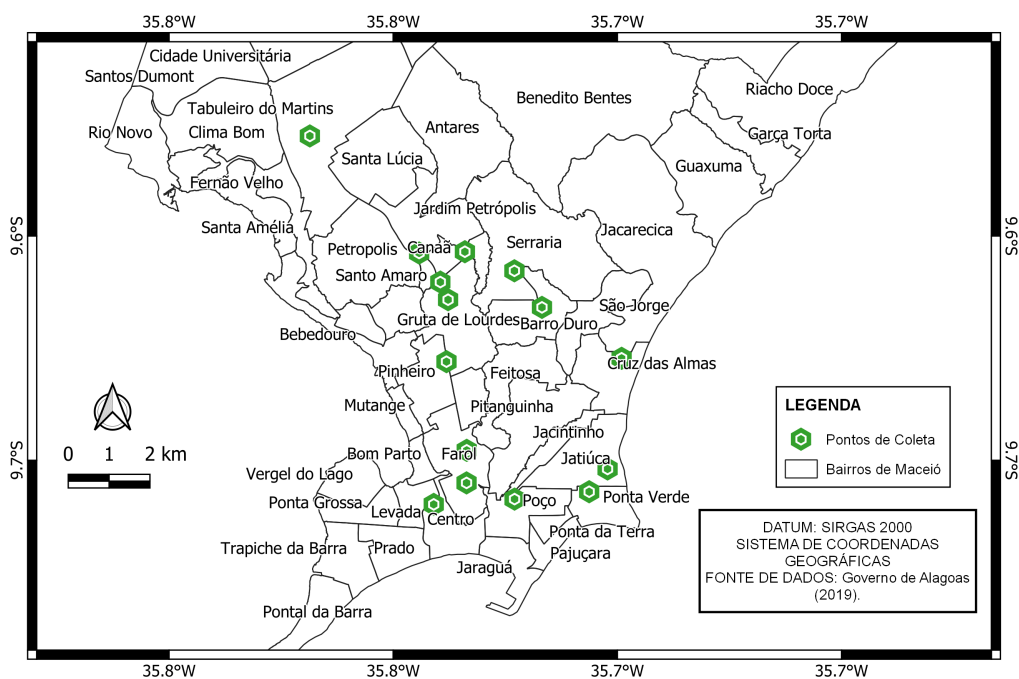
Conforme apresentado no capítulo 4, a distância ao PEV é um dos fatores que mais inibe o descarte nos pontos de coleta. Para a cidade de Maceió, constatou-se que os moradores dos bairros de Ipioca, Pescaria, Riacho Doce, Garça Torta e Benedito Bentes percorrem maiores distâncias médias ao efetuar os descartes (Tabela 7).

Figura 12 – Ponto de Coleta de Pilhas e Baterias na Biblioteca Central da UFAL



Fonte: Autor, 2022.

Figura 13 – Mapeamento dos PEVs de Maceió por bairros



Fonte: Autor, 2022.

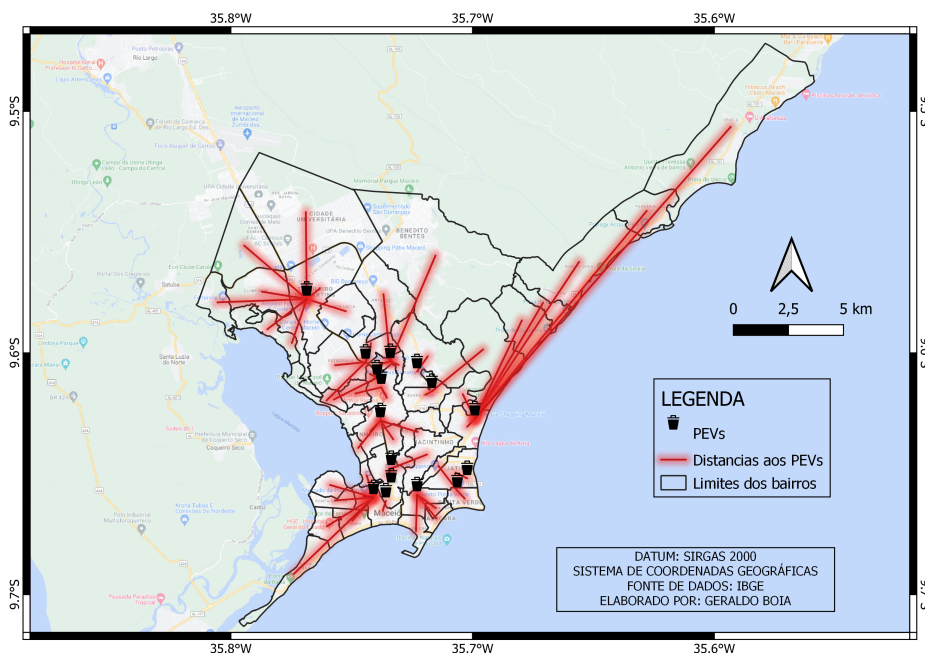
Tabela 7: Bairros com maior distância média percorrida ao PEV mais próximo

Bairro	Distância(km)
Ipioca	18,14
Pescaria	12,76
Riacho Doce	8,92
Garça Torta	6,52
Benedito Bentes	6,18

Fonte: Autor, 2022.

O mapa da figura 14 apresenta o fluxo de descarte dos REEE por bairro, representados pelos limites territoriais. As linhas vermelhas mostram as regiões de cobertura de cada PEV e a distância média percorrida para levá-lo de uma região ao ponto mais próximo. Destaca-se que as maiores distâncias são encontradas pelos moradores dos bairros do litoral norte, região onde se faz necessária a colocação de novos PEVs.

Figura 14 – Fluxo aos PEVs por bairro



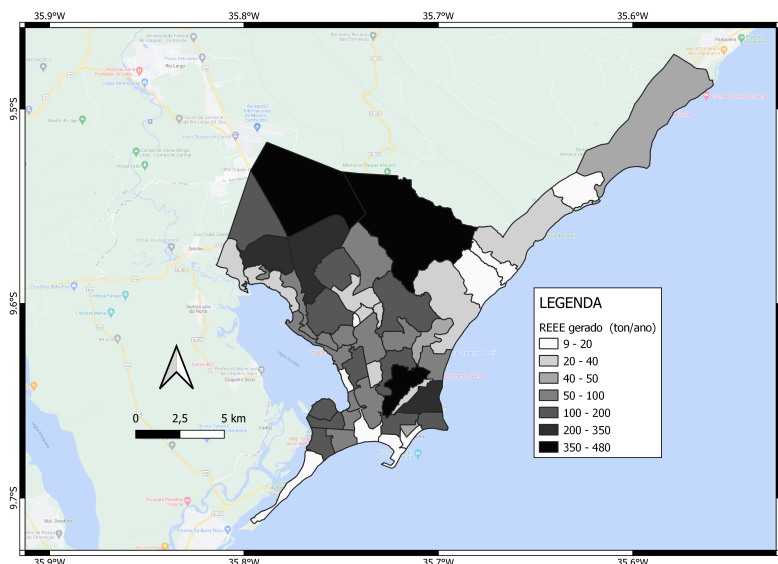
Fonte: Autor, 2022.

6.2 Estimativa de REEE gerado por bairro em Maceió

O levantamento realizado com base nos dados para o ano de 2021 obteve um resultado total de **5,0 kton/ano** de REEE para os equipamentos utilizados (*smartphones*, *tablets*, computadores e televisores). Este número deve ser ainda majorado, se inseridos outros equipamentos de uso doméstico como fogões, geladeiras e máquinas de lavar roupa. O resultado obtido nos permite ter uma noção da representatividade da quantidade de REEE gerado em Maceió, o que resulta em um montante de alto valor econômico e com demanda de mercado. Além disso, devido aos problemas apontados para a distribuição dos PEVs é possível esperar que grande parte desse volume não receba o devido descarte, e com isso, esteja em locais inadequados ou ainda estocados nos domicílios, gerando um passivo de valor econômico e sujeito aos riscos de contaminação ao meio-ambiente. A base de dados está melhor descrita e exposta no **Apêndice A** deste trabalho, com os valores estimados por equipamento, em unidades, quilogramas e valores absolutos.

A **Figura 15** traz a distribuição dos REEEs gerados por região, com os destaques para as maiores áreas em concentração populacional, como os bairros do Jacintinho, com **474,3 kton/ano** e Benedito Bentes, **463,4 kton/ano**; ainda escassos em relação à presença de PEVs.

Figura 15 – Estimativa de REEE gerado em Maceió em 2021 por bairro



Fonte: Autor, 2022.

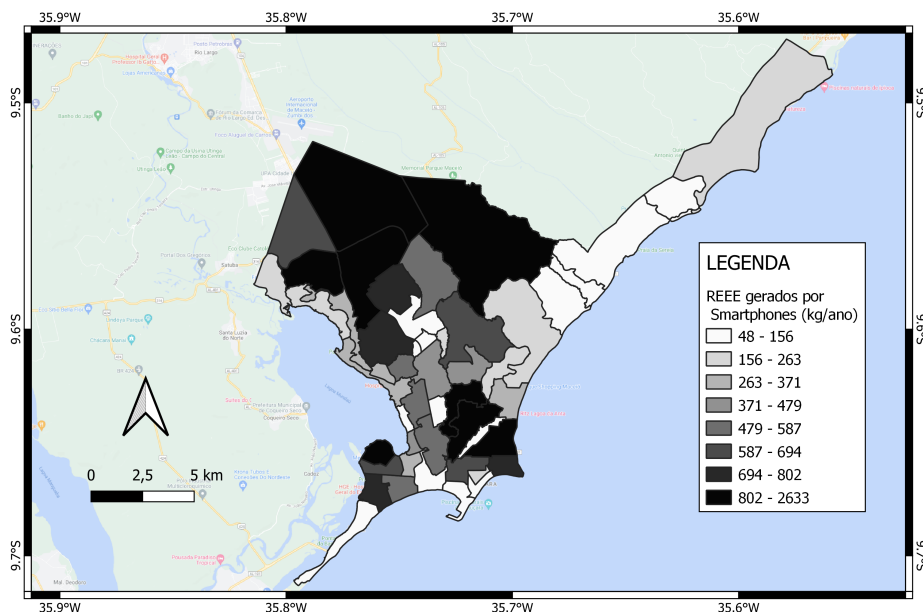
Para fins de análise, escolheu-se destacar 3 sub-regiões responsáveis pela maior parte do REEE gerado no município, essas estão elencadas a seguir:

- **Sub-região 1:** formada pelos bairros de Benedito Bentes, Tabuleiro dos Martins, Cidade Universitária e Clima Bom;
- **Sub-região 2:** formada por Jacintinho, Jatiúca e Ponta Verde;
- **Sub-região 3:** formada por Trapiche e Vergel do Lago.

A **Figura 16** traz a distribuição dos REEE por *smartphones*. Os valores alcançam a faixa entre 800 e 2600 kg/ano. Estima-se que a quantidade gerada tenha sido de 8,4 toneladas, apenas na sub-região 1. Na sub-região 2, os valores foram de 4,5 toneladas. Para a sub-região 3, foram 2,3 toneladas. Em termos totais, o REEE gerado pelo descarte de *smartphones* atingiu um valor absoluto de 28 toneladas no ano de 2021.

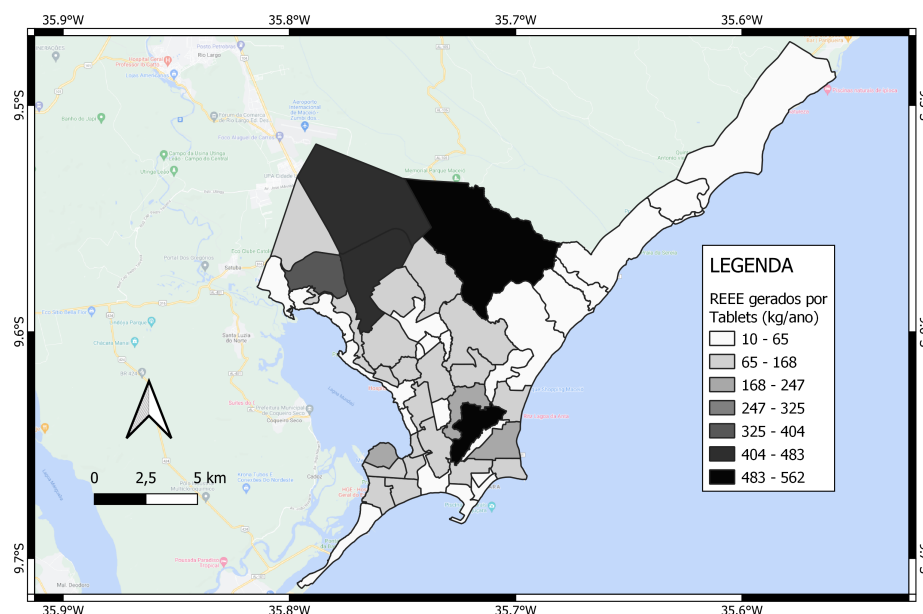
A **Figura 17** representa a distribuição dos REEEs gerados por *tablets*. No mapa, observa-se que os valores variaram de 48 quilogramas a 2,7 toneladas. Estima-se que a quantidade gerada tenha sido de 8,4 toneladas, apenas na sub-região 1. Na sub-região 2, a contribuição foi de uma tonelada. Para a sub-região 3, foram . Em termos

Figura 16 – Estimativa de REEE gerado por *smartphones* descartados em 2021 por bairro



Fonte: Autor, 2022.

Figura 17 – Estimativa de REEE gerado por *tablets* descartados em 2021 por bairro



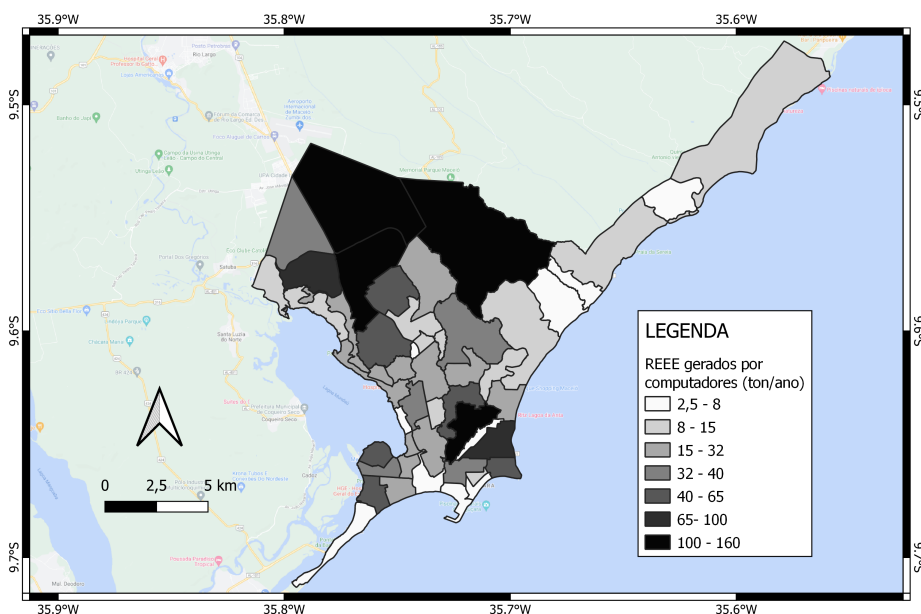
Fonte: Autor, 2022.

totais, o REEE gerado pelo descarte deste equipamento atingiu um valor absoluto de 6 toneladas no ano de 2021.

A **Figura 18** traz a distribuição dos REEEs gerados pelo descarte de computadores. No mapa, observa-se que os valores variaram de 2,5 a 160 toneladas em

cada unidade de amostragem. Houve uma grande concentração na sub-região 1, totalizando 500 toneladas. A sub-região 2, contribuiu com 262 toneladas. Em termos totais, o REEE gerado pelo descarte deste equipamento atingiu um valor absoluto de 1640 toneladas no ano de 2021.

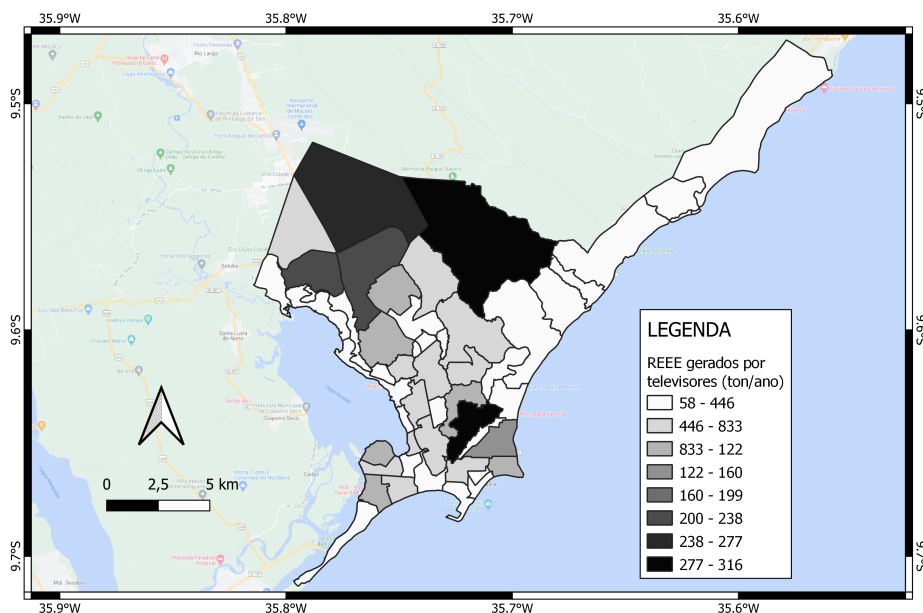
Figura 18 – Estimativa de REEE gerado por computadores descartados em 2021 por bairro



Fonte: Autor, 2022.

A **Figura 19** distribuição dos REEEs por aparelho: televisores. O mapa mostra que os valores variaram de 58 quilogramas a 316 toneladas. A na sub-região 1, gerou 1000 toneladas. A sub-região 2, contribuiu com 533 toneladas. Em termos totais, o REEE gerado pelo descarte deste equipamento atingiu um valor absoluto de 3342 toneladas no ano de 2021.

Figura 19 – Estimativa de REEE gerado por *televisores* descartados em 2021 por bairro



Fonte: Autor, 2022.

Em síntese, vemos um grande montante estimado para os equipamentos analisados. Todavia, estes valores estão subdimensionados, visto que ainda seria necessário inserir alguns outros equipamentos de grande porte como: geladeiras, fogões, ar-condicionados, entre outros. Deste modo, a relevância deste estudo está em estimular a busca por desenvolver métodos que envolvam novas variáveis que tenham uma maior abrangência de equipamentos.

A análise mostra a importância em considerar para a implantação dos novos PEVs, as divisões sub-regiões, assim como as três propostas neste estudo ou a inserção de mais divisões. Sobremaneira, as características intrínsecas de cada uma delas poderão ser analisadas com uma melhor acurácia nas tomadas de decisões.

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

"Todo caminho da gente é resvaloso. Mas também, cair não prejudica demais - a gente levanta, a gente sobe, a gente volta! (...) O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. Ser capaz de ficar alegre e mais alegre no meio da alegria, e ainda mais alegre no meio da tristeza. (...) Travessia."

– Grande Sertão Veredas por Guimarães Rosa

Com base no que foi exposto ao longo deste trabalho, realiza-se as seguintes considerações:

- A gestão dos REEE é importante foco de atenção dos agentes públicos e das empresas que envolvem a cadeia produtiva, devido à sua relevância e cuidados requeridos em seu processo de destinação final. Para tanto se faz crucial o desenvolvimento de estimativas cada vez mais confiáveis acerca da geração deste tipo de resíduo;
- As respostas obtidas para a cidade de Maceió são relativamente significativas por considerarem os dados do contingente populacional e da distribuição deste sobre o território urbano da cidade. Contudo, visando uma maior eficiência e verossimilhança, em novas metodologias devem ser incorporados dados sociais e econômicos e ainda mais específicos sobre as áreas de estudo como da produção e consumo dos equipamentos por região;
- Deste modo, a métrica de avaliação do local de estudo é considerada insuficiente. Visto que, as limitações dessa técnica giram em torno da necessidade de se avaliar inúmeros pontos de teste, o que pode ser proibitivo, tendo em vista a existência dos mesmos ou, até mesmo, o custo necessário para obtê-los;
- Verificou-se a necessidade de inserção de 25 novos PEVs que atendam às demandas dos grandes centros de concentração populacional, fator preponderante na gestão e escolha de novos locais de coleta. Deste modo, seriam 5 mais no bairros de Benedito Bentes e mais 3 no bairro do Jacintinho;
- O mecanismo da educação ambiental é crucial para a transformação da cultura da população na adoção de práticas sustentáveis nas suas tarefas cotidianas, bem como na preferência pela coleta seletiva e do descarte sustentável do lixo.

De posse dessas considerações, realiza-se as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Aperfeiçoar a metodologia de Araújo et al. (2012) utilizada na estimativa de geração de REEE, com amostragens mais refinadas, corroboradas pelos setor produtivo e de coleta;
- Ampliar o uso de ferramentas de geoprocessamento nas análises de modo a gerar melhores resultados e descrição das variáveis analisadas;
- A partir de tais dados, avaliar também a qualidade do descarte, citando os materiais obtidos, seus quantitativos, sob critérios da viabilidade econômica;
- Agregar os estudos às políticas públicas e na elaboração de um Plano de Gestão de REEE para a cidade de Maceió.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. G. et al. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management*, v. 32, p. 335–342, 2012.

BALDE, C. P. et al. Global transboundary e-waste flows monitor - 2022. *United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)*, Bonn, ALE, 2022. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/06/Global-TBM_webversion_june_2_pages.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BAUMAN, Z. *Vida para o consumo: a transformação das pessoas em mercadorias*. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BRASIL. Lei nº, 12.305 de 2 ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 27 nov. 2022.

BRASIL. *Cidades e Estados*: Maceió. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/maceio.html>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD)*: Divulgações estruturais e especiais. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnadca/tabelas>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

DAGAN, R. et al. Aquatic toxicity of leachates generated from electronic devices: Sustentabilidade e responsabilidade do fornecedor. *Arch Environ Contam Toxicol*, v. 53, p. 168–173, 2007.

EFING, A. C.; PAIVA, L. L. Consumo e obsolescência programada: Sustentabilidade e responsabilidade do fornecedor. *Revista de Direito, Globalização e Responsabilidade nas Relações de Consumo*, Curitiba, PR, v. 2, p. 117–135, 12 2014.

FORTI, V. et al. The global e-waste monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. *United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)*, Bonn, ALE, 2021. ISSN 978-92-808-9114-0. Disponível em: <<https://ewastemonitor.info/gem-2020/>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

GREEN ELETRON. *Resíduos Eletrônicos no Brasil - 2021*. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/download/RELATORIO_DE_DADOS.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

GRUPTA, M. Environmental effects of growing e waste. *Journal of Science and Research (IJSR)*, v. 3, p. 204–206, 2014.

HOSSAIN, S.; AL-HAMADANI, S.; RAHMAN, T. E-waste: A challenge for sustainable development. *Journal of Health and Pollution*, v. 5, p. 3–11, 2015. ISSN 2156-9614.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS. *Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para a gestão dos resíduos sólidos*. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.unep.or.jp/letc/Publications/spc/EWasteManual_Vol1.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2022.

MACEIÓ. Lei nº 6.933, de 04 de setembro de. 2019. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=382208>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SANTOS, M. A. P. Implementação de um plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos para cidades de pequeno porte: uma pesquisa-ação em santa luzia do norte-al. dissertação de mestrado em tecnologias ambientais. *Instituto Federal de Alagoas*, Marechal Deodoro, AL, 2021.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2012/19/ue do parlamento europeu e do conselho de 4 de julho de 2012 relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (reee). 2012. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=EN>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Inventory Assessment Manual*. [S.l.], 2007. Disponível em: <http://www.unep.or.jp/letc/Publications/spc/EWasteManual_Vol1.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2022.

XAVIER, L. H.; CARVALHO, T. C. *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. v. 1. ISSN 978-85-352-7182-9.

APÊNDICE A –

"Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit."

– Autor Desconhecido

Localização		Estimativa de REE gerado (kg/ano)					Estimativa de REE gerado (ton/ano)	
Bairro	População 2021	Smartphone	Tablet	Computadores	Televisores	Total		
Garça Torta	1809	48,9	10,4	2883,2	5861,6	8,8		
Santo Amaro	2133	57,6	12,3	3398,1	6908,4	10,4		
Pontal da Barra	2742	74,1	15,8	4369,7	8883,8	13,3		
Guaxuma	2746	74,2	15,8	4375,0	8894,5	13,4		
Mutange	2913	78,7	16,8	4641,3	9435,9	14,2		
Pescaria	3081	83,2	17,8	4909,3	9980,8	15,0		
Centro Maceió	3119	84,2	18,0	4969,3	10102,7	15,2		
Jaraguá	3554	96,0	20,5	5662,3	11511,6	17,3		
Pajuçara	4107	110,9	23,7	6544,0	13304,1	20,0		
Mangabeiras	4611	124,5	26,6	7346,3	14935,3	22,4		
Pitanguiha	5300	143,2	30,6	8444,9	17168,8	25,8		
Canaã	5561	150,2	32,1	8861,1	18014,9	27,1		
Jardim Petrópolis	5623	151,9	32,5	8959,9	18215,7	27,4		
Riacho Doce	5775	156,0	33,3	9201,4	18706,8	28,1		
Jacarecica	6355	171,7	36,7	10125,5	20585,4	30,9		
Fernão Velho	6366	171,9	36,7	10143,1	20621,2	31,0		
Ouro Preto (Maceió)	6888	186,1	39,8	10975,4	22313,4	33,5		

Localização		Estimativa de REE gerado (kg/ano)					Estimativa de REE gerado (ton/ano)
Bairro	População 2021	Smartphone	Tablet	Computadores	Televisores	Total	
Rio Novo	8090	218,5	46,7	12890,5	26206,8	39,4	
Ipioca	8389	226,6	48,4	13366,6	27174,7	40,8	
Ponta da Terra	9300	251,2	53,7	14817,9	30125,2	45,2	
São Jorge	9346	252,5	53,9	14892,0	30275,8	45,5	
Bebedouro	11181	302,0	64,5	17815,7	36219,8	54,4	
Chã de Bebedouro	11666	315,1	67,3	18588,1	37790,1	56,8	
Santa Amélia	11785	318,3	68,0	18778,5	38177,3	57,3	
Levada	12043	325,3	69,5	19189,4	39012,6	58,6	
Cruz das Almas	12957	350,0	74,8	20645,9	41973,8	63,0	
Bom Parto	14211	383,9	82,0	22643,9	46035,7	69,1	
Gruta de Lourdes	15807	427,0	91,2	25186,7	51205,4	76,9	
Barro Duro	15971	431,4	92,2	25447,7	51736,0	77,7	
Chã da Jaqueira	18390	496,7	106,2	29302,5	59572,9	89,5	
Farol	18658	504,0	107,7	29729,2	60440,5	90,8	
Antares	18997	513,1	109,7	30268,8	61537,5	92,4	
Prado	19659	531,0	113,5	31323,4	63681,4	95,6	
Pinheiro	21096	569,8	121,8	33614,0	68338,4	102,6	
Santos Dumont	22656	612,0	130,8	36098,7	73389,7	110,2	
Poço	22993	621,1	132,7	36636,5	74483,1	111,9	
Ponta Grossa	24122	651,6	139,2	38435,2	78139,9	117,4	
Serraria	25095	677,8	144,9	39985,2	81291,2	122,1	

Localização		Estimativa de REE gerado (kg/ano)					Estimativa de REE gerado (ton/ano)	
Bairro	População 2021	Smartphone	Tablet	Computadores	Televisores	Total		
Petrópolis	26202	707,7	151,2	41748,6	84876,2	127,5		
Ponta Verde	27006	729,5	155,9	43030,6	87482,6	131,4		
Trapiche da Barra	28003	756,4	161,6	44619,4	90712,7	136,3		
Santa Lúcia	28842	779,1	166,5	45956,1	93430,2	140,3		
Feitosa	33573	906,9	193,8	53494,7	108756,3	163,4		
Vergel do Lago	34904	942,8	201,5	55614,3	113065,5	169,8		
Jatiúca	42085	1136,8	242,9	67057,0	136329,0	204,8		
Clima Bom	61923	1672,6	357,4	98666,0	200591,1	301,3		
Tabuleiro do Martins	71666	1935,8	413,7	114189,3	232150,4	348,7		
Cidade Universitária	79065	2135,6	456,4	125979,4	256120,0	384,7		
Jacintinho	95747	2586,2	552,7	152559,2	310157,6	465,9		
Benedito Bentes	97484	2633,2	562,7	155327,8	315786,1	474,3		
TOTALIZADO	1031597	27865	5955	1643709	3341710	5019		

APÊNDICE B –

Tabela 9: Análise Quantitativa Smartphones

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Benedito Bentes	96895	117516	15339	14629
Mutange	2895	3511	458	437
Ouro Preto (Maceió)	6847	8303	1084	1034
Pajuçara	4082	4950	646	616
Barro Duro	15874	19252	2513	2397
Pescaria	3062	3715	485	462
Petrópolis	26043	31585	4123	3932
Pinheiro	20969	25427	3320	3166
Pitanguinha	5268	6389	834	795
Prado	19540	23694	3093	2950
Riacho Doce	5740	6962	909	867
Santo Amaro	2120	2571	336	320
Santa Lúcia	28668	34768	4538	4328
Tabuleiro do Martins	71232	86386	11277	10754
Santos Dumont	22519	27310	3565	3400
São Jorge	9290	11267	1471	1403
Trapiche da Barra	27834	33756	4406	4202
Vergel do Lago	34693	42073	5492	5238

Continua na próxima página

Tabela 9 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Bom Parto	14125	17131	2236	2133
Poço	22854	27712	3618	3450
Canaã	5528	6704	875	835
Rio Novo	8041	9753	1273	1214
Ponta da Terra	9244	11209	1463	1396
Centro Maceió	3100	3751	491	468
Chã da Jaqueira	18279	22169	2894	2760
Chã de Bebedouro	11595	14063	1836	1751
Cidade Universitária	78587	95316	12441	11865
Ponta Grossa	23976	29075	3796	3620
Clima Bom	61549	74646	9744	9292
Cruz das Almas	12879	15619	2039	1944
Santa Amélia	11714	14207	1854	1769
Farol	18545	22488	2936	2800
Feitosa	33370	40469	5283	5038
Fernão Velho	6327	7674	1002	955
Serraria	24943	30246	3949	3766
Garça Torta	1799	2181	285	272
Gruta de Lourdes	15712	19052	2487	2372
Guaxuma	2729	3310	432	412
Antares	18882	22900	2989	2851

Continua na próxima página

Tabela 9 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Ipioca	8338	10113	1320	1259
Ponta Verde	26843	32547	4249	4053
Jacarecica	6316	7660	1000	954
Jacintinho	95168	115417	15066	14368
Jaraguá	3532	4283	559	533
Bebedouro	11114	13477	1759	1678
Jardim Petrópolis	5589	6778	885	844
Pontal da Barra	2726	3306	432	412
Jatiúca	41831	50722	6622	6315
Levada	11971	14517	1895	1807
Mangabeiras	4583	5557	725	692

Fonte: Autor, 2022.

Fim da tabela

Tabela 10: Análise Quantitativa Tablets

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Benedito Bentes	96895	7311	3512	3468
Mutange	2895	218	104	102
Ouro Preto (Maceió)	6847	517	246	243
Pajuçara	4082	308	139	137
Barro Duro	15874	1198	561	554
Pescaria	3062	231	117	116
Petrópolis	26043	1965	934	922
Pinheiro	20969	1582	704	695
Pitanguinha	5268	398	184	181
Prado	19540	1474	660	651
Riacho Doce	5740	433	209	206
Santo Amaro	2120	160	75	74
Santa Lúcia	28668	2163	1023	1010
Tabuleiro do Martins	71232	5375	2516	2484
Santos Dumont	22519	1699	807	797
São Jorge	9290	701	336	332
Trapiche da Barra	27834	2100	984	972
Vergel do Lago	34693	2618	1224	1209
Bom Parto	14125	1066	505	498
Poço	22854	1724	758	747

Continua na próxima página

Tabela 10 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Canaã	5528	417	199	196
Rio Novo	8041	607	295	291
Ponta da Terra	9244	697	310	306
Centro Maceió	3100	234	108	106
Chã da Jaqueira	18279	1379	656	648
Chã de Bebedouro	11595	875	415	410
Cidade Universitária	78587	5930	2889	2853
Ponta Grossa	23976	1809	827	816
Clima Bom	61549	4644	2214	2186
Cruz das Almas	12879	972	457	451
Santa Amélia	11714	884	417	412
Farol	18545	1399	625	616
Feitosa	33370	2518	1176	1160
Fernão Velho	6327	477	227	224
Serraria	24943	1882	841	830
Garça Torta	1799	136	67	66
Gruta de Lourdes	15712	1186	531	524
Guaxuma	2729	206	101	100
Antares	18882	1425	681	672
Ipioca	8338	629	309	305
Ponta Verde	26843	2025	876	863

Continua na próxima página

Tabela 10 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Jacarecica	6316	477	226	223
Jacintinho	95168	7181	3402	3359
Jaraguá	3532	267	123	121
Bebedouro	11114	839	384	379
Jardim Petrópolis	5589	422	198	196
Pontal da Barra	2726	206	98	97
Jatiúca	41831	3156	1381	1362
Levada	11971	903	421	416
Mangabeiras	4583	346	150	148

Fonte: Autor, 2022.

Fim da tabela

Tabela 11: Análise Quantitativa Computadores

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Benedito Bentes	96895	25541	17413	17259
Mutange	2895	763	520	516
Ouro Preto (Maceió)	6847	1805	1230	1219
Pajuçara	4082	1076	734	727
Barro Duro	15874	4184	2853	2828
Pescaria	3062	807	550	545
Petrópolis	26043	6865	4680	4639
Pinheiro	20969	5527	3768	3735
Pitanguiha	5268	1389	947	938
Prado	19540	5151	3512	3480
Riacho Doce	5740	1513	1032	1022
Santo Amaro	2120	559	381	378
Santa Lúcia	28668	7557	5152	5106
Tabuleiro do Martins	71232	18776	12801	12688
Santos Dumont	22519	5936	4047	4011
São Jorge	9290	2449	1669	1655
Trapiche da Barra	27834	7337	5002	4958
Vergel do Lago	34693	9145	6235	6179
Bom Parto	14125	3723	2538	2516
Poço	22854	6024	4107	4071

Continua na próxima página

Tabela 11 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Canaã	5528	1457	993	985
Rio Novo	8041	2120	1445	1432
Ponta da Terra	9244	2437	1661	1646
Centro Maceió	3100	817	557	552
Chã da Jaqueira	18279	4818	3285	3256
Chã de Bebedouro	11595	3056	2084	2065
Cidade Universitária	78587	20715	14123	13998
Ponta Grossa	23976	6320	4309	4271
Clima Bom	61549	16224	11061	10963
Cruz das Almas	12879	3395	2315	2294
Santa Amélia	11714	3088	2105	2086
Farol	18545	4888	3333	3303
Feitosa	33370	8796	5997	5944
Fernão Velho	6327	1668	1137	1127
Serraria	24943	6575	4483	4443
Garça Torta	1799	474	323	320
Gruta de Lourdes	15712	4142	2824	2799
Guaxuma	2729	719	490	486
Antares	18882	4977	3393	3363
Ipioca	8338	2198	1498	1485
Ponta Verde	26843	7076	4824	4781

Continua na próxima página

Tabela 11 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Jacareica	6316	1665	1135	1125
Jacintinho	95168	25086	17103	16951
Jaraguá	3532	931	635	629
Bebedouro	11114	2929	1997	1980
Jardim Petrópolis	5589	1473	1004	996
Pontal da Barra	2726	719	490	486
Jatiúca	41831	11026	7517	7451
Levada	11971	3155	2151	2132
Mangabeiras	4583	1208	824	816

Fonte: Autor, 2022.

Fim da tabela

Tabela 12: Análise Quantitativa Televisores

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Benedito Bentes	96895	92220	84767	10526
Mutange	2895	2756	2533	315
Ouro Preto (Maceió)	6847	6516	5990	744
Pajuçara	4082	3885	3571	443
Barro Duro	15874	15109	13888	1725
Pescaria	3062	2915	2679	333
Petrópolis	26043	24787	22784	2829
Pinheiro	20969	19957	18344	2278
Pitanguiinha	5268	5014	4609	572
Prado	19540	18597	17094	2123
Riacho Doce	5740	5463	5022	624
Santo Amaro	2120	2017	1854	230
Santa Lúcia	28668	27285	25080	3114
Tabuleiro do Martins	71232	67796	62317	7738
Santos Dumont	22519	21432	19700	2446
São Jorge	9290	8842	8127	1009
Trapiche da Barra	27834	26491	24350	3024
Vergel do Lago	34693	33019	30350	3769
Bom Parto	14125	13444	12357	1535
Poço	22854	21752	19994	2483

Continua na próxima página

Tabela 12 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Canaã	5528	5261	4836	600
Rio Novo	8041	7653	7035	874
Ponta da Terra	9244	8798	8087	1004
Centro Maceió	3100	2950	2712	337
Chã da Jaqueira	18279	17397	15991	1986
Chã de Bebedouro	11595	11036	10144	1260
Cidade Universitária	78587	74796	68751	8537
Ponta Grossa	23976	22819	20975	2605
Clima Bom	61549	58579	53845	6686
Cruz das Almas	12879	12258	11267	1399
Santa Amélia	11714	11149	10248	1273
Farol	18545	17651	16224	2015
Feitosa	33370	31760	29194	3625
Fernão Velho	6327	6022	5535	687
Serraria	24943	23740	21821	2710
Garça Torta	1799	1712	1573	195
Gruta de Lourdes	15712	14954	13745	1707
Guaxuma	2729	2597	2388	296
Antares	18882	17971	16519	2051
Ipioca	8338	7936	7295	906
Ponta Verde	26843	25548	23483	2916

Continua na próxima página

Tabela 12 – Continuação da tabela

Bairro	População Total Estimada (2021)	Em Uso (2021)	Vendas (2021)	Estimativa de REE gerado (2021)
Jacarecica	6316	6012	5526	686
Jacintinho	95168	90576	83256	10339
Jaraguá	3532	3362	3090	384
Bebedouro	11114	10577	9723	1207
Jardim Petrópolis	5589	5320	4890	607
Pontal da Barra	2726	2594	2385	296
Jatiúca	41831	39813	36595	4544
Levada	11971	11393	10472	1300
Mangabeiras	4583	4362	4009	498

Fonte: Autor, 2022.

Fim da tabela