UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

MAURO AUGUSTO BARROS FERREIRA
THIAGO CORDEIRO COSTA DA SILVA

GERENCIAMENTO DO DESCARTE DE LIXO TECNOLÓGICO NA CIDADE DE BELÉM – PARÁ APOIADO POR APLICATIVO WEB.

Belém-PA
2018

MAURO AUGUSTO BARROS FERREIRA
THIAGO CORDEIRO COSTA DA SILVA

GERENCIAMENTO DO DESCARTE DE LIXO TECNOLÓGICO NA CIDADE DE BELÉM – PARÁ APOIADO POR APLICATIVO WEB.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Computação, do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, da Universidade Federal do Pará, como requisito básico para a conclusão do Curso Bacharelado em Sistemas de Informação.

Orientador: Profº Dr. Adagenor Lobato Ribeiro.

Belém-PA
2018

MAURO AUGUSTO BARROS FERREIRA
THIAGO CORDEIRO COSTA DA SILVA

GERENCIAMENTO DO DESCARTE DE LIXO TECNOLÓGICO NA CIDADE DE BELÉM – PARÁ APOIADO POR APLICATIVO WEB.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Computação, do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, da Universidade Federal do Pará, como requisito básico para a conclusão do Curso Bacharelado em Sistemas de Informação.

Data de aprovação:

Banca examinadora:

_____
Prof. Dr. Adagenor Ribeiro Lobato
Faculdade de Computação/ICEN/UFPA - Orientador

_____
Prof. Dr. Benedito de Jesus Pinheiro Ferreira
Faculdade de Computação/ICEN/UFPA - Membro

_____
Profª. Dra. Regiane Silva Kawasaki Frances
Faculdade de Computação/ICEN/UFPA - Membro

AGRADECIMENTOS

Em especial a Deus pela oportunidade de estarmos aqui realizando esse trabalho, e por todos os momentos de nossas vidas.

Ao nosso professor e orientador Adagenor Lobato Ribeiro pela paciência e compreensão.

A todos os professores da Faculdade de Computação.

A todas as pessoas que participaram de forma direta ou indireta para desenvolvimento e elaboração deste trabalho.

Aos nossos familiares e amigos que nos auxiliaram.

“Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte,
não temerei mal algum, porque tu estás comigo;
a tua vara e o teu cajado me consolam”.
(Salmos 23:4)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Exemplo de Lixo Tecnológico.....15
Figura 02 – Aterro sanitário 16
Figura 03 – Aterro sanitário de Marituba.....17
Figura 04 – Lixão Aurá em Ananindeua 19
Quadro 01 – Danos causados por componentes químicos presentes no LT 21
Quadro 02 – Elementos perigosos encontrados em componentes eletrônicos.....24
Figura 05 – Bateria automotiva.....27
Figura 06 – Bateria industrial.....28
Figura 07 – Bateria botão.....29
Quadro 03 – Componentes químicos primários de pilhas domésticas.....30
Figura 08 – Vários modelos de pilhas.....31
Quadro 04 – Aplicação de pilhas e baterias e seus principais componentes.....32
Figura 09 – Recolhimento de baterias de celulares.....34
Figura 10 – Municípios com coleta seletiva no Brasil 36
Figura 11 – Regionalização dos Municípios com coleta seletiva no Brasil.....36
Figura 12 – População atendida pelo serviço coleta seletiva no Brasil 37
Figura 13 – Composição gravimétrica da coleta seletiva.....38
Tabela 01 – Produção de LT no mundo e nos países 39
Figura 14 – Produção de LT e sua porcentagem entre os países 39
Tabela 02 – Composição de uma tonelada de LT misto 40
Tabela 03 – Possível valor econômico de uma tonelada de LT misto 41
Tabela 04 – Preços dos materiais recicláveis 41
Figura 15 – Fluxograma do processo de reciclagem de computador.....44
Tabela 05 – Componentes de resíduos de computador 45
Tabela 06 – Tabela de preços de alguns componentes de computador.....46
Figura 16 – Placa de circuito impresso 47
Figura 17 – Composição média de uma PCI.....48
Figura 18 – Evolução da espécie humana versus recursos naturais.....50
Figura 19 – Os 5R’s 51
Figura 20 – Centro de recondicionamento de computador 52
Figura 21 – A escola construindo caminhos para a sustentabilidade.....53

Tabela 07 – Limites da legislação 56
Figura 22 – Fórmula para o cálculo amostral 61
Figura 23 – Mapa temático da localização geográfica da Cidade de Belém-PA 64
Figura 24 – Pontos turísticos em Belém-PA 65
Figura 25 – Masculino ou feminino 68
Figura 26 – Faixa etária 68
Figura 27 – Escolha do curso 69
Figura 28 – Destino dado ao LT 70
Figura 29 – Informação sobre o descarte 70
Figura 30 – Importância da reciclagem de LT 71
Figura 31 – Iniciativa para se fazer o descarte de LT 71
Figura 32 – Poluição da água pelo LT 72
Figura 33 – Responsabilidade ambiental dos fabricantes 73
Figura 34 – Mudar de hábitos para promover a sustentabilidade ambiental 73
Figura 35 – Estrutura do Open UP 77
Figura 36 – Diagrama de caso de uso 79
Figura 37 – Diagrama de Blocos 79
Figura 38 – Fluxograma 80
Figura 39 – Tela inicial do aplicativo 80
Figura 40 – Aba “Quem somos” 81
Figura 41 – Visualização dos pontos no mapa 81
Figura 42 – Visualização do ponto em lista 82
Figura 43 – Visualização do endereço do site Emaús 82
Figura 44 – Visualização do telefone e endereço do Emaús 83
Figura 45 – Visualização do vídeo sobre reciclagem 83
Figura 46 – Visualização das imagens do posto de Emaús 84
Figura 47 – Visualização da Lei nº 12.305/2010 84

LISTA DE SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Eletro Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CRC	Centro de Recolhimento de Computador
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	Organização Internacional para Padronização
LT	Lixo Tecnológico
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
ONG	Organizações não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
OMC	Organização Mundial do Comércio
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RS	Resíduos Sólidos
SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SEMAS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SESAN	Secretaria de Saneamento do Município de Belém
SGQA	Sistema Integrado de Gestão da Qualidade e Ambiental
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
UFPA	Universidade Federal do Pará
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment

SUMÁRIO

RESUMO **10**

ABSTRACT **11**

1 INTRODUÇÃO **12**
1.1 Questão de pesquisa **15**
1.2 Objetivo geral **20**
1.2.1 Objetivos específicos 20
1.3 Justificativas do trabalho **21**
1.4 Estrutura do trabalho **22**

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO **23**
2.1 Impactos ambientais do lixo tecnológico **23**
2.2 Pilhas e baterias **25**
2.2.1 Classificação quanto à natureza e origem 26
2.2.2 Tipos de pilhas e baterias 26
2.2.2.1 Baterias automotivas *27*
2.2.2.2 Baterias industriais *27*
2.2.2.3 Baterias botão *28*
2.2.2.4 Pilhas e baterias de uso doméstico e geral *30*
2.3 Celulares **33**
2.4 Reciclagem **35**
2.4.1 Reciclagem de Computadores 44
2.4.2 Reciclagem das Placas de Circuito Impresso 47
2.5 Conscientização e caminhos para a sustentabilidade **50**
2.6 Legislações para descarte e tratamento de Lixo Tecnológico **54**
2.6.1 Legislação internacional 54
2.6.2 Legislação brasileira 55

3 PROCEDIMETOS METODOLÓGICOS **59**
3.1 Fundamentação metodológica e tipo de pesquisa **59**
3.1.1 Caracterização da pesquisa 59

3.2 População e amostra **60**
3.3 Levantamento dos dados **61**
3.3.1 Pesquisa bibliográfica e documental 61
3.3.2 Pesquisa de campo e instrumento de coleta de dados 62
3.4 Tratamento e análise dos dados **63**
3.5 Área de estudo **64**
3.5.1 Belém 64

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES **66**

5 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO **74**
5.1 Ferramentas **74**
5.1.1 App Inventor 74
5.1.2 Banco de dados 75
5.1.3 Linguagem web 75
5.1.4 Imagens e ícones 75
5.1.5 Google maps 76
5.2 Métodos **76**
5.2.1 Open up 76
5.3 Aplicativo desenvolvido **77**
5.3.1 Iniciação 78
5.3.2 Elaboração 78
5.3.3 Construção 80

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS **85**

REFERÊNCIAS **86**

APÊNDICE **93**

RESUMO

As empresas fabricantes de Computadores e equipamentos eletrônicos de modo geral, estão comercializando um grande número de equipamentos em todo o país, e acabam conquistando seus consumidores, com tecnologias cada vez melhores. A questão é que as pessoas não têm informações do impacto que estes materiais causam no ambiente, quando descartados incorretamente. A forma correta é levar esses equipamentos a um posto de coleta como uma assistência técnica autorizada do fabricante ou até mesmo a uma loja de vendas. Por este motivo, o estudo aborda o gerenciamento de materiais de informática de uma maneira geral na Cidade de Belém, Estado do Pará, e avalia como as instituições privadas e não governamentais estão colaborando nos programas de coleta e arrecadação desses materiais. A reciclagem de materiais eletrônicos é fundamental, e, colabora para a preservação do meio ambiente. A revisão da literatura abrangeu os aspectos relacionados à: impactos tecnológicos, pilhas e baterias, celulares, reciclagem, conscientização, legislação para descarte e caminhos para a sustentabilidade. Observou-se desconhecimento da logística reversa, ausência de iniciativas para o descarte em ambientes de trabalho, pouco cuidado na verificação da responsabilidade ambiental de fabricantes, entre outras. Com o objetivo de orientar a população, foi desenvolvimento um aplicativo para Android para utilização na conscientização do descarte de lixo eletrônico. Neste trabalho abordam-se essas questões, tendo como público alvo, estudantes universitários da UFPA dos cursos da área de Computação, Campus Belém.

Palavras-chave: Informática. Reciclagem. Meio ambiente.

ABSTRACT

Computer manufacturers and electronics generally are marketing a large number of devices across the country, and end up conquering their consumers with ever better technologies. The point is that people do not have information on the impact these materials cause on the environment when discarded incorrectly. The correct way is to take these equipment to a collection point as an authorized service center of the manufacturer or even to a sales store. For this reason, the study addresses the management of computer materials in general in the City of Belém, State of Pará, and evaluates how private and non-governmental institutions are collaborating in the collection and collection of these materials. The recycling of electronic materials is fundamental, and, contributes to the preservation of the environment. The literature review covered aspects related to: technological impacts, cells and batteries, cell phones, recycling, awareness, legislation for disposal and ways to sustainability. There was a lack of knowledge of reverse logistics, lack of initiatives for disposal in work environments, little care in the verification of the environmental responsibility of manufacturers, among others. In order to guide the population, an Android application was developed for use in the awareness of electronic waste disposal. In this work, these questions are addressed, having as target audience, university students of the UFPA courses in the area of Computation, Campus Belém.

Keywords: Computer science. Recycling. Environment.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia no setor de Informatização e na indústria eletroeletrônica de modo geral tem trazido muitas melhorias à humanidade, nos mais diferentes segmentos. A Tecnologia da Informação (TI) se mostra como uma área cada vez mais presente, não só nas grandes empresas, assim como na sociedade de uma forma geral.

Segundo Silva (2010), com esse intuito de modernização, chega-se à questão do conceito de lixo tecnológico que poderá ser também denominado de lixo eletrônico, e é resíduo resultante de equipamentos eletroeletrônicos, onde estão incluídos os computadores, impressoras, roteadores, eletrodomésticos como geladeiras e máquinas de lavar, televisores, controles remotos, telefones celulares, aparelhos de DVD, mp3, brinquedos, entre outros.

Os constantes progressos tecnológicos e a busca pela disputa no mercado demandam investimentos indispensáveis em inovação tecnológica, desta forma, o que é inovador hoje, amanhã estará ultrapassado. Como resultado destes fatores são produzidos a cada dia toneladas de Lixo Tecnológico[1], ou E-lixo, e é de consciência pública que os resíduos eletrônicos despejados sem maiores precauções em lixões ou aterros comuns transformam-se num preocupante perigo ao meio ambiente, visto que contêm em sua composição metais pesados, tais como berílio, cádmio, chumbo e mercúrio. Em contato com o solo estes produtos químicos contaminam os lençóis freáticos ou, se queimados, poluem o ar. (LEITE; LAVEZ; SOUZA, 2009).

Os metais pesados, por serem bioacumulativos, terminam depositando-se em certos pontos do organismo, vindo a prejudicar suas funções orgânicas. Além disso, as substâncias tóxicas que compõem as placas dos equipamentos, quando dispostas inadequadamente, podem atingir e contaminar os aquíferos freáticos e chegar ao organismo humano por meio da ingestão (água ou alimentos contaminados), da inalação ou contato dérmico.

No mundo industrializado e nos países em desenvolvimento este assunto vem sendo discutido e estudado. Por exemplo, na Suécia, na cidade de Borás, são reaproveitados 99% do lixo produzido. Meramente 1% não tem proveito algum e vai para o aterro. Por causa

[1] Ou e-lixo todo aquele gerado a partir de aparelhos eletrodomésticos ou eletroeletrônicos e seus componentes, incluindo os acumuladores de energia (baterias e pilhas) e produtos magnetizados, de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, que estejam em desuso e sujeitos à disposição final.

do lixo que é transformado em energia, os moradores pagam até 50% a menos na conta de luz e o transporte público sai 20% mais barato.

Na cidade de Borás, nada se perde tudo se transforma. As 200 toneladas de lixo domiciliar coletado todos os dias na cidade são levadas para o centro de triagem. O lixo orgânico vira biogás e o lixo inflamável alimenta as caldeiras de termoelétricas, que produzem eletricidade. (SUANNO et al, 2015).

Já no Brasil, existem poucas empresas especializadas que executam a completa reciclagem do lixo eletrônico. Em Campinas município do Estado de São Paulo, ocorre à atuação da empresa Cimelia Reciclagem Ltda. Uma multinacional chinesa, com sede em Singapura. É uma indústria que possui tecnologia de ponta, capaz de oferecer um serviço exclusivo de gerenciamento, reciclagem e recuperação de metais extraídos de sucatas eletroeletrônicas e equipamentos obsoletos. Pode refinar 16 tipos de metais diferentes: ferros, não ferrosos, preciosos e raros. (CIMELIA, 2015).

Essa unidade de Campinas oferece serviços de separação, prévia descaracterização dos equipamentos, fornecimento de laudos de destruição e garantia de que os equipamentos não serão reutilizados, mas aterradas, ou incineradas de forma inadequada, assim esse é o primeiro passo do processo de reciclagem. Os componentes pré-processados são posteriormente, exportados para a sede, em Cingapura, para que seja feito o processo completo da reciclagem. (CIMELIA, 2015).

Em Belém, cidade que possui uma população estimada 1.452.275 habitantes (IBGE, 2017), e de acordo com Lima (2018) a Cidade gera em média cerca de 2.000 toneladas de lixo/dia, simplesmente há pouco tempo tem se falado sobre coleta seletiva por parte da prefeitura. E Pouco se sabe a respeito da destinação desses resíduos, já que a coleta geralmente se baseia em: papel, vidro, plástico e materiais orgânicos e não se tem uma coleta especial para os equipamentos de informáticas, tais como: filmadoras, placas, carcaças de computadores, impressoras, baterias, televisores, eletrodomésticos portáteis, rádios, brinquedos eletrônicos, celulares e outros.

O Movimento República de Emaús, o Centro de Recondicionamento de Computadores – CRC recebe doações de computadores e equipamentos de informática. A missão do CRC é promover a formação educacional e profissional de jovens de baixa renda em situação de vulnerabilidade social e de outros públicos prioritários da política de inclusão digital, que ocorre por meio da oferta de oficinas, cursos e treinamentos com foco no

recondicionamento e manutenção de equipamentos de informática, e na conscientização ambiental sobre os resíduos eletroeletrônicos. (EMAÚS, 2017).

Na UFPA Campus Belém, o descarte do lixo da área de informática é responsabilidade do setor de Diretoria de Almoxarifado e Patrimônio – DAP, que é uma unidade administrativa subordinada à Pró-Reitoria de Administração, tem como missão coordenar, acompanhar e orientar as atividades relacionadas com as áreas de Almoxarifado e Patrimônio. Então, esse material é doado para as instituições: Movimento República do Emaús, Clube do Jeepe e Escola Salesiana do Trabalho. E em relação à toners e cartuchos de impressoras pratica-se a Logística Reversa (PROAD; DAP, 2017).

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo principal analisar a situação do descarte do lixo tecnológico na Cidade de Belém, bem como abordar os problemas causados pelo descarte inadequado, seus efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde do homem, e também como as instituições públicas e privadas estão descartando esses materiais na cidade, de acordo com a legislação vigente no Brasil.

Assim, projetos educativos de recolhimento, reutilização e reciclagem de eletrônicos podem ser desenvolvidos especialmente nas escolas e universidades, para informar os alunos e toda a sociedade quanto aos riscos produzidos pelo descarte incorreto, desses produtos. Diante deste contexto, neste trabalho, desenvolveu-se um aplicativo para dispositivos móveis que trate do descarte consciente de produtos da tecnologia, entendendo-se que pode ser uma ferramenta útil e educativa.

1.1 Questão de pesquisa

Para Silva (2010) a evolução tecnológica constatada nas ultimas décadas tem estimulado diversas melhorias à sociedade, mas também ocasionou em implicações indesejáveis, uma vez que continuamente transforma produtos duráveis, recém-lançados, em pouco tempo tornam-se produtos obsoletos, gerando de forma prematura, grandes quantidades de resíduos, consequência entre outros da velocidade do desenvolvimento tecnológico amplamente empregue como plano competitivo do setor produtivo industrial.

Atualmente é mais comum e relevante comprar um computador novo do que recuperar, ou realizar um upgrade no antigo. O que nos leva a reflexão referente a esse descarte é que em algumas situações não se trata exclusivamente de lixo, mas sim de objetos que não servem mais às necessidades funcionais que seus usuários imaginam. (CALVÃO et al, 2009).

O lixo tecnológico são os equipamentos eletrônicos que não têm mais uso, isto é que perderam a sua vida útil. Mas para onde ele vai? Qual o seu devido fim? São questões como estas que as pessoas se deparam quando vão se desfazer de um aparelho eletrônico. Na sociedade normalmente há um grave problema quanto ao descarte desse tipo de lixo. A população não está sendo adequadamente informada quanto ao descarte correto desses equipamentos, e acaba jogando-os em lugares inadequados como terrenos baldios, aterros, lixões comuns ou até os acumulam em casa. A Figura 01 mostra uma grande variedade de LT.

Figura 01: Exemplo de Lixo Tecnológico.
Fonte: Google Imagens, 2018.

Para tal fim, existe uma série de procedimentos que podem ser realizadas para o tratamento adequado desse lixo. Como o envio dos eletrônicos às empresas responsáveis por tratá-los sem que provoque impactos ao meio ambiente, providenciar a reciclagem e o reuso desses equipamentos, reduzir o consumo exagerado desses produtos, e obter apenas equipamentos considerados como “verdes”, ou até doar os equipamentos que estiverem em bom estado ao invés de jogá-lo fora.

O gerenciamento do lixo tecnológico acarretado por equipamentos de informática usados na cidade de Belém até o momento está distante do ideal. A legislação para regulação do acondicionamento especial dos resíduos deixa a desejar, mesmo para as lojas que hoje se interessam em recolher o material.

Em Belém, é comum encontrar produtos de informática e eletroeletrônicos sendo jogados juntamente ao lixo doméstico, ou até na beira de canais. Uma vez que poucas pessoas tem a preocupação da destinação adequada desses equipamentos, sendo que em sua maioria vai parar no lixão que na maioria das vezes esse é o destino final, e ainda não oferecem cuidados contra contaminação do solo e da água; ou vão parar em aterro sanitário (Figura 02), pois esse lixo é compactado e enterrado em grandes aterros, mesmo com uma grande cobertura de terra e ainda que esteja distante dos centros urbanos, esses aterros não são a melhor forma de descartar o lixo eletrônico, pois podem contaminar o solo e a água.

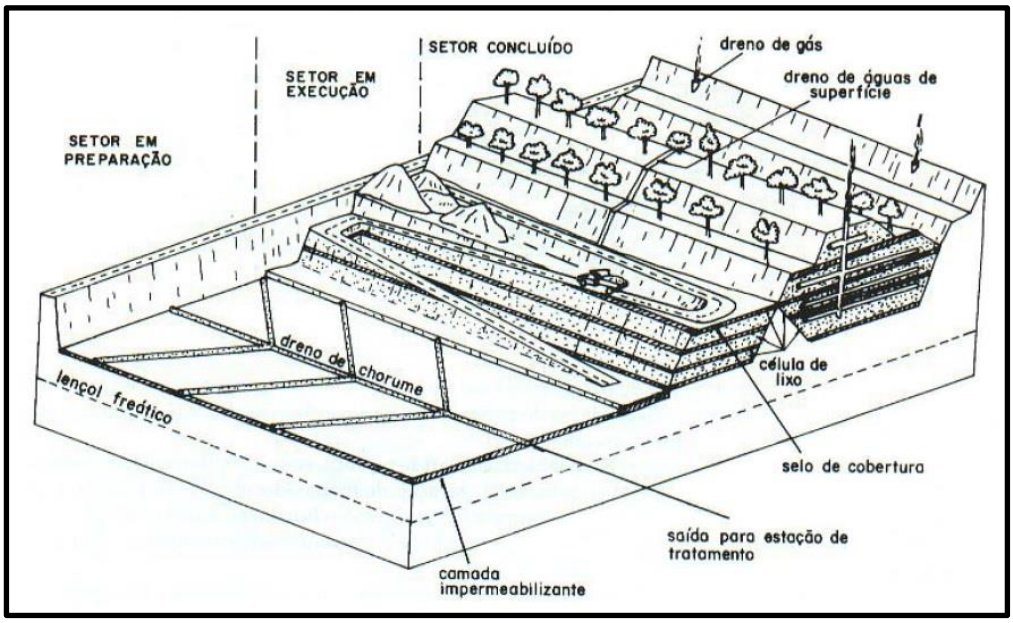

Figura 02: Aterro sanitário
Fonte: (CEMPRE, 2018, p. 243).

Aterro sanitário é o método mais correto e mais viável financeiramente. E este espaço é destinado à deposição final de resíduos sólidos gerados pela atividade humana, que são provenientes de residências, indústrias, hospitais, construções e consiste em camadas alternadas de lixo e terra que evita mau cheiro e a proliferação de animais.

Para entende a definição de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992, p. 1) diz que:

> Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Na Figura 03 podemos ver a imagem do aterro sanitário, localizado no Município de Marituba PA, com suas coordenadas geográficas 1°23’58” S e 48°20’26” W, dista 11 km da capital Belém PA. Possui uma área de 110 ha, e de acordo com De Oliveira (2017) tem a capacidade máxima de recebimento de resíduos prevista de 1.232 Ton/dia. Entrou em funcionamento em 25 de junho de 2015, e recebe as coletas de lixo de Belém e Municípios vizinhos. Seu acesso pela Alça Viária, PA 483 tem um trajeto de 1,2 Km, mas a estrada é de uso parcialmente restrito ou privado, sendo que seu acesso pela Rodovia BR 316 tem um trajeto de 4,7 Km. E fica a 6 km do Rio Guamá que é um dos principais rios da região.

Figura 03: Aterro sanitário de Marituba
Fonte: Print screen Google maps, 2018.

Para se fazer um projeto de aterro sanitário, é recomendado que seja elaborado de acordo as normas indicadas pela ABNT. E a norma que deve ser seguida é a NBR 8419/NB 843, que especifica as instruções técnicas dos elementos fundamentais aos projetos de aterros, tais como impermeabilização da base e impermeabilização superior, acompanhamento ambiental e geotécnico, sistema de drenagem de lixiviados e de gases, obrigação de células especiais para resíduos de serviços de saúde, exposição do manual de funcionamento do aterro e explicação de qual será o uso futuro da área do aterro após o encerramento das atividades. (ABNT, 1992).

O estudo da escolha dos espaços apropriados para o funcionamento de aterros sanitários é um ponto de muita importância que antecede a autorização do licenciamento de firmas, para a gestão e implantação desses empreendimentos. Esta etapa é constituída pela elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, que tem por finalidade mapear as áreas onde possam operar esses aterros ocasionando riscos mínimos ao meio ambiente e à população dos arredores. (JÚNIOR; CORRÊA, 2017).

Também é importante mencionar, que desde 1987 até agosto de 2014, o aterro controlado do Aurá, mais conhecido como Lixão do Aurá, recebeu a coleta de lixo de Belém e Municípios próximos. Ele foi criado como um tipo de “solução rápida”, cujo propósito era auxiliar a gestão da enorme quantidade de resíduos gerados nos centros urbanos, resíduos esses que a maioria dos municípios não tem competência de gerenciar ou tratar. Este também pode ser compreendido como sendo uma “solução intermediária” entre o aterro sanitário e o lixão. É, na verdade, uma forma de tentar transformar os lixões em aterros sanitários.

De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado (CEMPRE, 2018, p. 243), aterro controlado é:

> É uma técnica de disposição de resíduos sólidos municipais no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

Na Figura 04 abaixo é mostrado a imagem do Lixão do Aurá, que por mais de 27 anos, recebeu um acúmulo de lixo a céu aberto, a quantia de lixo nele depositada foi muito grande, não havia seleção do material coletado, o que atraía animais e insetos, além de causar

a transmissão de inúmeras doenças, e colocar em risco a saúde das pessoas que trabalham como catadoras e a população que mora aos arredores do lixão.

Figura 04: Lixão Aurá em Ananindeua.
Fonte: Print screen Google maps, 2018.

Arrendada pela Prefeitura Municipal de Belém, o espaço do Aterro Controlado do Aurá localiza-se as extremidades do Rio Aurá, com suas coordenadas geográficas 1°25’11” S e 48°23’22” W, nas divisas dos Municípios de Belém e Ananindeua. O espaço situa-se em uma localidade designada Santana do Aurá, distante 4 km da Rodovia BR- 316 e 13 km do centro da cidade de Belém. O acesso se dá pela Rodovia BR-316, a 5 km, contados a partir do entroncamento com a rodovia Augusto Montenegro. E a cerca de 1,4 km de distância, situam-se os lagos Bolonha e Água Preta, fontes de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém (MATOS et al, 2011).

Então tanto o aterro sanitário de Marituba, como o aterro controlado do Aurá (hoje fechado), apresentaram vários problemas desde a sua instalação, ao invés de ser uma solução, acabou se tornando uma grande dor de cabeça para a população. E nestes locais nunca foi à forma correta, para se depositar o lixo tecnológico, por causa da produção do chorume.

De acordo com a NBR 8419 Abnt (1992, p. 2), define o chorume como “ líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como

característica a cor escura, o mau cheiro e a elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)". No qual, a umidade tem enorme influência na formação, visto que um intenso teor de umidade beneficia a decomposição anaeróbia. A formação de chorume depende das condições características de cada caso, sobretudo da topografia, geologia, regime e volume das chuvas (LESSA, 2017).

Como podemos ver a questão do gerenciamento do lixo, ou resíduos sólidos no Município de Belém é muito complexa, e se torna mais difícil ainda, quando se trata da coleta de lixo tecnológico. Pois, apenas organizações não governamentais (ONGs) lidam com esses materiais e poucas empresas privadas, encaminhando para fora do Estado do Pará os rejeitos, se agrava mais ainda, com poucas informações que a população tem de onde possa despejar esse LT com segurança.

Diante do cenário apresentado enuncia-se a seguinte questão de pesquisa: **Qual é o quadro real do gerenciamento e descarte de lixo tecnológico na Cidade de Belém Pará?**

Assim, a hipótese de trabalho é: o gerenciamento e descarte do lixo tecnológico na Cidade de Belém PA é uma atividade realizada de forma precária e inadequada em observância às boas práticas relacionadas ao meio ambiente urbano.

1.2 Objetivo geral

- Analisar o gerenciamento do descarte de lixo tecnológico na Cidade de Belém Pará.

1.2.1 Objetivos específicos

- Descrever a destinação do lixo tecnológico na Cidade de Belém PA.
- Compreender a dinâmica de tratamento do lixo eletrônico na Cidade de Belém PA.
- Elaborar um aplicativo para localização de pontos de descarte de lixo eletrônico na Cidade Belém PA.

1.3 Justificativa do trabalho

De acordo com as Nações Unidas no Brasil (2018), em 2016 foi gerado 44,7 milhões de toneladas de lixo tecnológico no mundo, um aumento de 8% em comparação com o ano de 2014. E estudiosos no assunto, preveem um crescimento de mais de 17%, para 52,2 milhões de toneladas métricas até 2021. Sendo que somente 20%, ou 8,9 milhões de toneladas métricas, deste lixo eletrônico são direcionados para reciclagem.

E ainda, foi estimado que o lixo eletrônico continha depósitos de ouro, prata, cobre, paládio e outros materiais recuperáveis, cujo valor total era estimado em 55 bilhões de dólares. De acordo com a ONU (2017) a população mundial estava em torno de 7,6 bilhões de habitantes, e a área total do planeta de 510,3 milhões de Km^2.

Conforme Petarli et al (2009), o adequado gerenciamento deste tipo de lixo pretende diminuir o impacto causado ao meio ambiente, visto que se deixa de dispor em lixões uma enorme carga de metais pesados presentes nestes resíduos tais como: cádmio, chumbo, mercúrio, níquel, e outros. Portanto, estes metais quanto a sua toxicidade são muitos perigosos ocasionando uma grande escala de doenças sendo capaz de levar até o óbito.

O Quadro 01 a seguir mostra algumas substâncias que estão presentes no lixo eletrônico, e seus danos causados a saúde.

Material	Localização	Malefícios a Saúde
Mercúrio	Computadores, monitores e TV de plasma	Danos no cérebro e fígado
Cádmio	Computadores, monitores de tubo e baterias de *laptops*	Envenenamento, problemas nos ossos, rins e pulmões
Arsênio	Celulares	Doenças de pele e prejudica o sistema nervoso
Berílio	Computadores e celulares	Causam câncer no pulmão
Retardantes de chamas	Incêndios em diversos eletrônicos	Problemas hormonais, no sistema nervoso e reprodutivo
Chumbo	Computador, celular e televisão	Causa danos ao sistema nervoso e sanguíneo
Bário	Lâmpadas fluorescentes e tubos	Edema cerebral, fraqueza muscular, danos ao coração, fígado e baço
PVC	Usado em fios para isolar correntes	Se inalado, pode causar problemas respiratórios

Quadro 01 – Danos causados por componentes químicos presentes no LT.
Fonte: Da Rocha (2015).

No Quadro 01, a composição do lixo eletrônico é bastante diversificada, sendo possível encontrar a presença de tantos componentes tóxicos capazes de produzir impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Essas substâncias presentes nos equipamentos eletrônicos como o mercúrio, cádmio, chumbo, entre outros, causam vários problemas de saúde nos seres humanos, como por exemplo, causam vômitos, diarreias, problemas pulmonares, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, até mesmo um mais grave como um câncer, etc. (WIDMER et al, 2013).

Esses equipamentos eletrônicos depois que perdem sua função, muitas pessoas não sabem o que fazer direito com eles, e acabam guardando em casa ou até mesmo jogando no lixo comum, e essas substâncias tóxicas vão parar em lixões e aterros controlados, causando todos os problemas já citados anteriormente. Por isso é muito importante fazer o descarte correto do lixo eletrônico. E esse tema vai ser abordado mais adiante neste trabalho.

1.4 Estruturas do trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

Seção 1: É apresentada a Introdução, Questão de pesquisa, Objetivo geral, Objetivos específicos, Justificativas do trabalho e Estrutura do trabalho.

Seção 2: Apresenta-se o Referencial Teórico que abordará os assuntos referentes ao tema da pesquisa, e tem ainda as seguintes seções: Impactos ambientais do lixo tecnológico, Pilhas e baterias, Celulares, Reciclagem, Conscientização e caminhos para a sustentabilidade, e Legislações para descarte e tratamento de Lixo Tecnológico.

Seção 3: São apresentados os Procedimentos Metodológicos utilizado na pesquisa para coleta, apresentação e análise dos dados.

Seção 4: São apresentados os Resultados e Discussões.

Seção 5: É apresentado o Aplicativo Descarte E-Lixo com suas funcionalidades.

Seção 6: Considerações finais e, finalmente as referências bibliográficas.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Para realizar o tratamento teórico da questão estudada, optou-se por apresentar o problema na seguinte estruturação: Impactos ambientais do lixo tecnológico, Pilhas e baterias, Celulares, Reciclagem, Conscientização, Legislação para o descarte e tratamento de lixo tecnológico e Caminhos para a sustentabilidade.

2.1 Impactos ambientais do lixo tecnológico

Para De Souza Silva et al (2015), entende que a degradação ambiental é, na verdade, consequência de um modelo de organização político-social e de desenvolvimento econômico, que estabelece prioridades e define o que a sociedade deve produzir, como deve produzir e como será distribuído o produto social. Isto implica no estabelecimento de um determinado padrão tecnológico e de uso dos recursos naturais, associados a uma forma específica de organização do trabalho e de apropriação das riquezas socialmente produzidas.

Portanto, interesses divergentes entre os vários grupos sociais, dentre os quais aqueles em posição hegemônica decidem os rumos sociais e os impõe ao restante da sociedade. No final das contas, são os próprios seres humanos os principais responsáveis pelos problemas que estão acontecendo com o meio ambiente, que são a poluição do ar, poluição das águas, poluição do solo, poluição dos alimentos, poluição dos lençóis d'água, proliferação de diversas espécies de animais vetores ou transmissores de doenças, e suas consequências, é que esses problemas vão afetar as futuras gerações, se nada for feito agora, como por exemplo, a falta de água potável.

Segundo Vieira, Soares e Soares (2009) lixo eletrônico é qualificado, como todo ou qualquer produto que possua raiz tecnológica, tornando-se atrasado ou inaproveitável, sendo descartado ou jogado ao lixo. Em vista disso, é razoável considerar os aparelhos celulares, televisores, eletrodomésticos portáteis, rádios, todos os equipamentos de microinformática, filmadoras, vídeos, ferramentas elétricas, DVDs, brinquedos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes, e apresentam-se, atualmente, como produtos descartáveis, sendo estes exemplos de resíduos eletrônicos.

Com o avanço das tecnologias muitos equipamentos entram em desuso devido a diversos fatores, como: peças queimadas, mudança total de tecnologia, desgaste de peças provocadas pelo uso, entre outros. E isso, acaba gerando muito lixo tecnológico, seu descarte

inadequado traz diversos danos à saúde e ao meio ambiente. O solo tem uma forte capacidade de acumulação de metais pesados, porém, se essa capacidade for ultrapassada, os metais em disponibilidade no meio penetram na cadeia alimentar dos organismos vivos ou são lixiviados, colocando em risco a qualidade do sistema de água subterrânea (BENETTI; QUINTANA, 2016).

O Quadro 02 mostra os principais metais pesados presentes na composição de eletrônicos e os riscos à saúde que podem provocar.

COMPONENTES ELETRÔNICOS	RESÍDUO PERIGOSO	RISCOS À SAÚDE
Monitores de Computador e Televisores	Chumbo	Danos ao sistema nervoso, sistema circulatório e renal, e dificuldade de aprendizagem em crianças.
Placas de circuitos de impressoras, transmissores e interruptores, baterias de produtos eletrônicos	Mercúrio	Danos permanentes ou fatais ao cérebro e rins.
Interruptores, transmissores e placas de circuito	Arsênio	Danos pequenos à pele, pulmão e câncer linfático; conhecido agente cancerígeno para os seres humanos
Baterias de equipamentos eletrônicos e cabos, placas de circuito	Cádmio	Danos ao rim, pulmão e câncer de próstata.

Quadro 02 – Elementos perigosos encontrados em componentes eletrônicos.
Fonte: Gerbase e De Oliveira (2012).

Como podemos ver, o descarte indevido desses materiais que são realizados, inclusive, nos aterros sanitários, tem por resultado a eliminação de substâncias tóxicas contidas nos equipamentos eletroeletrônicos diretamente no solo e em águas superficiais e subterrâneas. Isto gera uma contaminação destes recursos naturais e, assim, impacta sobre os animais, os vegetais e a população humana, refletindo assim, nos sistemas ecológicos.

Vale notar que, com o risco danoso ao meio ambiente, à biodiversidade e à saúde humana, geram-se custos. Com isso, permite-se explicitar que o meio ambiente não diz respeito apenas ao fator ecológico, mas sim se relaciona diretamente com o social e o econômico.

2.2 Pilhas e baterias

Pilhas e baterias constitui um item de ampla utilização na sociedade moderna. Autores como Castanho (1993), comentam que pilhas e baterias são definidas como:

> Mini usinas portáteis que transformam energia química em energia elétrica. Apresentam-se sob várias formas, podendo ser cilíndricas, retangulares e botões, conforme sua finalidade. São classificadas de acordo com sistemas químicos, sendo representadas por letras, normalmente impressas nas mesmas, sendo divididas em primárias e secundárias, sendo esta última recarregável.

As pilhas e baterias estão permanentemente presentes no dia-a-dia, uma vez que são bastante utilizadas em aparelhos como controle remoto, rádios, carros, nobreaks, televisores, brinquedos, câmeras, relógios, lanternas, calculadoras, telefones celulares, computadores, etc. Além do mais, as pilhas e baterias comportam-se como usinas portáteis, que convertem energia química em energia elétrica.

Sendo que as mesmas podem ser classificadas de diferentes tipos de acordo com: o formato, o tamanho, se é aberta ou fechada, se é removível ou montada fixa em um aparelho, a aplicação a que se destina o sistema químico empregado para gerar eletricidade, de acordo com sua prática e uso, etc. Também podem ser divididas em primárias (descartáveis) e secundárias (recarregáveis).

As primordiais pilhas colocadas no comércio, por volta de 1900, foram as de zinco-carvão, ainda hoje muito utilizadas. Até 1985, todas as pilhas oferecidas ao usuário, menos as de lítio, incluíam mercúrio metálico em quantidades diferentes: de 0,01% nas de zinco-carvão a 30% nas de óxido de mercúrio (REIDLER, 2002).

Hoje em dia, a tendência é reduzir o teor de mercúrio presente nas pilhas. A função do mercúrio nas pilhas é armazenar as impurezas contidas nas matérias primas, as quais são geradoras de gases que podem afetar seu desempenho e segurança.

No Brasil, por exemplo, os teores de mercúrio encontrados nas pilhas de zinco-carvão e alcalinas, em 1994, foram em média, de 0,006% e 0,025%, respectivamente, contra 0,01% e 0,8%, em 1980. No Japão, desde 1993, o teor de mercúrio nas pilhas alcalinas foi limitado à zero (REIDLER, 2002).

Além do mercúrio, outros metais pesados como o chumbo, o zinco e o cádmio podem ser encontrados nas pilhas e baterias, especialmente nas do tipo recarregáveis, não fabricadas no Brasil, mas, nem por isso, menos disponíveis no mercado. De acordo com

Cavalcante (2015), o Brasil utiliza todos os anos, 1,2 bilhões de pilhas e 400 milhões de baterias de telefone celular e, estima-se que 40% das pilhas comuns vendidas no Brasil sejam adulteradas, isto é, produzidas sem fiscalização podendo conter um teor de metais pesados superiores ao autorizado pela legislação ambiental.

As pilhas e baterias do tipo recarregável entram no país, via importação de equipamentos eletrônicos, e, especialmente, para suprir os aparelhos de telefone celulares. No caso das pilhas e baterias portáteis do tipo secundário (recarregáveis), os manuais dos aparelhos que as utilizam advertem para o risco de jogá-las no lixo comum ou incinerá-las.

Segundo Barros (1999), antes do grande crescimento da indústria eletrônica, na década de 80, utilizava-se, para uso doméstico, na grande maioria das vezes, as baterias em forma de bastonetes de diferentes medidas, de preferência as de zinco-carvão. Devido ao aparecimento de uma quantidade de novos equipamentos movidos à bateria, como aparelhos de surdez, ferramentas elétricas sem fio, máquinas fotográficas, microcomputadores portáteis, apareceram novos tipos de pilhas e baterias: baterias do tipo botão, do tipo cassete, do tipo fixo e acoplado ao aparelho, etc.

2.2.1 Classificação quanto à natureza e origem

De acordo com a natureza e origem, em resíduos domiciliares especiais, as pilhas e baterias são classificadas pela NBR 10.004 (ABNT, 2004), como:

> Classe I ou perigosos – são aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública por meio do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

2.2.2 Tipos de pilhas e baterias

Conforme Reis (2001), de modo geral, o termo pilha teria que ser utilizado para se referir a um dispositivo constituído exclusivamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de forma a gerar energia elétrica e o termo bateria deveria ser usado para se referir a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, de acordo com a necessidade de maior potencial ou corrente, respectivamente. Porém, no dia a dia, os termos pilha e bateria

têm sido usados vagamente para descrever sistemas eletroquímicos fechados que contêm energia. Podemos encontrar vários tipos de pilhas, no entanto isso depende do seu uso.

2.2.2.1 Baterias automotivas

As baterias automotivas (Figura 05) são geralmente as do tipo chumbo-ácido (Pb-ácido), o que as faz serem classificadas como de alto risco ambiental, se descartadas incorretamente, devido as implicações negativas do chumbo sobre os seres vivos em geral.

As baterias chumbo-ácido são plenamente utilizadas como fonte de energia em veículos automotores, em sistema de fornecimento de energia elétrica e em produtos de consumo em geral. Quando essas baterias chegam ao final de sua vida útil devem ser coletadas e enviadas para unidades de recuperação e reciclagem. Se posteriormente o seu esgotamento energético, essas baterias não forem segregadas e seu conteúdo reciclado, causarão ameaça ambiental significativa (CASTRO; BARROS; VIEGA, 2013).

Figura 05: Bateria automotiva
Fonte: Google Imagens, 2018.

2.2.2.2 Baterias industriais

São conhecidas como baterias de utilização industrial (Figura 06), aquelas que se reservam a aplicações estacionárias, tais como telecomunicações, usinas elétricas, sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, alarme e segurança, uso geral industrial e para

partidas de motores a diesel ou, ainda, tracionarias, tais como as empregadas para movimentação de cargas ou pessoas e carros elétricos.

Figura 06: Bateria industrial
Fonte: Google Imagens, 2018.

2.2.2.3 Baterias botão

As baterias botão também são conhecidas como pilhas botão, micro baterias, pilhas moeda ou *button cell*. Pilhas botão são de dimensões pequenas com formato cilíndrico e achatadas. Devido ao diminuto volume são usadas para "alimentar" com energia inúmeros produtos de pequeno porte, como relógios, calculadoras, agendas, aparelhos auditivos, placas de informática, marca-passos, brinquedos e etc.

As Pilhas botão têm muitas nomenclaturas, mas todas atendem a uma norma (Internacional standard IEC 60086-3), embora tenham outras normas de definição. Isto é cada código significa o tipo de conteúdo químico, as dimensões do diâmetro em mm (primeiro ou primeiro + segundo numero) e a espessura em décimos de mm (terceiro ou terceiro + quarto número).

As letras iniciais das Pilhas botão geralmente são L, C ou S no início e a segunda letra R, frequentemente indica "redonda". Todas as Pilhas botão têm que conter na parte inferior a marcação do pólo (normalmente positivo) e a tensão de aplicação. Na (Figura 07) são mostradas alguns modelos desse tipo de bateria botão, muitas são importadas, e outras chegam de forma ilegal no Brasil.

Figura 07: Bateria botão.
Fonte: Google Imagens, 2018.

As baterias botão são basicamente de mercúrio, óxidos de prata, zinco-ar e lítio, como a seguir descritas:

- Mercúrio

As baterias a base de mercúrio vem sofrendo crescente restrição internacional, devido aos evidentes riscos ambientais que sua produção e seu descarte descontrolado representam. No Brasil, no entanto, não sofre qualquer tipo de restrição, sendo inclusive desconhecidos os teores de mercúrio. Acredita-se que o destino seja, quase na sua totalidade, o lixo urbano.

- Óxidos de Prata

Baterias botão de óxidos de prata são coletadas por relojoarias e lojas de material fotográfico em várias cidades do país e comercializadas, para a recuperação da prata, que têm alto valor comercial. Entretanto, como os reprocessados, em sua grande maioria, atuam ilegalmente, em processos caseiros e rudimentares, sem quaisquer cuidados com os efluentes e resíduos gerados, esse tipo de recuperação pode vir a representar riscos ambientais e sanitários.

- Zinco-ar e Lítio

A prática mais comum nos países que dispõem de legislação específica para o seu controle ambiental, tem sido seu descarte no lixo urbano, e, menos comumente, sua coleta e disposição final em aterros para resíduos industriais. O destino final é o lixo urbano.

2.2.2.4 Pilhas e baterias de uso doméstico e geral

Para Barros (1999), a pilha é composta de um ânodo (pólo negativo) e um cátodo (pólo positivo), mergulhados no eletrólito que permite a reação química entre os dois eletrodos. Diversas pilhas ligadas em série formam uma bateria.

Entre os materiais encontrados nas pilhas e baterias, encontram-se o grafite, latão, plástico, papel, papelão e aço. Os eletrólitos podem ser ácidos ou básicos, de acordo com o tipo de pilha. Já os eletrodos são constituídos de uma diversidade de metais, iminentemente perigosos, que são os metais pesados.

No Quadro 03, estão enumerados os materiais dos eletrodos e eletrólitos encontrados nas pilhas domésticas. Graças às reações químicas que ocorrem entre as várias partes das pilhas e baterias é que funciona a variada gama de produtos domésticos, industriais e automotivos que ajudam para a nossa comodidade diária.

Tipo de Bateria	Cátodo	Ânodo	Eletrólito
Alcalina	Dióxido de manganês	Zinco	Potássio e/ou hidróxido de sódio
Zinco-carbono	Dióxido de manganês	Zinco	Amônia e/ou cloreto de zincoo
Óxido de mercúrio	Óxido de mercúrio	Zinco	Potássio e/ou hidróxido de zinco
Aerada de zinco	Oxigênio decorrente do ar	Zinco	Hidróxido de potássio
Óxido de prata	Óxido de prata	Zinco	Potássio e/ou hidróxido de sódio
Lítio	Vários óxidos metálicos	Lítio	Vários orgânicos e/ou soluções salinas
Níquel cádmio (recarregável)	Óxido de níquel	Cádmio	Potássio e/ou hidróxido de sódio
Chumbo-ácido (selada)	Óxido de chumbo	Chumbo	Ácido sulfúrico

Quadro 03 – Componentes químicos primários de pilhas domésticas.
Fonte: Paraná (1998).

Existem duas grandes categorias de pilhas e baterias: úmidas (*wet cell battery)* e secas (*dry cell battery).*

As baterias de chumbo-ácido são as baterias úmidas mais comuns e eram inicialmente usadas somente em automóveis. Nelas o eletrólito é um líquido. As pilhas secas

são também conhecidas como baterias domésticas. O eletrólito, nesse tipo de pilha, apresenta-se na forma de pasta, gel ou outra matriz sólida.

As pilhas têm forma, tamanho e voltagem diferentes. As formas mais comuns são as cilíndricas, retangulares, botões e moedas. Em relação ao tamanho, elas podem ser palito (AAA), pequeno (AA), médio (C) e grande (D). Na Figura 08 são apresentados variados tipos de pilhas.

Figura 08: Vários modelos de pilhas
Fonte: Google Imagens, 2018.

No Brasil são produzidas ao ano mais de um bilhão de unidades entre pilhas e baterias para uso doméstico. Tal quantidade gera preocupação, uma vez que é de conhecimento público que a maior parte do lixo doméstico é destinada a lugares inadequados para sua disposição (CAVALCANTE, 2015).

Dentre as pilhas e baterias de uso doméstico, destacam-se as pilhas de zinco-carvão, "Amarelinhas", e as alcalinas. Ambas são baterias primárias, ou seja, não são recarregáveis e têm como principais constituintes zinco e manganês.

No Brasil, o destino final das pilhas e baterias não recarregáveis tem sido o lixo urbano. E apenas 1% da quantidade de pilha consumida é processada e tem um destino ambientalmente correto. No entanto, verifica-se que as pilhas e baterias alcalinas vêm rapidamente ganhando a preferência dos consumidores. Sob o ponto de vista ambiental, tal constatação é positiva, especialmente por esses produtos apresentarem maior durabilidade, o que pode ser traduzido em uma menor taxa de descarte. No Quadro 04, são apresentados, os usos mais comuns das pilhas e baterias por tipo.

TIPO	COMPONENTES EM MAIOR QUANTIDADE	USOS
BATERIAS RECARREGÁVEIS		
Níquel-cadmio	Níquel, cádmio, hidróxido de potássio.	Aparelhos eletrônicos, eletro portáteis sem fio.
Hidreto de níquel-metálico	Níquel, vários metais raros.	Computadores, telefones celulares, filmadoras.
Ion lítio	Grafite, lítio, óxido de cobalto.	Computadores, telefones celulares, filmadoras.
Chumbo-ácido (selada)	Chumbo, ácido sulfúrico.	Luz de emergência, fontes de energia, brinquedos, vídeos, eletro portáteis.
Chumbo-ácido	Chumbo, ácido sulfúrico.	Partida automotiva
Alcalina de manganês	Zinco, dióxido de manganês, eletrólitos básicos.	Rádios, flash luminosos, brinquedos.
Aerada de zinco (modelo avançado)	Zinco	Fase inicial de comercialização.
BATERIAS PRIMÁRIAS		
Alcalina de manganês	Zinco, dióxido de manganês, eletrólito básico.	Rádios, flash luminosos, brinquedos.
Zinco-carbono	Zinco, dióxido de manganês, eletrólito ácido.	Luz de flash, brinquedos, controle remoto, relógios.
Lítio	Dióxido de lítio e manganês ou monofluoreto de policarbono.	Câmeras, bips, trancas com cartão magnético.
Óxido de mercúrio	Zinco, óxido de mercúrio.	Equipamentos médicos especializados, equipamento de resposta militar e de emergência.
Prata	Zinco, óxido de prata.	Relógios de pulso, calculadoras, aparelhos de audição.
Aerada de zinco	Zinco	Aparelhos auditivos, bips.

Quadro 04: Aplicação de pilhas e baterias e seus principais componentes.
Fonte: Reis (2001).

A semelhança do que ocorre com as baterias de telefonia celular, vem crescendo no país o contrabando das baterias não recarregáveis, principalmente dos países asiáticos. Tais produtos, além de utilizarem falsas marcas de grande penetração no mercado, muitas vezes contêm altos teores de mercúrio, representando graves riscos ambientais e sanitários.

2.3 Celulares

Em Hermes (2017), afirma-se que vivemos em uma época com grandes e constantes inovações tecnológicas, e com isto, torna-se imprescindível um número cada vez maior de estudos e discussões sobre este tema. Apesar de estarmos vivendo sob a influência de todos os tipos de mídia, nesta seção do trabalho propõe-se estudar a mídia eletrônica, mais especificamente, o uso dos telefones celulares.

Vale ressaltar que os celulares tornam-se aparelhos muito completos, integrando diversas funções de outros dispositivos como, computadores, "*notebooks*", *tablets*, videogames, entre outros. Mas com o diferencial de ser portátil, o que torna seu uso mais atrativo, e com isto, cada vez mais consumido. Por intermédio dele que a mídia faz a difusão das informações que melhor lhe convêm, tornando o celular um meio de expressão capaz de transmitir mensagens de maneira muito abrangente, considerando o aumento do número de pessoas que estão fazendo uso deste dispositivo.

Conforme Hanini (2017), no ano de 2015 o número de celulares ultrapassou o numero de pessoas no mundo, com mais de 7 bilhões de aparelhos celulares, isso mostra o quanto a sociedade aceitou essa tecnologia e a tornou uma parte praticamente indispensável do seu cotidiano. Em menos de 1950 anos de existência, a indústria de telefonia móvel trouxe ao mercado inúmeras tecnologias novas, afetando várias indústrias positivamente. Tornando-se um exemplo de indústria inovadora e competitiva.

Com a explosão da telefonia celular, um dos lados negativos fica por conta do descarte dessas baterias, que duram em média dois anos, se intensifica a cada dia, porém o descarte dessas baterias de telefones celulares não deve ir para o lixo comum, pois quando depositadas em lixões, suas substâncias tóxicas podem contaminar os lençóis d'água subterrâneos, afetar a cadeia alimentar e consequentemente colocar em risco a saúde.

O consumidor pode encaminhar as baterias para as assistências técnicas de operadoras de celular, pontos de recolhimentos autorizados tais como alguns supermercados, bancos ou lojas que vendem celulares.

De acordo com Ecycle (2013), o reaproveitamento de uma tonelada de celulares renderia: 3,5 kg de prata; 130 kg de cobre e 340 g de ouro. Portanto, é um mercado emergente que ainda está em crescimento. São necessários mais investimentos em tecnologia para a reciclagem dos componentes eletrônicos, buscando uma forma mais sustentável de produzir os equipamentos eletrônicos. Ver Figura 09.

Figura 09: Recolhimento de baterias de celulares.
Fonte: Google Imagens, 2018.

O perfil de consumo indica que 80% das baterias são do tipo Níquel-Cádmio (Ni-Cd), consideradas as de maior impacto ambiental. Estima-se que as de Níquel Metal Hidreto (NiMH) representem 18% do mercado, enquanto que as do tipo íons de Lítio (Li) representam apenas 2%. As diferenças entre os três tipos de baterias estão, principalmente, na capacidade de armazenamento de energia, peso, durabilidade e preço. As do tipo Ni-Cd são as mais pesadas, menos duráveis e mais baratas.

De um modo geral, as baterias de telefonia celular são descartadas sem qualquer cuidado no resíduo sólido urbano das cidades brasileiras, apresentando riscos de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Como, muitas vezes o lixo urbano é queimado ao ar livre ou em incineradores não apropriados para esse fim, também existe o risco de ocorrência de poluição atmosférica por fumos de metais, além de gases e partículas normalmente presentes em processos de queima ineficientes.

Entretanto, as empresas de baterias de celular estão se mobilizando para atender à resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 257, de 30 de junho de 1999, que estabelece a responsabilidade do material pós-consumo aos fabricantes. A resolução obriga os fabricantes a criarem uma estrutura de postos de coleta de baterias usadas. É recomendável que o consumidor devolva o produto após o uso, em postos de assistência técnica dos fabricantes.

A resolução CONAMA nº 257/1999 não dispõe sobre baterias do tipo NiMH, apesar de o Níquel ser considerado um elemento potencialmente carcinogênico e apresentar alta toxicidade à vida aquática. Além disso, o consumo desse tipo de bateria vem aumentando

em progressão geométrica, na proporção em que as baterias de Ni-Cd tem sido banidas por algumas empresas fabricantes de telefone celular. As baterias do tipo NiMH são superiores às de Ni-Cd do ponto de vista tecnológico, embora representem o mesmo potencial de riscos ambientais e sanitários que as que contém cádmio.

No que se refere à futura geração de resíduos constituídos por baterias de celular, estima-se que, com a miniaturização dos aparelhos e com a adoção de novas tecnologias de operação dos mesmos, com baixo consumo energético, deverá haver uma redução da velocidade de geração e da quantidade desses resíduos.

2.4 Reciclagem

Para Freire (2010), desde o início da década de 1980, a fabricação de embalagens e produtos descartáveis cresceu consideravelmente, tanto quanto a produção de lixo, especialmente nos países desenvolvidos. Essa grande produção de resíduos aumentou o receio da sociedade com os problemas ambientais associados aos resíduos gerados no processo de desenvolvimento.

Assim sendo, uma das explicações apresentadas pelas instituições de proteção do meio ambiente é a de que a expansão econômica deve estar aliada à preservação do meio ambiente, e a reciclagem é considerada como a melhor escolha nesse processo, por ser ambientalmente benéfico e economicamente viável. Desse modo, no começo da década de 90 ações como campanhas de coleta seletiva de lixo e reciclagem de materiais tornam se comuns em diversas partes do planeta.

No Brasil, de acordo com o Cempre (2016), desde 1994 reúne informações sobre os programas de coleta seletiva desenvolvida por prefeituras, apresentando dados sobre composição do lixo reciclável, e parcela da população atendida. É importante ressaltar que esta pesquisa tem abrangência geográfica em escala nacional, e possui periodicidade bianual de coleta de dados. A metodologia da pesquisa consiste no levantamento de dados através do envio de questionário às Prefeituras e visitas técnicas. O objetivo não é fazer comparações, mas demonstrar quais municípios contam com programas estruturados de coleta seletiva, pois isso é indispensável para o desenvolvimento do setor de reciclagem no país. A Figura 10 a seguir, mostra alguns valores dessa pesquisa.

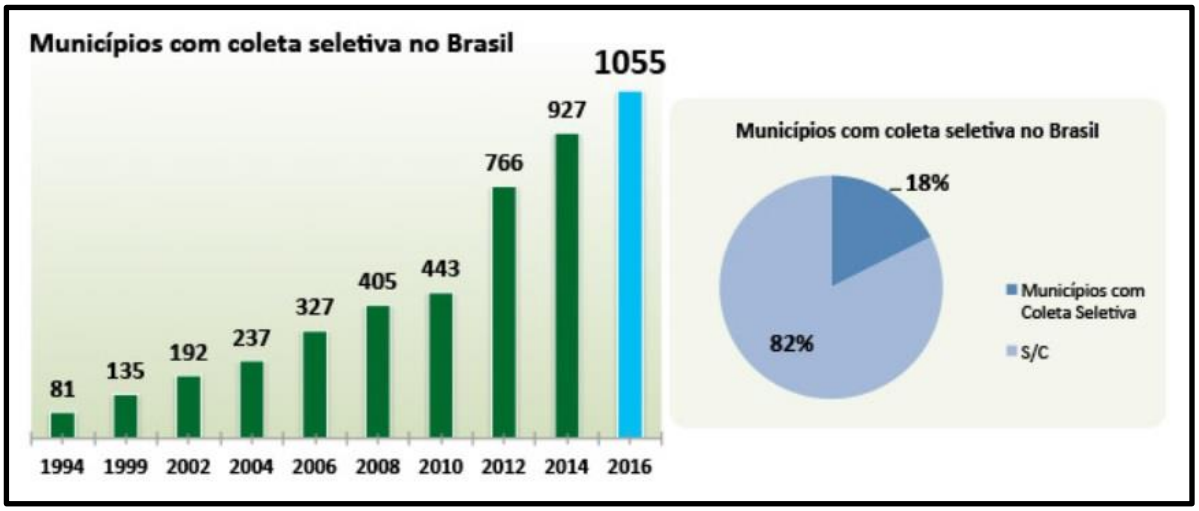

Figura 10: Municípios com coleta seletiva no Brasil.
Fonte: (CEMPRE, 2016).

Como podemos ver na Figura 10, no ano de 2016, o Brasil teve 1055 municípios que contemplaram com programas de coleta seletiva, e isso representou cerca de 18% do total. Enquanto que outros 82% dos municípios brasileiros ficaram sem programas de coleta seletiva, e isso representa um número absurdamente muito elevado.

Quando se fala em regionalização, a concentração dos programas municipais de coleta seletiva permanece nas regiões Sudeste e Sul do País com 81% desses serviços, como podemos ver na Figura 11 abaixo. Enquanto que a região Norte do País tem apenas 1% deste serviço de coleta seletiva.

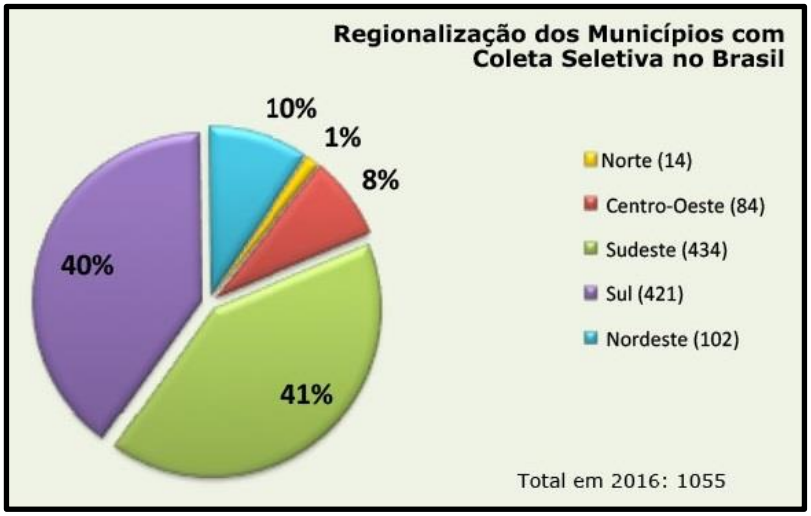

Figura 11: Regionalização dos Municípios com coleta seletiva no Brasil.
Fonte: (CEMPRE, 2016).

Na Região Norte são catorze municípios que tem a coleta seletiva, no Estado do Acre: Rio Branco; no Estado do Amazonas: Manaus; no Estado do Pará: Altamira, Belém, Benevides, Jacundá, Parauapebas, Quatipuru, Tomé-Açu; no Estado de Rondônia: Ariquemes, Cacoal, Porto Velho; no Estado de Roraima: Boa Vista; e finalmente no Estado de Tocantins: Palmas.

Cerca de 31 milhões de brasileiros, que representa 15% do total, que têm acesso a programas municipais de coleta seletiva. Ver Figura 12 a seguir.

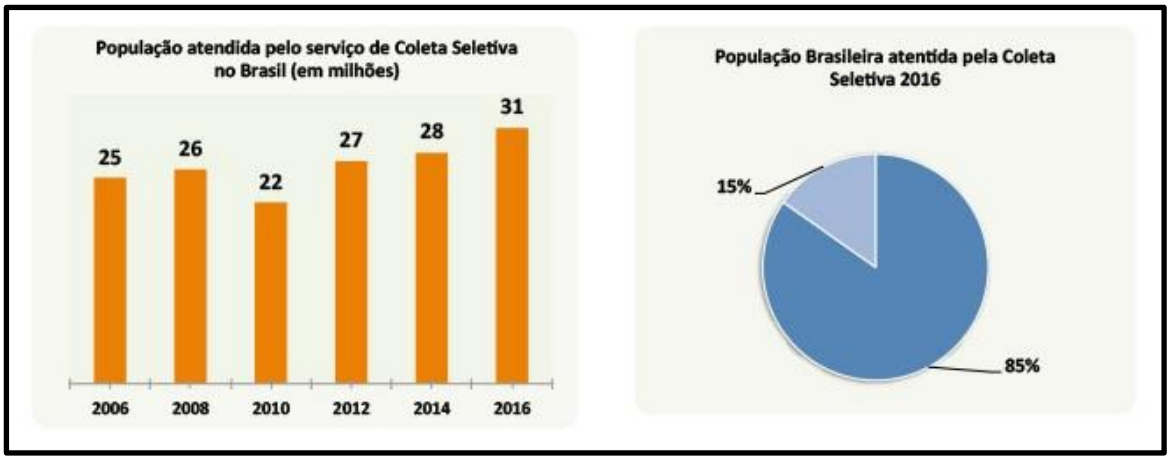

Figura 12: População atendida pelo serviço coleta seletiva no Brasil.
Fonte: (CEMPRE, 2016).

Observando na Figura 12 acima, 85% da população brasileira, ou seja, 175 milhões de pessoas não tem acesso a serviços de programas municipais de coleta seletiva, um número muito expressivo negativamente para o país.

A composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação o peso total da amostra de lixo (resíduo sólido) analisada, e serve para se fazer o monitoramento e avaliação de projetos ambientais. De acordo com a Cempre (2014), os matérias recicláveis mais recolhidos pelos sistemas municipais de coleta seletiva (em peso) são as aparas de papel/papelão, seguidos dos plásticos em geral, vidros, metais e embalagens cartonadas assépticas. O índice de rejeitos ainda é alto, apontando a necessidade de se investir na conscientização da população para que seja feita a correta separação doméstica dos materiais.

Com esses dados da pesquisa, dar para se buscar novas soluções que permitam expandir os modelos de sucesso. Ver Figura 13 a seguir.

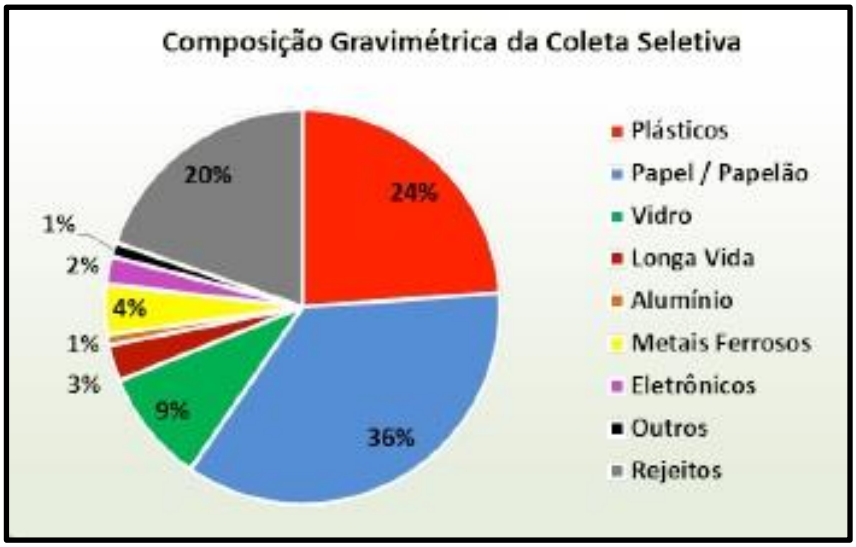

Figura 13: Composição gravimétrica da coleta seletiva.
Fonte: (CEMPRE, 2014).

Como podemos verificar na Figura 13 acima, a porcentagem de 2% de lixo eletrônico, até pode ser considerada baixa, porém o potencial poluidor que tem nesses componentes eletrônicos é muito grande, principalmente com cádmio, chumbo e mercúrio, entre outros.

Devemos considerar a população como uma variante importante, pois segundo Trigueiro (2012), em cinquenta anos a população mundial teve um aumento significativo, em 1950 eram 2,5 bilhões, passando para 6 bilhões no ano de 2000. Em 2016 a população passou para 7,4 bilhões e até 2045 deve chegar a 9 bilhões de pessoas a população mundial.

Neste período, com a industrialização, o consumo aumentou exponencialmente, isso contribuiu para o aumento da poluição e do lixo. Estudos indicam que hoje ainda com grande parte da população mundial excluída, o consumo por ano é de 50% a mais de recursos naturais renováveis do que o planeta terra é capaz de regenerar.

Com a globalização o mundo se tornou pequeno e o estilo de vida consumista se espalhou. A sociedade é chamada de sociedade de consumo porque consumir se tornou uma atividade que foi além da ideia inicial de satisfazer necessidades.

Nesse contexto capitalista onde o que prevalece são as relações de consumo, isto é, quem vende e quem compra na prática do rápido consumismo capitalista, a reciclagem aparece como uma gradual e recente tomada de pensamento da sociedade com os problemas ambientais, como uma escolha a superprodução de LT no mundo e ao possível esgotamento dos recursos naturais. A produção de resíduos pela população é uma consequência indispensável do desenvolvimento, no entanto, o que se vê ao longo das ultimas décadas é

uma produção desenfreada de todo tipo de lixo, inclusive de lixo tecnológico em todas as partes do mundo.

Na Tabela 01, a seguir temos uma ideia da quantidade de LT produzido no mundo e nos países.

Países	População (Hab)	Área (Km²)	Prod. LT(Milhões Ton/ano)	Porcentagem(%)
1-China	1,357 Bilhões	9.597.000	7,2	16,1
2-EUA	319 Milhões	9.834.000	6,3	14,1
3-Japão	127 Milhões	377.972	2,1	4,7
4-India	1,278 Bilhões	3.287.000	2	4,47
5-Alemanha	83 Milhões	357.051	1,9	4,25
6-Brasil	205 Milhões	8.516.000	1,5	3,35
7-Russia	144,3 Milhões	17.075.400	1,4	3,13
8-França	67 Milhões	643.801	1,4	3,13
9-Indonésia	261 Milhões	1.905.000	1,3	2,9
10-Itália	60,5 Milhões	301.338	1,2	2,7
Outros(183)	3,5 Bilhões	97.775.438	18,4	41,17
Total	7,4 Bilhões	149.670.000	44,7	100

Tabela 01 – Produção de LT no mundo e nos países.
Fonte: ONU; IBGE; OMC, 2016. (adaptado).

Na Tabela 01, o Brasil aparece na sexta posição com 1,5 milhões de toneladas produzida neste ano de 2016, representando 3,35% da produção mundial. A região da Europa, incluindo a Rússia, é a segunda maior geradora desses resíduos, com uma médica de 16,6 kg por pessoa. As Américas geram 11,6 kg per capita, enquanto a Ásia tem um descarte de 4,2 kg. Os países da África são os que menos produzem lixo eletrônico por habitantes, com 1,9 kg. Na Figura 14 a seguir, temos a produção de LT e sua porcentagem entre os países.

Países	Prod. LT (Milhões Ton/ano)
1-China	7,2
2-EUA	6,3
3-Japão	2,1
4-India	2
5-Alemanha	1,9
6-Brasil	1,5
7-Russia	1,4
8-França	1,4
9-Indonésia	1,3
10-Itália	1,2
Outros(183)	18,4
TOTAL	44,7

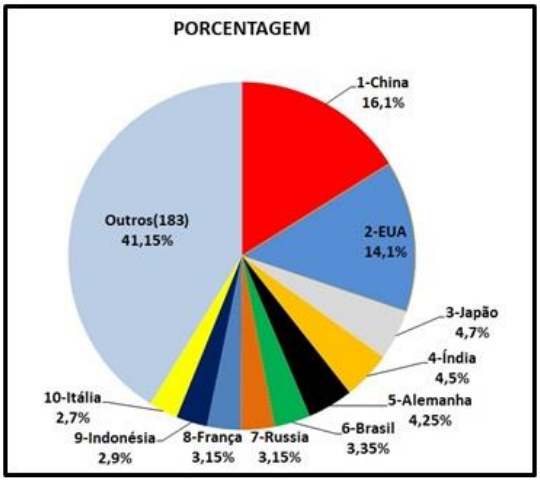

Figura 14: Produção de LT e sua porcentagem entre os países.
Fonte: ONU; IBGE; OMC, 2016. (adaptado).

Na Figura 14, descreve-se que na China e nos EUA praticamente produzem juntos 30% do Lixo Tecnológico do mundo. E um fato muito interessante, é que os dez países mais poluidores de LT, eles juntos produzem 58,85%, um equivalente de 26,3 milhões de toneladas por ano. Enquanto que os países restantes produziram juntos, um total de 41,15% de LT, isso foi equivalente a 18,4 milhões de toneladas por ano.

No Brasil, existem os postos coletores, mercados e revendedores de produtos eletrônicos que aceitam os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE). Apesar de não possuir uma alta tecnologia de reciclagem, o país inicia essa caminhada para intervir na crescente produção de lixo eletrônico.

Conforme Maciel (2014), as pessoas nem imaginam quais os tipos de materiais e substâncias que estão contidas dentro de equipamentos eletrônicos, tanto substâncias tóxicas quanto materiais nobres como ouro e platina que acabam no mesmo destino, o lixo comum. A Tabela 02 abaixo mostra a composição dos materiais eletrônicos de uma tonelada de lixo eletrônico misto.

Material	Porcentagem
Ferro	Entre 35% e 40%
Cobre	17%
Chumbo	Entre 2% e 3%
Alumínio	7%
Zinco	4% a 5%
Ouro	200 a 300 gramas
Prata	300 a 1000 gramas
Platina	30 a 70 gramas
Fibras plásticas	15%
Papel e Embalagens	5%
Resíduos não recicláveis	Entre 3% e 5%

Tabela 02 – Composição de uma tonelada de LT misto.
Fonte: Maciel (2014).

Como podemos observar na Tabela 02, tem-se um tesouro escondido no lixo eletrônico, não é apenas sucata velha. Isso acontece porque na fabricação de boa parte de equipamentos eletrônicos são utilizadas matérias-primas preciosas como ouro, prata, chumbo, paládio, cobre e alumínio, que podem ser reaproveitadas.

Valor econômico de 1 Tonelada de LT - 2018			
Material	**Porcentagem**	**Massa/R$**	**R$**
Cobre	17%	Kg/3,50	2.805,00
Ouro	200 a 300 g	g/145,45	43.635,00
Prata	300 a 1000 g	g/1,90	1.900,00
Platina	30 a 70 g	g/102,50	7.175,00
-	-	-	55.515,00

Tabela 03 – Possível valor econômico de uma tonelada de LT misto.
Fonte: Maciel, 2014 (adaptado).

Na Tabela 03 foram separados os materiais mais preciosos e feito uma cotação de mercado atual. E esses materiais preciosos como o Cobre, Prata, Platina e Ouro, tem um valor econômico muito alto, principalmente o Ouro e a Platina. Apesar de esses serem encontrados em pequenas quantidades, representou em dinheiro um valor de R$ 55.515,00 em uma tonelada de lixo tecnológico.

A Tabela 04 a seguir, mostra os preços de mercado de material recicláveis, com alguns dados da coleta seletiva, para se ter uma ideia do custo em dinheiro.

Reciclável	Preço (R$/Ton)	Porcentagem
Papel	480	36%
Plástico	2.100,00	24%
Vidro	190	9%
Longa vida	250	3%
Alumínio	4.750,00	1%
Eletrônicos	55.515,00	2%

Tabela 04 – Preços dos materiais recicláveis.
Fonte: CEMPRE, 2018 (adaptado). Preço da tonelada em real.

Na Tabela 04, a coleta seletiva pode ser uma atividade muito lucrativa para as empresas que trabalham no ramo. E os valores nos mostram que apesar do lixo eletrônico ter apenas 2% do percentual da coleta seletiva, o seu preço em dinheiro é maior que todos os outros materiais recicláveis, levando-se em conta a reciclagem de uma tonelada de material. É muito importante, que a população saiba como funciona o ciclo de reciclagem do lixo tecnológico. Ou seja, a reciclagem consiste em uma série de atividades que têm o objetivo de

aproveitar os detritos de um objeto e reutilizá-los como matéria-prima dentro do processo industrial. Porém, nem sempre a reciclagem se destina a reinserção do produto dentro do mesmo ciclo produtivo, por exemplo, o vidro dos monitores, pode virar prateleiras de cozinha.

O processo de reciclagem do e-lixo começa com a coleta ou recebimento do material. Em seguida os equipamentos são desmontados por um processo conhecido como manufatura reversa, que é o movimento inverso ao de uma linha de montagem. Cada material é classificado (plásticos, metais, placas de circuito, vidros, metais pesados, elementos químicos, etc.).

Os materiais que podem ser reciclados são encaminhados para esse fim. A reciclagem pode ser feita nos centros que realizam a separação, se possuírem estrutura para isso, ou em instituições especializadas em cada tipo de material. O material a ser reciclado é reduzido por trituração ou compactação para diminuir os custos com transporte.

Um exemplo de lixo eletrônico de difícil reciclagem são as placas de circuito impresso (PCIs), que são usadas em quase todos os equipamentos eletrônicos ou de tecnologia (computadores, carros, smartphones). A constituição dessas placas é bastante heterogênea, possuindo diferentes metais pesados, como o chumbo, cobre, cádmio e níquel, e também metais preciosos como o ouro, prata e a platina. Assim sua reciclagem é muito importante economicamente e para o meio ambiente, e pensando nisso vamos citar duas empresas muito importantes para este tipo de processo de reciclagem: a Suzaquim Indústrias Químicas Ltda e a Cimelia Reciclagem Ltda.

- A SUZAQUIM Indústrias Químicas Ltda. Está instalada na Cidade de Suzano, Estado de São Paulo. Têm como missão cooperar com a preservação do meio ambiente através do reprocessamento e da destinação final de resíduos industriais, pilhas e baterias, lixo tecnológico e materiais diversos para a produção de sais e óxidos metálicos. Sua capacidade é de reciclar 250 Ton/mês.

Desde sua constituição, vem investindo no constante crescimento e conquista de seu espaço, com a melhoria contínua de seus equipamentos, instalações e processos, sempre com o objetivo de oferecer alternativas viáveis para seus clientes quanto à destinação adequada para seus resíduos e aquisição de produtos de qualidade, sem se descuidar da preservação do meio ambiente.

Dentro desse espírito, a SUZAQUIM implantou um sistema de qualidade aliado ao meio ambiente e, após auditoria, teve o seu SGQA – Sistema Integrado de Gestão da

Qualidade e Ambiental certificado nos padrões normativos da NBR ISO 9001 e ISO 14001, mantendo-o até os dias atuais. (SUZAQUIM, 2017).

- A Cimelia Reciclagem Ltda oferece serviços de gerenciamento e reciclagem de resíduos eletroeletrônicos em geral, o processo completo de reciclagem dá-se na Matriz Cimelia *Resource Recovery* PTE LTD em Cingapura, multinacional Chinesa que é especialista na refinagem de 16 metais diferentes: Ferrosos, Não Ferrosos, Preciosos e Raros extraídos dos resíduos que são exportados. A planta de Campinas oferece serviços de separação, previa descaracterização dos equipamentos, laudos de destruição e garantia de que os equipamentos não serão reutilizados, aterrados (contra aterramentos sanitários) ou incinerados de maneira inadequada, assim sendo fazemos o primeiro passo do processo de reciclagem. (CIMELIA, 2015).

A CIMELIA trabalha no Brasil com mais de 80 nomes de empresas, entre elas: Dell, Samsung, Epson, Flextronics, Siemens, HP, Positron, Nortel, Huawei. Sua capacidade está em média 150 a 200 toneladas por mês. De acordo com Da Silva et al (2007), só seria viável trazer equipamentos e montar uma planta para reciclar no Brasil se a indústria brasileira conseguisse uma quantidade igual ou superior a 500 toneladas/mês de lixo eletrônico. Isso geraria muitos empregos diretos e indiretos.

Na Cidade de Belém PA, a reciclagem é feita por algumas Cooperativas que trabalham com esse tipo de material, e ainda ficam restritos somente a coleta, desmontagem e separação dos materiais. No entanto, existem poucos pontos de coletas pela Cidade que recebem o lixo eletrônico. Além de ter pouca informação em relação ao assunto, seria muito importante ter divulgação nos meios de comunicação, como por exemplo, rádio e televisão, orientando a população de como fazer o descarte correto do seu lixo tecnológico.

É importante informar, que muitos estabelecimentos como supermercados, shopping centers, lojas de material de construção, farmácias, postos de assistência técnica, lojas de eletrônicos e celulares, lojas de informática e outros estabelecimentos comerciais não estão preparados para receber o lixo eletrônico.

Dessa forma, estão descumprindo a Resolução do CONAMA 257 de 1999, que fala de Pilhas e baterias; e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Nº 12.305 de 2010; especificamente o Artigo 3, Parágrafo 12 que fala da Logística reversa. Temas que serão abordados com mais detalhes, na Seção sobre Legislação.

2.4.1 Reciclagem de Computadores

De acordo com Oliveira (2010), o procedimento de reciclagem do lixo eletrônico começa com a arrecadação dos equipamentos obsoletos. Posteriormente, os materiais passam por uma triagem que irá determinar se o computador e suas peças estão funcionando, aquelas em condições de uso são separadas para iniciativas de inclusão digital de comunidades carentes.

O restante é desmontado e separado (plásticos, metais, placas de circuito impresso, etc.) e descaracterizados, a quantidade é reduzida por trituração e/ou compactação (para reduzir os custos de transporte). A reciclagem pode acontecer diretamente nos centros que acontecem à separação, se tiverem estrutura para tal prática, ou em recicladoras especializadas (por exemplo, recicladoras de plástico). Na Figura 15 é possível visualizar o fluxograma do processo de reciclagem.

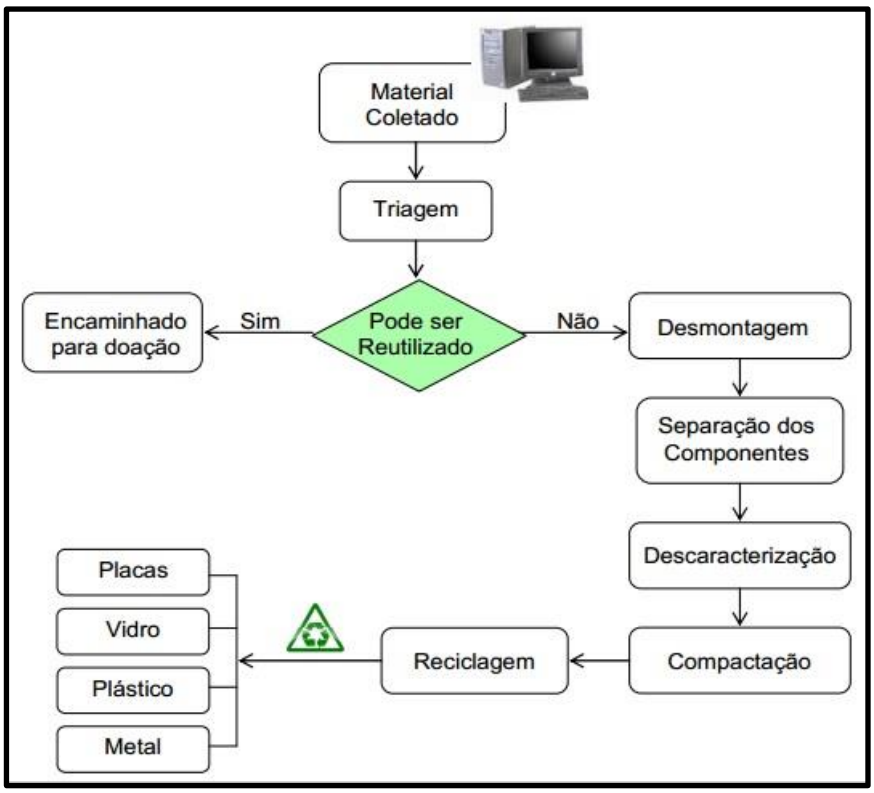

Figura 15: Fluxograma do processo de reciclagem de computador.
Fonte: Oliveira (2010).

Este fluxograma é muito interessante, pois mostra todo o processo envolvendo a reciclagem de equipamentos de informática. Desde a sua triagem, passando por uma seleção

do que vai ser encaminhado para a doação e o que vai ser desmontado e encaminhado para o processo final de reciclagem.

A Tabela 05 apresenta a composição de um computador que é constituído por materiais reaproveitáveis.

COMPONENTE	PERCENTUAL/COMPUTADOR
Metais Ferrosos	**32%**
Plástico	**23%**
Metais não-ferrosos (chumbo, cádmio, belírio, mercúrio)	**18%**
Vidro	**15%**
Placas eletrônicas (ouro, platina, prata e paládio)	**12%**

Tabela 05 – Componentes de resíduos de computador.
Fonte: Xavier et al (2010).

Na Tabela 05, pode-se verificar que são aproximadamente equivalentes os percentuais de metais nobres 12% e metais perigosos 18%. O valor agregado dos metais nobres, ainda assim, parece ser o principal aspecto motivador da reciclagem no país.

Para Eco Eletro (2014), o mercado da reciclagem de resíduos de Lixo Tecnológico vem tendo um aumento bastante considerável no Brasil, pois a evolução do ramo de tecnologia e sustentabilidade é surpreendente, sempre com novidades, e isto conquista seus consumidores com equipamentos de informática melhores, fazendo com que os antigos se tornem obsoletos. Em média, o brasileiro gera sete quilos de lixo eletrônico por habitante.

Neste contexto, surgem às oportunidades de negócio, de fato a reciclagem eletrônica se apresenta como uma interessante atividade para empreender. Além do que, contribui com o meio ambiente e oferece o respaldo para novos avanços tecnológicos. No entanto, esse tipo de negócio foi impulsionado por uma lei do governo federal de 2010, que obriga as empresas a cuidarem do lixo eletrônico, de forma a evitar a contaminação do meio ambiente. A lei diz que o consumidor deve devolver os produtos usados nos mesmos locais onde foram comprados. As lojas que comercializam esses produtos são obrigadas a levá-los ao centro de triagem mais próximo.

A Tabela 06 mostra uma Tabela de preço de alguns materiais de informática, que são comprados em um centro de reciclagem.

Material	Preço (kg)
Placa Mãe	R$ 10,70
HD	R$ 3,20
Memória	R$ 25,00
Processador	R$ 50,00
Fonte	R$ 0,90
Cabo Flat	R$ 1,40
Teclado	R$ 0,10
Cabos	R$ 2,20
Ventoinha	R$ 0,30
Leitor (Drive) CD/DVD/Disquete	R$ 0,30
Placa Pesada	R$ 0,90
Placa Leve	R$ 11,00
Mouse	R$ 0,20
Monitor LCD	Até R$5,00 a unidade
Moitor CRT (tubo)	De R$ 1,50 a R$ 3,50 a unidade
Cabo Flat	R$ 1,50
CPU Inteiro	Até R$ 10,00 a unidade

Tabela 06 – Tabela de preços de alguns componentes de computador.
Fonte: Eco Eletro (2014).

O Projeto Eco Eletro, localizado na Cidade de São Paulo, faz cadastro de Cooperativas que trabalham com reciclagem de LT, e só recebem dessas Cooperativas grandes quantidades de resíduos e os valores apresentados se aplicam somente a cargas com pelo menos três toneladas de componentes eletrônicos, separados e tratados. Na Tabela 06 podemos ver preços variados, de alguns componentes de um computador, que é utilizado por uma Cooperativa que faz reciclagem de lixo tecnológico. Ela faz compra desses materiais de acordo com a Tabela, recicla e depois revende pra outras empresas que terminam o processo de reciclagem.

2.4.2. Reciclagem das Placas de Circuito Impresso

As placas de circuito impresso estão presentes em praticamente todos os equipamentos da indústria de eletroeletrônicos e são importantes componentes dos computadores, notebooks, smartphones, etc. Este tipo de placa é feita de camadas isolantes de fibra de vidro e resina, sobre as quais são montados os componentes eletrônicos e feita as suas interconexões (OLIVEIRA, 2010).

A técnica utilizada para o tratamento de uma placa de circuito impresso (PCI) é complexo, por isso, inúmeras tecnologias têm sido desenvolvidas ou aprimoradas para a reciclagem deste componente, presente em todos os computadores. Em seu artigo Greco et al (2015), aborda como é feita a recuperação dos metais presentes em placas de circuito impresso. A Figura 16 mostra a imagem de uma placa de circuito impresso.

Figura 16: Placa de circuito impresso.
Fonte: Google Imagens, 2018.

A composição dessas placas é extremamente heterogênea, possuindo diversos metais pesados, como o chumbo, cobre, cádmio e níquel, e também metais preciosos como o ouro, prata e a platina. Por isso sua reciclagem é muito importante economicamente e para o meio ambiente. A Figura 17 está descrita a composição média dos materiais que estão presentes em uma placa de circuito impresso.

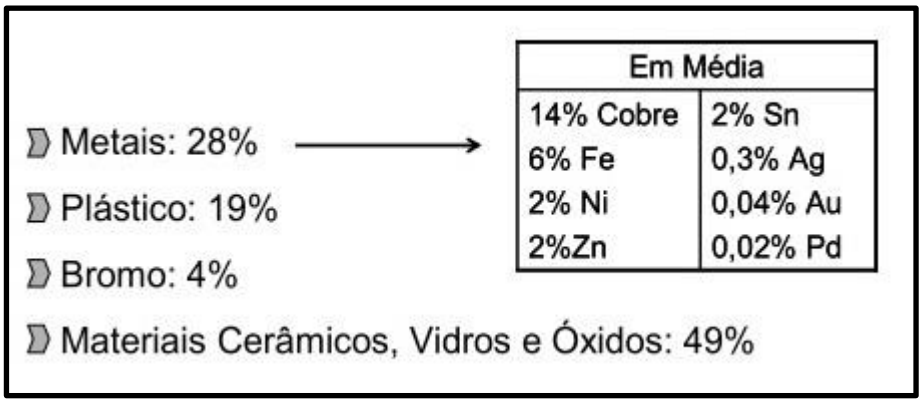

Figura 17: Composição média de uma PCI.
Fonte: Oliveira (2010).

Os processos para reciclagem de uma PCI podem ser mecânicos, químicos ou térmicos. Dentre os tratamentos possíveis, o tratamento mecânico é o menos agressivo ao meio ambiente e aos seres humanos por gerar menos resíduos contaminantes.

- Reciclagem mecânica

Este tipo de processo pode ser considerado um pré-tratamento, com o objetivo de separar previamente metais, materiais poliméricos e cerâmicos. Consiste na combinação de um ou mais processos operacionais para o reaproveitamento do material descartado. Após esta etapa, os metais são encaminhados para processos metalúrgicos de refinação.

As técnicas que compõem o processo são: Cominuição (diminuição do tamanho do material), Classificação (classificação de acordo com seu tamanho, para saber a distribuição granulométrica das partículas) e Separação (separam-se as partes que interessam, para o processo de refino do metal, descartando-se eventuais impurezas). A reciclagem mecânica é a mais conhecida, principalmente por ter um baixo custo e gerar produtos com boa qualidade. É a técnica mais utilizada no Brasil.

- Reciclagem química processo hidrometalurgia

O processo hidrometalúrgico consiste na separação de metais onde a etapa principal envolve reações de dissolução do material em soluções lixiviantes, ácidas ou alcalinas, seguida de etapas de separação como filtração, destilação e precipitação dos metais dissolvidos. Algumas das vantagens deste método, em relação à pirometalurgia, são a economia de energia e a menor poluição do meio ambiente.

- Reciclagem térmica processo pirometalurgia

É um processo metalúrgico que utiliza altas temperaturas para produzir metais puros, ligas ou compostos intermediários. Este processo tem um elevado consumo de energia para atingir as temperaturas adequadas para cada etapa, e ainda é constituído de uma série de etapas que vai desde a secagem da matéria-prima até o refino do produto final.

A etapa de transformação química a ser utilizada vai depender do material de partida. As mais conhecidas são calcinação (decomposição pelo calor de um composto na presença de oxigênio), ustulação (calcinação aplicada a sulfetos) e pirólise (decomposição de um determinado composto pela ação do calor em um ambiente com pouco ou nenhum oxigênio).

Um dos maiores problemas da utilização de processos pirometalúrgicos é a possibilidade de emissão de compostos tóxicos como, por exemplo, as dioxinas liberadas pela queima dos polímeros clorados.

No Brasil é bastante limitado o processo de reciclagem de placa de circuito impresso (PCI). Por esse motivo, ela é encaminhada para países que possuem tecnologia suficiente para realizar esse tipo de reciclagem, como EUA, Suíça, Alemanha, Japão. Como há um crescimento exponencial de lixo tecnológico por ano, alguns analistas acreditam que exista neste setor uma grande oportunidade de negócios.

Por exemplo, no Japão, onde o hábito de devolver o celular velho ou quebrado à loja da operadora é uma prática disseminada entre a população local, as lojas costumam receber vários celulares antigos por dia. Neste país, esses telefones são colocados em uma espécie de panela de pressão de grande porte a 500°C. Após 12 horas, é obtido um material escuro, que é levado para separação, onde se obtém os metais como prata, ouro e cobre. Uma mineradora japonesa conseguiu produzir uma barra de dez quilos de ouro, a partir dos metais encontrados nos celulares. Tudo é reutilizado - os outros metais voltam para o mercado na forma de equipamentos novos e o plástico se transforma em óleo combustível das máquinas.

2.5 Conscientização e caminhos para a sustentabilidade.

Conforme Portogente (2016), a conscientização ambiental é a criação de percepção crítica em relação aos danos sofrido pelo meio ambiente, devido à sua exploração sem cuidados pelos seres humanos, desde os tempos iniciais da humanidade. Desde os primórdios a humanidade necessitou do meio ambiente para sobreviver, consumindo recursos para conseguir alimento e abrigo.

Essa relação era harmoniosa, mas com o passar dos séculos, ela foi desenvolvendo-se de tal forma que a exploração, aos recursos naturais ficou cada vez mais preocupante, principalmente no final do século XX. Na Figura 18, tem-se a evolução da humanidade em comparação com os recursos naturais.

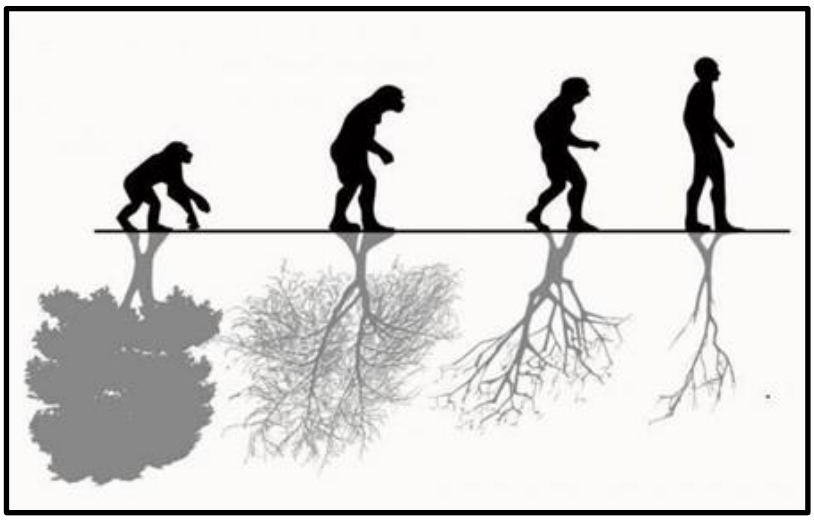

Figura 18: Evolução da espécie humana versus recursos naturais.
Fonte: Portogente (2016).

Isso se deu com o rápido crescimento populacional, e com um grande desenvolvimento dos adventos tecnológicos. Isso fez com que a relação perdesse seu equilíbrio, fazendo com que fosse importante pensar sobre a preservação do meio ambiente simultaneamente com os interesses econômicos e sociais, isto é, pensar em um desenvolvimento sustentável.

Dessa forma surgiram normas ambientais que se tornam cada vez mais severas, métodos de produção e de energia cada vez mais sustentáveis. E todas as atividades diárias desempenhadas pensando na economia de recursos naturais. No início do Século XXI, o mundo desperta para um novo momento e a sociedade percebe a necessidade de fazer um

esforço para melhorar a qualidade ambiental, reprimir os infratores ambientais, compensar também àquele que preservam o meio ambiente.

Para Carvalho e Estender (2017), a diminuição de consumo deve ser estudada para que a educação e a conscientização ambiental consigam um avanço na sociedade; dessa forma, seria interessante usar a tecnologia como meio para desenvolver e conscientizar a sociedade, para que, procurem a redução do desperdício, através da reciclagem, coleta seletiva e práticas sustentáveis.

Assim como, conseguir novos meios que possam ser úteis para difundir e expressar a importância da conscientização ambiental aos usuários, apresentando um caminho mais sustentável, através de ações responsáveis. Na Figura 19, mostra-se a prática dos 5R's que fazem parte de um processo educativo que tem por finalidade uma mudança de hábitos no dia a dia das pessoas. A ideia principal é levar o cidadão a repensar seus valores e práticas, reduzindo o consumo exagerado e o desperdício.

Figura 19: Os 5R's.
Fonte: Sobreira (2017).

A prática dos 5R's pela sociedade, pelas indústrias, pelos fabricantes de equipamentos tecnológicos, é muito importante para o meio ambiente. E esse tipo prática valoriza a reciclagem, pois as empresas vêm inserindo, nos seus produtos e em suas

embalagens, símbolos padronizados que indicam a composição dos materiais. Esse tipo de rotulagem ambiental tem, por objetivo facilitar a identificação e separação dos materiais, encaminhando-os para a reciclagem. Ver Figura 20, centro de recondicionamento de computadores.

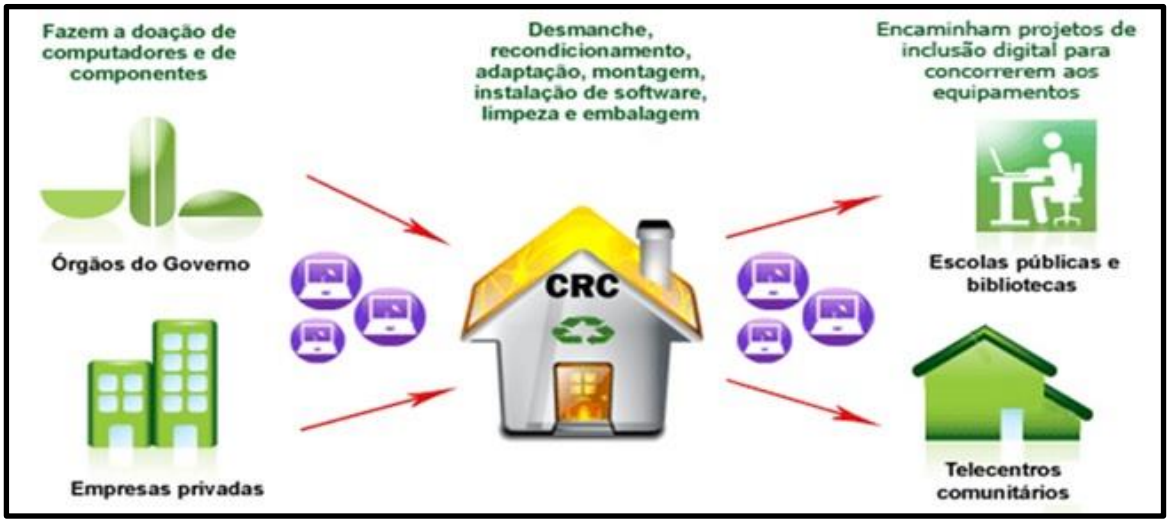

Figura 20: Centro de recondicionamento de computador.
Fonte: Google Imagens, 2018.

As empresas privadas e órgãos públicos fazem doações para esses CRC's de equipamentos obsoletos de informática como por exemplos: computadores, monitores, impressoras, teclados, etc. Então esses equipamentos são testados, recondicionado e montado outros computadores que vão servir em projetos de inclusão digital, comunidades de baixa renda, escolas.

Conforme Barbosa (2008), a expressão "desenvolvimento sustentável" apareceu a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre as alterações climáticas, como uma resposta para a humanidade diante da crise social e ambiental, pela qual o mundo passava a partir da segunda metade do século XX. Mas, foi a partir do Relatório Brundtland documento intitulado Nosso Futuro Comum "Our Common Future", apresentado em 1987, que a ONU assumiu o debate das questões ambientais, propondo uma mobilização mundial para o desenvolvimento sustentável. No preparatório para a Conferência das Nações Unidas – também chamada de "Rio 92" o conceito foi definitivamente incorporado como um princípio orientador de ações.

Este relatório engloba informações obtidas pela comissão ao longo de três anos de pesquisas, destacando-se as questões sociais, sobretudo no que se refere ao uso da terra, suprimento de água, serviços sociais, educativos e sanitários, além de administração do

crescimento populacional. Neste relatório está descrita uma das explicações mais difundidas do conceito: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”.

Como a escola é um espaço privilegiado à formação de cidadãos, então, desde cedo, as crianças devem aprender hábitos considerados corretos ambientalmente, para que isso possa ser disseminado nas próximas gerações, e ajudar na sustentabilidade do planeta. Ver Figura 21.

Figura 21: A escola construindo caminhos para a sustentabilidade.
Fonte: Dos Reis, Semêdo e Gomes (2012).

Na escola, é importante confrontar os alunos com as questões ambientais da realidade de suas comunidades, para que eles possam viver em harmonia no ambiente onde moram e com outros seres vivos, no sentido de desenvolver uma avaliação crítica das concepções que levam à destruição dos recursos naturais e da biodiversidade.

A educação ambiental deve ser abordada em todos os níveis de ensino, e precisa discutir temas que mostrem que os recursos naturais não são intermináveis, e que devem ser usados de forma racional, com aproveitamento da reciclagem como um processo importante, para se evitar o desperdício, dessa forma teremos mais cidadãos conscientes e multiplicadores. Também não podemos esquecer que o poder público, empresários, a sociedade civil, não pode ser omissa nessa luta contra o combate a destruição dos recursos naturais do Planeta Terra (SOBREIRA, 2017).

2.6 Legislação para descarte e tratamento de lixo tecnológico

A legislação tem enorme importância para o tratamento do lixo eletrônico, uma vez que, é através das leis que se torna possível garantir fabricantes a utilizarem componentes menos tóxicos em seus produtos; obrigar as empresas a fazer o recolhimento desses produtos após o uso; e proibi o consumidor de descartá-los em qualquer lugar.

Leis que na área ambiental foram e vem sendo desenvolvidas para que a sociedade civil possa responder desafios como responsabilidades, exigência de transparência das empresas, trazidos pela nova realidade em que estamos vivendo. Conscientizar a sociedade, em relação à degradação ambiental é importante, mas sem leis nada funciona. Respeitar e zelar pelo cumprimento destas leis é exercer a cidadania.

2.6.1 Legislação Internacional

No início da década de 1960, já era indiscutível a crise ambiental, e foi se agravando ao longo da década, em função de uma série de fatores, tais como, desastres e desequilíbrios ambientais, passando a constituir fator de maior preocupação dos governantes mundiais e da comunidade científica, levando-a a refletir novas estratégias para o trato desta problemática de ordem mundial.

Então a Conferência das Nações Unidas, denominada como Conferência de Estocolmo, realizada em 1972 em Estocolmo, na Suécia, foi a primeira Conferência global voltada para o meio ambiente, e é apontada como um marco histórico político internacional, crucial para o surgimento de políticas de gerenciamento ambiental, direcionando a atenção das nações para as questões ambientais (DE PASSOS, 2009).

A Convenção de Basiléia é um tratado internacional firmado em 1989, e entrou em vigor em 1992, que estabelece um regimento de controle e cooperação, cujo objetivo é fiscalizar a geração de resíduos perigosos, destinados dos países industrializados, aos países em desenvolvimento. E também, cujo objetivo é reduzir os movimentos transfronteiriço de resíduos perigosos, resíduos estes que ocasionam inúmeros danos ambientais em sua maioria irreversíveis (WIDMER, 2013).

Na Europa, a legislação do e-lixo, está baseada em duas diretivas, ambas aprovadas pelo Parlamento e pelo Conselho Europeu em 2003. E em diversas partes do

mundo, muitos países seguiram esse modelo em suas legislações, quando se fala em e-lixo, inclusive o Brasil.

(1) *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS - ou Restrição de Substâncias Perigosas, em tradução livre), Diretiva 2002/95/EC. Restringe o uso de seis substâncias perigosas (chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente e retardadores de chama como bifenilos polibromados (PPB) e éteres difenílicos polibromados (PBDE) em equipamentos eletroeletrônicos na etapa de fabricação, que devem ser substituídos por alternativas mais seguras. A Itautec é uma das fabricantes que, em 2007, se viu pressionada a se ajustar à RoHS para continuar vendendo seus produtos na Europa.

(2) *Waste Electrical and Electronic Equipment* (WEEE - ou Lixo Eletroeletrônico, em tradução livre), Diretiva 2002/96/EC. Prevê que sejam criados, pelas fabricantes de eletroeletrônicos, esquemas de coleta e logística reversa para que o consumidor devolva seu lixo eletrônico gratuitamente. A ideia é que a reciclagem ou o reuso de equipamentos aumente. E os equipamentos arrecadados são enviados para as fabricantes, que pagam pelo serviço (OLIVEIRA, 2010).

2.6.2 Legislação Brasileira

Para Da Silva et al (2011), a Regulamentação Ambiental no Brasil ocorreu posteriormente a Conferência de Estocolmo em 1972, apontada como o pontapé inicial às debates ambientais. Nessa reunião foram abordados na ONU a seriedade dos problemas ambientais e a urgência de ser tomada uma atitude. Depois dessa conferência o Brasil elaborou uma Secretaria Especial de Meio Ambiente - SEMA, designada de assessorar o Presidente nos assuntos ambientais.

Em seguida, vários Estados começaram a criar seus próprios órgãos ambientais, como por exemplo, o Rio de Janeiro com a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, em São Paulo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, no Rio Grande do Sul com a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM e no Pará a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente - SECTAM.

Da mesma forma começaram a surgir legislações ambientais estaduais, no entanto, as empresas enfrentaram algumas discordâncias entre os estados, no que diz respeito

à regulamentação, uma vez que era regulamentado em um estado, não obrigatoriamente era em outro.

No início de 1980, o Congresso autorizou a Lei 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente. O objetivo era garantir o dever da União e estabelecer um entendimento entre os Estados. Essa lei criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) considera nocivo o descarte incorreto de pilhas e baterias usadas, no meio ambiente, e estabelece através da Resolução n.º 257, de 30 de junho de 1999, regras para o gerenciamento ambiental correto dos resíduos gerados após o consumo destes produtos.

Conforme a Resolução CONAMA 257 (1999), as pilhas e baterias que contenham em suas composições cádmio, chumbo, mercúrio e seus compostos, após seu esgotamento energético, deverão ser entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam. Estes ficam obrigados a aceitar dos usuários a devolução das unidades usadas, acondicionando-as adequadamente e armazenado de forma segregada, obedecendo às normas ambientais e de saúde pública, seguindo as recomendações definidas pelos fabricantes.

Segundo a Resolução CONAMA 257/99, Artigo 6º, a partir de 1º de janeiro de 2001, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias devem atender aos limites estabelecidos na Tabela 07.

CLASSE	PORCENTAGEM EM PESO	METAIS PESADOS	TIPO QUE ACOMPANHA
I	0,010%	Mercúrio	Zinco-manganês e alcalina-manganês
II	0,015%	Cádmio	Alcalina-manganês e zinco-manganês
III	0,200%	Chumbo	Alcalina-manganês e zinco-manganês

Tabela 07 – Limites da legislação.
Fonte: CONAMA, 1999 (adaptado).

Os estabelecimentos que infringirem a norma de recolhimento dos produtos poderão ser enquadrados na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente e poderão receber penalidades previstas na lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, artigo 14, nas quais se podem citar: multa simples ou diária, nos valores correspondentes, no mínimo, a 10 (dez) e, no máximo, a 1.000 (mil); perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo

Poder Público; perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito; e até suspensão de sua atividade.

Segundo a Lei de Crimes Ambientais. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade; pena - reclusão, de um a cinco anos.

O lixo tecnológico passou a ter resguardo legal a partir de 2 de agosto de 2010, com a Lei nº 12.305, depois de quase 20 anos de tramitação no Congresso Nacional. A mencionada lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS e nesse contexto, a Logística Reversa tem um papel crucial. Essa Lei prevê a prevenção e a diminuição na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para desenvolver a reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos, além da destinação ambientalmente correta dos rejeitos.

O termo Logística Reversa é definido pela Lei nº 12.305/2010, em seu Capítulo II, Artigo 3°, Parágrafo 12:

> Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

Também são apontados os atores responsáveis pela operacionalização da Logística Reversa, conforme Capítulo III, Seção II da responsabilidade compartilhada, Artigo 33:

> São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: Parágrafo 2 - pilhas e baterias; e Parágrafo 6 - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Até a data de 02 de agosto de 2014, todos os lixões do país tiveram que ser abolidos e substituídos por aterros sanitários. Essa foi uma determinação legal, que visou melhorar a gestão dos resíduos sólidos urbanos, com destinação de espaços adequados para o descarte do lixo e o controle dos impactos ambientais causados pela destinação inadequada (PNRS, 2010).

A ISO 14000 é um conjunto de normas definidas pela *Internacional Organization for Standardization* – (Organização Internacional para Padronização), com sede em Genebra,

na Suíça, que reúne mais de 100 países com a finalidade de criar normas internacionais. Cada país possui um órgão responsável por elaborar suas normas, no Brasil temos a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Estas normas foram criadas para diminuir o impacto provocado pelas empresas ao meio ambiente, e constituir uma caminhada em prol do desenvolvimento em bases sustentáveis.

A ISO 14000 possibilita a certificação dos produtos e serviços que satisfaçam os padrões de qualidade ambientais, através dos sistemas de rotulagem ambientais. A adoção e implementação da ISO 14000, é um poderoso instrumento relacionado à conservação ambiental.

Várias empresas causam danos ambientais através de seus processos de produção, seguindo as normas do ISO 14000, estas empresas podem reduzir significativamente estes danos ao meio ambiente, é uma forma de utilizarem os recursos naturais de forma racional, colaborando para o desenvolvimento sustentável e uma melhora da qualidade ambiental, que se reflete na qualidade de vida de populações do planeta inteiro. Ainda mais, pode agregar valor aos seus produtos, em um mercado consumidor cada vez mais preocupado com a questão ambiental.

A ISO 14001 é uma norma internacionalmente reconhecida que compõem a família ISO 14000, na qual define o que deve ser feito para estabelecer um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) efetivo nas empresas.

O objetivo principal da ISO 14001 é a identificação de aspectos e impactos ambientais, assim como a elaboração de um programa para reduzir esses impactos. Por meio de controles, metas e monitoramento a organização começa a reduzir ou eliminar seus impactos ambientais, e demonstrar o seu compromisso com a proteção do meio ambiente, reforçando a sua imagem institucional.

O foco da ISO 14001: 2004 é a proteção ao meio ambiente e a prevenção da poluição, equilibrada com as necessidades humanas atuais. Estabelece a criação, manutenção e melhoria do sistema de gestão ambiental, verificando se a empresa está de acordo com sua própria política ambiental e outras determinações legais, permitindo que a empresa demonstre isso para a sociedade (SAMPAIO; EXLER, 2011).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Fundamentação metodológica e tipo de pesquisa

Desde os primórdios da humanidade, existia o interesse na descoberta e na explicação dos fenômenos da natureza, desde então, as motivações humanas permitiram elaborar e aprimorar métodos e técnicas para investigar tais acontecimentos, o que deu origem à "Ciência". Nem todas as vertentes de estudo que se utiliza de métodos científicos são consideradas ciência, porém, para um estudo ser considerado como ciência, é necessário o emprego de algum tipo de método científico (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Por método científico entende-se:

> É o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo de produzir conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista (MARCONI; LAKATOS, 2017, p 79).

A pesquisa científica possui essencialmente um caráter mais rigoroso que outros tipos de pesquisa, ela precisa ser: sistemática, por existir uma disciplina que a regulamente; deve ser empírica, por coletarmos e analisarmos os dados obtidos; e, também, deverá ser crítica, pois necessita ser reavaliada e aperfeiçoada regularmente. Ao ser considerado como um processo sistemático e empírico para o estudo de um fenômeno, a pesquisa científica é dinâmica, mutável e evolutiva (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

3.1.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo estabelece-se através da perspectiva aplicada de caráter não experimental. É aplicada, pois o propósito maior da investigação é que seus resultados sirvam para futuras aplicações práticas, direcionados à solução de problemas específicos. E não experimental, em razão da não manipulação das variáveis, sendo o pesquisador um mero observador dos fenômenos, em seu ambiente natural, para depois analisá-las. Esse tipo de estudo mostra-se vantajoso quando tratamos de características não manipuláveis ou dificilmente manipuláveis, como, por exemplo, o comportamento dos indivíduos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

A pesquisa tem abordagem quantitativa e qualitativa. É quantitativa, pela necessidade de mensurar opiniões e informações por meio de técnicas estatísticas e matemáticas (SEARA, 2001 apud CUNDURÚ, PEREIRA, 2013); e qualitativa, uma vez da necessidade de analisar as ações sustentáveis e a qualidade dos resultados para formular propostas de melhorias.

O estudo classifica-se como exploratório e descritivo quanto aos fins, pois além de se tratar de uma problemática contemporânea a ser explorada e procurar torná-la familiarizada com o campo científico, ele também objetiva descrever o fenômeno tal como ele ocorre, especificando propriedades, características e perfis de um grupo de pessoas. É um estudo com ocorrência *ex post facto*, visto que a observação do fenômeno ocorre a *posteriori* (VERGARA, 2009; SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013).

Quanto aos meios, classifica-se como uma pesquisa de campo, uma vez que busca coletar dados e informações sobre um problema, para confirmar ou não uma determinada hipótese (MARCONI; LAKATOS, 2017), tendo como instrumento escolhido para a coleta de dados a aplicação de questionário estruturado fechado.

3.2 População e amostra

A pesquisa foi realizada no *Campus* da UFPA do Bairro do Guamá na cidade de Belém. Sendo o *Campus* composto por cerca de 61.501 estudantes (UFPA, 2017), o número populacional proporcionou uma amostra considerável para o alcance do objetivo da pesquisa.

A UFPA estrutura-se da seguinte forma:

Administração Superior: Conselhos superiores, Reitoria, Pró-reitoria, prefeitura, Procuradoria Geral e Assessorias;

Unidades Acadêmicas: Institutos e Núcleos;

Unidades Acadêmicas Especiais: Hospitais Universitários e Escola de Aplicação;

Órgão Suplementares: Agência de inovação, Arquivo Central, Biblioteca Central, Centro de Memória da Amazônica, Centro de Processos Seletivos, Centro de Registro e Indicadores Acadêmicos, Centro de tecnologia da informação e Comunicação, Editora Universitária, Gráfica e Museu (UFPA, 2017).

Inicialmente, foi definida a população da pesquisa, a qual considerou como lócus para a coleta de dados os cursos de Engenharia da Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação e Bacharelado em Ciência da Computação.

A pesquisa foi realizada através de entrevistas estruturadas com alunos de graduação da UFPA dos cursos acima citados, utilizando-se questionários previamente elaborados para saber a opinião dos entrevistados referente ao gerenciamento do descarte do Lixo tecnológico na Cidade de Belém Pará.

Para chegar a um número amostral de entrevistados representativo, foi utilizado a formula abaixo de acordo com a Figura 22.

$$n = \frac{\sigma^2 p.q.N}{e^2 (N-1) + \sigma^2 p.q}$$

onde: n = Tamanho da amostra
σ^2 = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão
p = Percentagem com a qual o fenômeno se verifica
q = Percentagem complementar
N = Tamanho da população
e^2 = Erro máximo permitido

Figura 22: Fórmula para o cálculo amostral.
Fonte: Gil (2008). Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.

Sendo que a população N = 600 pessoas (alunos dos cursos de graduação de Sistemas de Informação, Ciência da Computação e Engenharia da Computação); e = 0,07 (erro amostral); p = 0,10 (percentagem verificada no fenômeno); q = 0,90 (percentagem complementar, 100 - p); σ = 1,96 (nível de confiança, 95% representa um valor tabelado de 1,96) e por final chega-se ao valor da amostra n = 65 pessoas. Sendo assim, a amostra representativa seria de aproximadamente 65 pessoas, porém realizou-se a entrevistar com 102 pessoas para aumentar o grau de confiabilidade da pesquisa.

3.3 Levantamento dos dados

3.3.1 Pesquisa bibliográfica e documental

Para o atendimento dos objetivos específicos da pesquisa foi inicialmente realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, que consistem, respectivamente, em pesquisar documentos já consolidados - como livros, artigos, revistas, periódicos, entre outros

e documentos informativos - como relatórios, cartilhas, cartazes, sites etc (CUNDURÚ; PEREIRA, 2013).

A pesquisa resultou em um minucioso estudo sobre o gerenciamento e descarte do lixo tecnológico na cidade de Belém do Pará, que consistem em:

- Descrever a destinação do lixo tecnológico na Cidade de Belém do Pará.
- Compreender a dinâmica de tratamento do lixo eletrônico na Cidade de Belém do Pará.

Para essas etapas, procedeu-se o levantamento de dados primários e secundários, os quais compreendem, respectivamente, os dados obtidos por meio do questionário através das entrevistas aos alunos de engenharia da computação, sistemas de informação e ciência da computação; e dados adquiridos por meio de documentos internos e externos à instituição. Essa fase resultou em um levantamento de dados providos pelos estudantes da instituição, as quais foram analisadas sob a perspectiva do gerenciamento do descarte do lixo eletrônico na Cidade de Belém do Pará.

Complementarmente, foi realizado o desenvolvimento de um aplicativo para população belenense tratando sobre o direcionamento do descarte do lixo eletrônico na capital paraense. Isso contribuiu para o alcance do terceiro objetivo específico desta pesquisa: Elaborar um aplicativo para localização de pontos de descarte de lixo eletrônico em Belém PA.

3.3.2 Pesquisa de campo e instrumento de coleta de dados

A pesquisa de campo para a coleta de dados ocorreu no período entre 01/10/2018 a 05/10/2018, obtendo um resultado de 102 questionários respondidos e todos validados. A aplicação foi realizada por meio virtual, através do envio do questionário on-line criado na plataforma Google Docs, sendo também aplicado presencialmente junto aos alunos da faculdade de computação. Para Marconi e Lakatos (2017), a pesquisa de campo não é sinônimo de coleta de dados apenas, é necessário, inicialmente, um rigoroso estudo dos objetivos a serem alcançados para assim ser definido o que deve ser efetivamente coletado.

A realização da pesquisa de campo destinou-se a atender ao primeiro e ao segundo objetivo específico do estudo, respectivamente, "Descrever a destinação do lixo tecnológico

na Cidade de Belém do Pará" e Compreender a dinâmica de tratamento do lixo eletrônico na Cidade de Belém PA. O grau de sensibilização ao tema foi mensurado por meio de questões do questionário que trataram da sistemática da coleta e descarte do lixo eletrônico na cidade de Belém.

O instrumento de coleta de dados aplicado foi de um questionário estruturado fechado e divide-se em três etapas:

(1) A primeira fase do questionário objetivou obter informações pessoais e profissionais para a construção do perfil dos participantes, tais como, sexo, faixa etária e curso.

(2) A segunda seção do questionário consistiu em verificar o grau de sensibilização da destinação adequada do lixo eletrônico. Essa seção foi composta de duas perguntas na forma afirmativa, elaboradas de forma fechada e de múltipla escolha, proporcionando uma analise na sistemática da destinação do lixo eletrônico.

(3) A terceira seção verificou através de cinco questões o grau de sensibilização em relação ao conhecimento e conscientização que os participantes têm sobre o tema. Para mais detalhes, vide Apêndice A

3.4 Tratamento e análise dos dados

O tratamento e análise dos dados foram realizados com a utilização do programa Microsoft Office Excel, versão 2010 para Windows.

Aplicaram-se conhecimentos de estatística descritiva para calcular os resultados gerais.

A análise descritiva permitiu identificar o perfil dos participantes, demonstrando as suas características comuns e descrevendo os dados obtidos para cada variável do questionário. Para a demonstração da distribuição das frequências em cada variável, foram utilizados gráficos que permitiram a melhor visualização dos resultados adquiridos.

3.5 Área de estudo

A área de estudo compreende a Cidade de Belém no Estado do Pará. Figura 23 mostra o mapa temático.

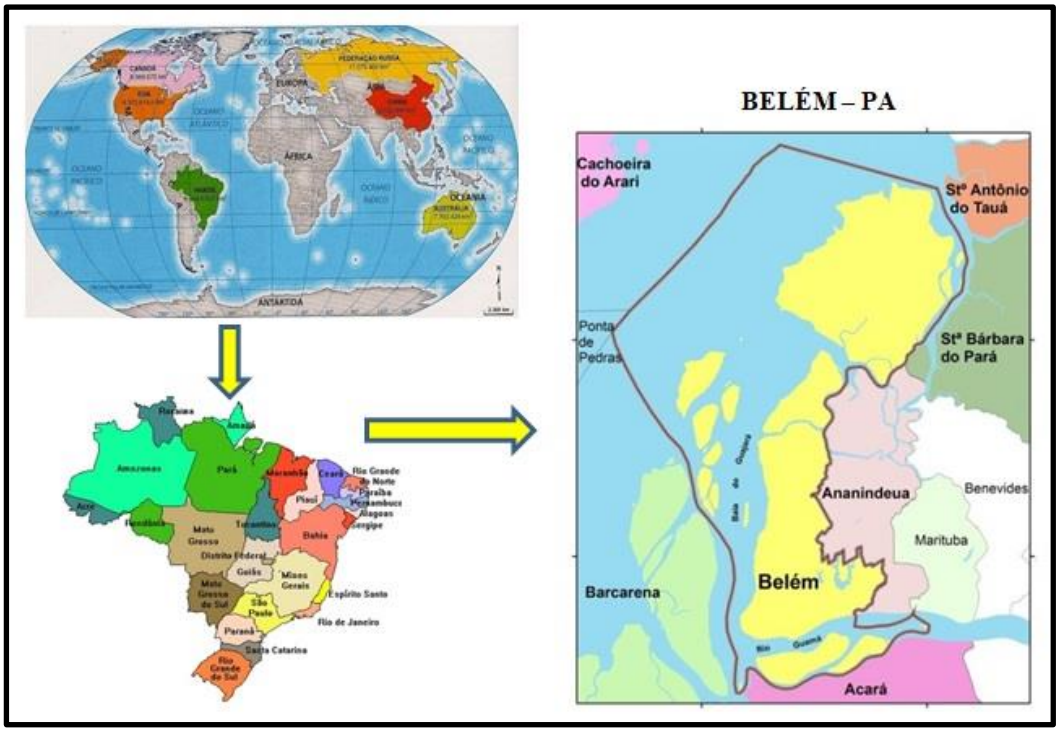

Figura 23: Mapa temático da localização geográfica da Cidade de Belém-PA.
Fonte: Google Imagens, 2018 (adaptado).

3.5.1 Belém

Belém do Pará é a capital do Estado do Pará. Fundada em 12 de janeiro de 1616, a cidade tem hoje cerca de 1.452.275 habitantes (IBGE 2017) distribuídos entre seu núcleo urbano e suas 39 ilhas e possui uma área aproximadamente de 1.059 km^2. Por se assemelhar a uma península a malha urbana teve pouco espaço para expansão ocasionando uma conturbação que deu origem à Região Metropolitana de Belém que é composta por 5 Municípios: Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Barbara e totaliza 2,3 milhões de habitantes, tendo assim a maior população metropolitana da Amazônia.

Construída em plena selva, é a maior Região Metropolitana do Norte do país e portão de entrada da Amazônia. A cidade é possuidora de alguns cenários e aspectos inigualáveis (Figura 24).

Figura 24: Pontos turísticos em Belém-PA.
Fonte: Google Imagens, 2018 (adaptado).

Historicamente constituiu-se na principal via de entrada na Região Norte do Brasil, devido à sua privilegiada posição geográfica. Situada na foz do rio Amazonas, o maior do mundo, a cidade dispõe do moderno Aeroporto Internacional de Belém (Val-de-Cães) e rodovias importantes da malha rodoviária Norte do país, como a BR-316 (Belém-Nordeste), a BR-010 (Belém-Brasília) e a PA-150 (Belém – Sul do Pará), o que torna a cidade de Belém do Pará facilmente acessada, não só quanto a toda a Região Norte, mas também em relação ao restante do país.

Após ser fundada por portugueses no ano de 1616, Belém vivenciou momentos de plenitude como o período áureo da borracha, no início do século XX, quando a Cidade recebeu famílias europeias, o que veio a influenciar a arquitetura de suas edificações, tornando-a conhecida como Paris n'América. Hoje, apesar de ser cosmopolita e moderna em vários aspectos, Belém não perdeu o ar tradicional das fachadas dos casarões e das suas inúmeras igrejas, capelas e demais construções do período colonial (MOREIRA, 2008).

Na Cidade de Belém foram realizados visitas in loco, e entrevistas informais com funcionários de algumas lojas de revenda de equipamentos de Informática, e Empresas Não Governamentais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

O gerenciamento do lixo tecnológico produzido por equipamentos de informática, pilhas e baterias de celulares usados em Belém ainda está longe do ideal. A legislação, infelizmente não é cumprida de forma correta, pelo fato de muitas pessoas não a conhecerem. E isso deixa a desejar, no momento que as pessoas vão fazer o descarte desses materiais, e acabam descartando em locais impróprios.

Verificou-se através de visitas feitas nas lojas de telefonia celular, Tim, Oi, Claro e Vivo, onde acontece a venda dos produtos em questão, se seus funcionários estão recebendo a devolução de baterias de celulares nos locais, onde são realizadas as vendas de aparelhos.

No entanto, esses locais de venda, não são considerados postos de devolução, e convém dizer ainda, que alguns funcionários apresentaram dificuldades de informar os locais corretos para se fazer a devolução, encaminhavam os usuários para sua loja matriz para melhores esclarecimentos, por isso vale ressaltar ainda que muitos funcionários não sabiam nada a respeito sobre a Resolução nº 257 (CONAMA, 1999) que estabelece limites, condições, prazos e tratamentos para a disposição após a vida útil. E nem a Lei nº 12.305/2010 que é conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, e em seu Capítulo II, Artigo 3º, Parágrafo 12 que fala da Logística Reversa que os fabricantes, comerciantes têm por obrigação de receber LT para reciclagem.

Em Belém, existem poucas organizações com o objetivo de conscientizar as pessoas sobre a necessidade de dar uma destinação correta a esses materiais, reduzindo a quantidade jogada no meio ambiente. As principais e mais conhecidas são: ONG No Olhar, Republica de Emaús, Escola Salesiana do Trabalho e CONCAVES (Cooperativa de Catadores da Terra Firme), que tem um trabalho de tentar reaproveitar ao máximo os equipamentos usando várias peças para montar um produto funcionando. E no caso da CONCAVES e algumas empresas privadas, enviando para fora do Estado do Pará os rejeitos.

Na loja especializada em materiais de informática “Sol Informática”, os funcionários, explicaram que a empresa recebe lixo tecnológico de pessoas e empresas. Porém, o trabalho é para tentar recuperar produtos com defeitos e reutilizar as peças o máximo possível para doações à República de Emaús ou repasse para assistências técnicas autorizadas. No caso de baterias de produtos (como celulares e máquinas fotográficas), há uma caixa coletora em que as peças são enviadas de volta aos fabricantes que sabem dar o destino correto.

O setor de Diretoria de Almoxarifado e Patrimônio (DAP) é responsável pelo descarte do lixo da área de informática, na UFPA Campus Belém, e prédios fora do Campus como Instituto de Ciências da Saúde (ICS) e Hospital Universitário João de Barros Barreto (HUJBB). Então, esse material é doado para as instituições: Movimento República do Emaús, Clube do Jeepe e Escola Salesiana do Trabalho. E em relação à toners e cartuchos de impressoras pratica-se a Logística Reversa.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos, na pesquisa feita com os alunos da UFPA dos cursos de graduação, da área de computação. Para cada questão, ao final encontram-se as principais observações e conclusões.

(1) A primeira questão da pesquisa está relacionada com o sexo dos participantes, mulheres 16,7% e homens 83,3% ver resultados na Figura 25. Para obter as conclusões necessárias, sobre o porquê do número tão baixo de mulheres nos cursos de Computação, foi preciso fazer pesquisas na Internet.

Tradicionalmente a ciência se identificou como uma prática especialmente masculina e mesmo assim as mulheres participaram, paulatinamente, dessa evolução. A partir do momento em que a ciência formalizou-se e passou a ser um item de estudo em universidades, a participação da mulher se tornou bastante restrita uma vez que não era permitida a participação feminina em instituições de ensino (MOREIRA; MATTOS; REIS, 2014).

Propagandas midiáticas, a educação escolar e a própria família têm influência na criação do estereótipo de que homens são melhores na área de exatas, enquanto mulheres se dão melhor nas humanas. A falta de representação de mulheres na área também é um fator fundamental para repelir as meninas dos cursos de tecnologia. Também é importante mencionar a questão cultural, que desde a infância, os pais preferem bonecas para as meninas e videogames para os meninos (SANTOS, 2018).

As mulheres sofrem discriminação na sociedade em diversos setores, não somente na área de computação, e até mesmo na engenharia. Assim sendo, é importante que tabus sejam desfeitos e que a herança patriarcal seja modificada, não só pela igualdade dos sexos e das oportunidades. E mesmo com uma cooperação reduzida, a atuação de mulheres em campos da computação trouxeram melhorias de grande importância para a evolução do conhecimento da área (LOUZADA, 2014).

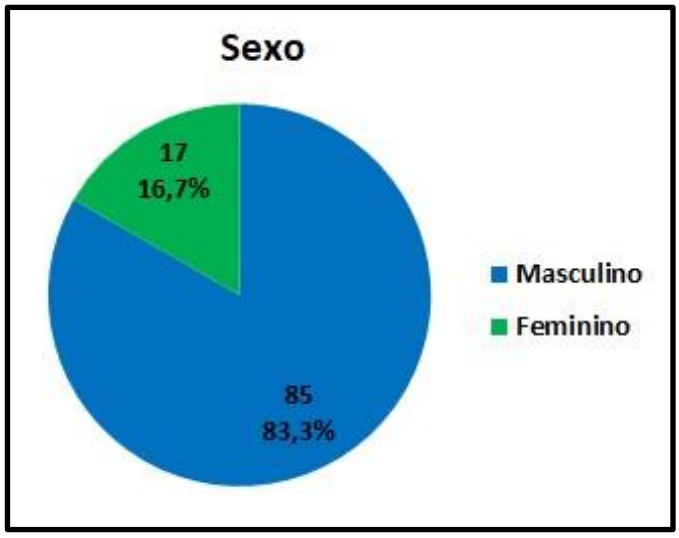

Figura 25: Masculino ou feminino.
Fonte: Própria (2018).

(2) A segunda questão está relacionada com a faixa etária dos participantes. O público que respondeu o questionário teve maior concentração nas faixas etárias de 20 a 39 anos (85,3%) e até 19 anos (12,7%). Neste sentido, as pessoas que responderam o questionário da pesquisa referente ao Lixo Tecnológico, acredita-se que se tem certo domínio sobre o tema, e conforme Petarli et al (2009) o adequado gerenciamento deste tipo de lixo pretende diminuir o impacto causado ao meio ambiente, visto que se deixa de dispor em lixões uma enorme carga de metais pesados presentes nestes resíduos tais como: cádmio, mercúrio, chumbo, e outros. O gráfico na Figura 26 a seguir apresenta a distribuição do público nas faixas etárias.

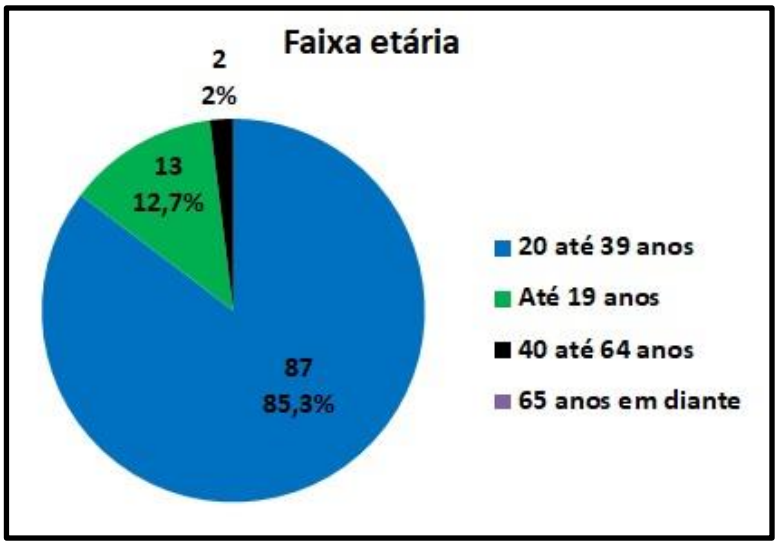

Figura 26: Faixa etária.
Fonte: Própria (2018).

(3) No item da questão três, tanto os graduandos dos Cursos de Bacharelado em Ciência da Computação como de Sistemas de Informação tiveram valores percentuais bem próximos na pesquisa, com respectivamente 41,2% e 39,2%.

Sendo que os graduando de Engenharia da Computação tiveram um percentual de 19,6%, um pouco abaixo do esperado. Enfim, todos esses grupos de pessoas foram escolhidos, pois além de ser da área de informática, todos esses graduandos estudam nas suas grades curriculares, temas referentes o que é abordado na pesquisa, e acredita-se que suas respostas seria um bom parâmetro de comparação com outros grupos da população da Cidade de Belém PA. Ver Figura 27.

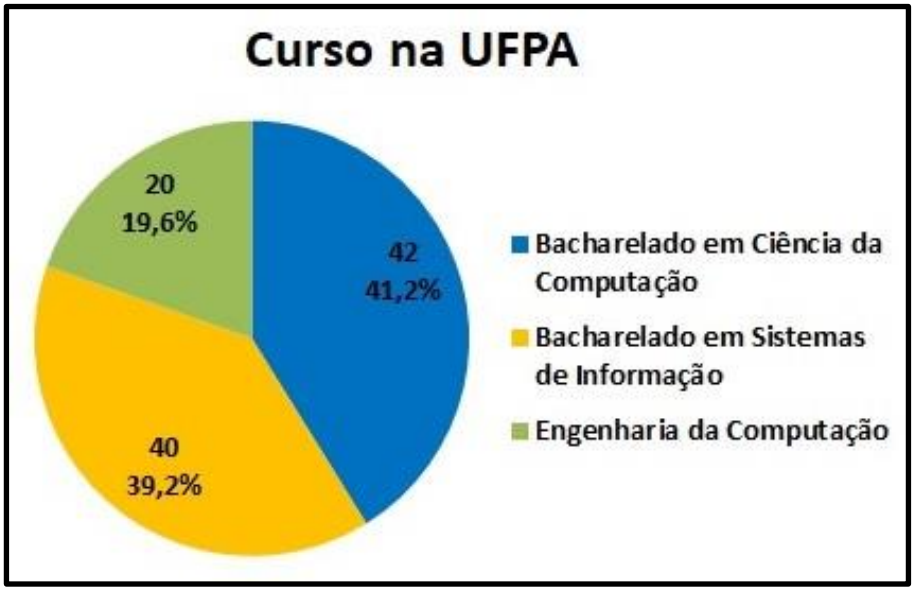

Figura 27: Escolha do curso.
Fonte: Própria (2018).

(4) A questão quatro respondida na pesquisa de campo, indicou que 43,1% guarda o resíduo em casa e 26,5% joga no lixo comum. Em Silva (2010) destaca-se que grande parte desse lixo eletrônico é considerado perigoso por conter metais pesados.

Por outro lado, apenas 2% dos participantes da pesquisa, devolvem para os fabricantes, isso se deve ao fato da maioria não conhecerem a Lei nº 12.305/2010 que é conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. O quadro acaba se tornando preocupante pela nocividade ao ambiente e à saúde das pessoas. Ver Figura 28.

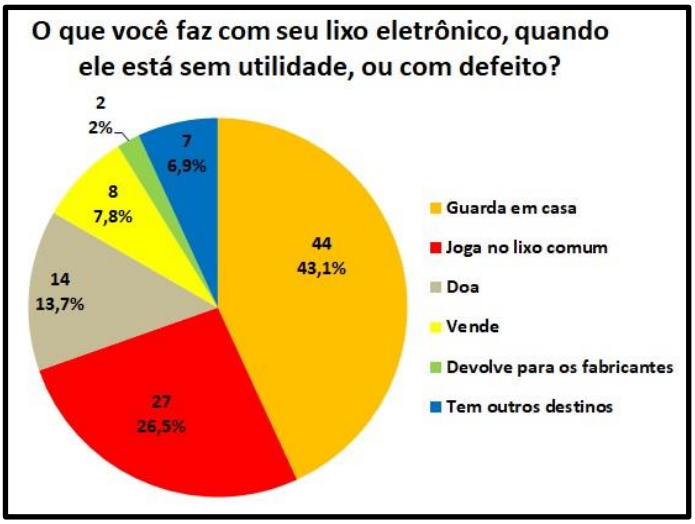

Figura 28: Destino dado ao LT.
Fonte: Própria (2018).

(5) A Figura 29 demostra a questão cinco do questionário, e evidência um dado preocupante, pois 29,4% dos entrevistados não tem informação suficiente de como fazer o descarte correto do lixo eletrônico. Esse dado mostra que essas pessoas desconhecem a Lei nº 12.305/2010 que é conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, e no Capítulo II, Artigo 3º, Parágrafos 12, Logística Reversa aborda como fazer esse descarte de forma correta. E 42,2% dos que responderam a pesquisa, falou que usa a Internet como principal meio para conseguir informações, de como fazer o descarte correto.

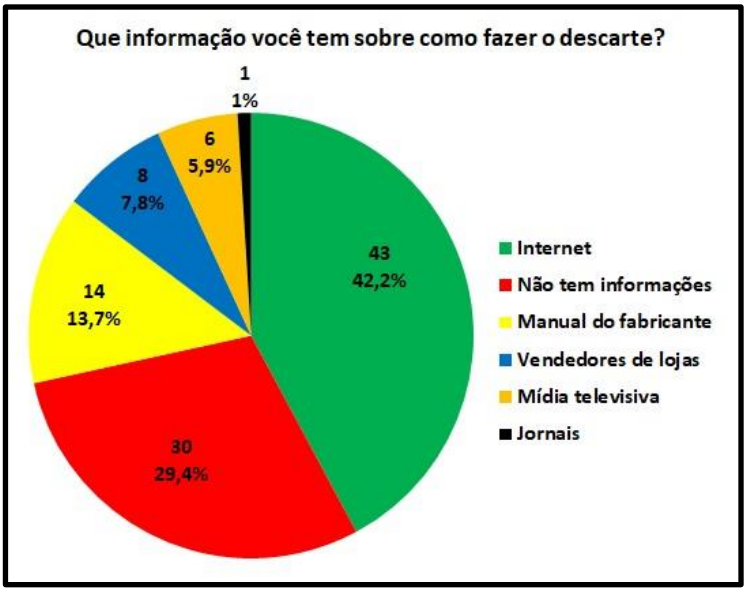

Figura 29: Informação sobre o descarte.
Fonte: Própria (2018).

(6) A questão seis visualizada na Figura 30, observa-se que 61,8% dos usuários acham essencial a reciclagem do lixo tecnológico. Já 37,3% acreditam que é vital para a saúde dos ecossistemas. A questão seis mostra um dado interessante comparado à questão cinco, que mesmo 29,4% dos entrevistados não terem informação suficiente de como fazer o descarte, 61,8% dos entrevistados sabe que é essencial à destinação correta do lixo eletrônico.

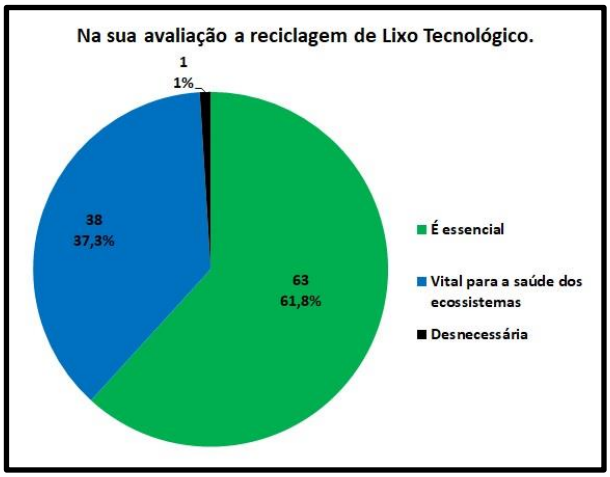

Figura 30: Importância da reciclagem de LT.
Fonte: Própria (2018).

(7) A questão sete mostrada na Figura 31, observa-se um dado preocupante em relação às respostas dos participantes da pesquisa. Pois então, 78,4% dos entrevistados não conhece nenhuma iniciativa para realizar o descarte do lixo tecnológico de forma responsável nos locais os quais frequentam. Isso mostra certo abandono, por parte da sociedade sobre o tema da destinação correta do lixo tecnológico.

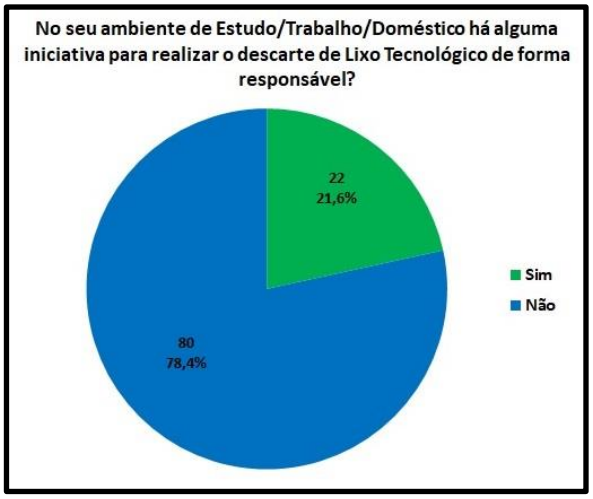

Figura 31: Iniciativa para se fazer o descarte de LT.
Fonte: Própria (2018).

(8) A questão oito visualizada na Figura 32, elucida um dado interessante. Os entrevistados sabem que a destinação inadequada do lixo tecnológico pode impactar diretamente no ecossistema. Isso mostra que a população tem o mínimo de consciência sobre o que o lixo tecnológico pode influenciar negativamente no meio ambiente. Porém, a falta de conhecimento sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305/2010), muitos não sabem como fazer a destinação correta do lixo eletrônico e acabam despejando em locais inadequados. E de acordo com Benetti (2016) o descarte inadequado desses materiais traz diversos danos à saúde e ao meio ambiente, inclusive a contaminação da água.

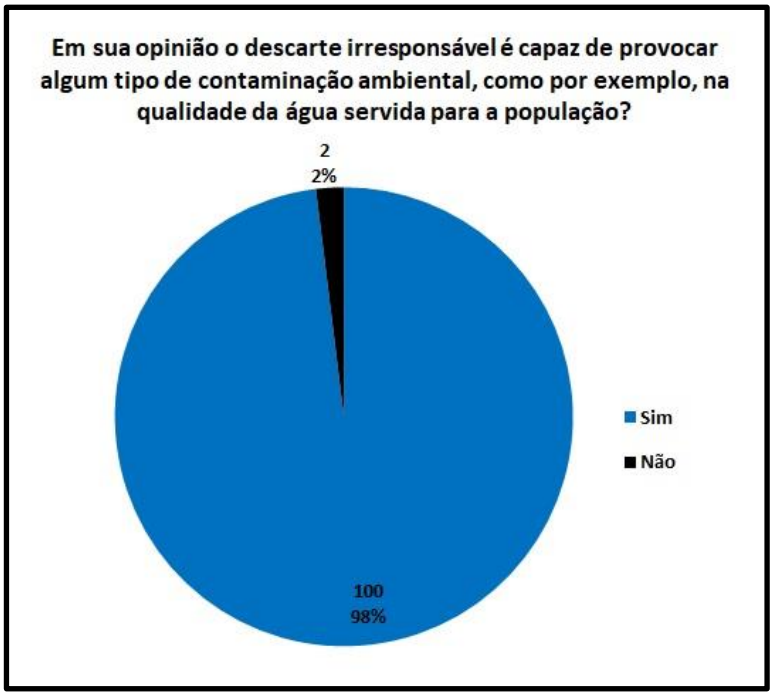

Figura 32: Poluição da água pelo LT.
Fonte: Própria (2018).

(9) A Figura 33 mostra a questão nove da pesquisa realizada e deixa claro que 80,4% dos entrevistados não verifica a questão ambiental, do produto que está comprando em questão. Isso acaba refletindo de uma forma negativa, pois se acreditava que esse valor seria bem menor, por se tratarem os participantes da pesquisa da área de computação, e terem informações privilegiadas sobre o tema. E conforme Portogente (2016), precisamos ter a conscientização ambiental para saber aos danos, sofrido pelo meio ambiente, devido à sua exploração sem cuidados pelos seres humanos.

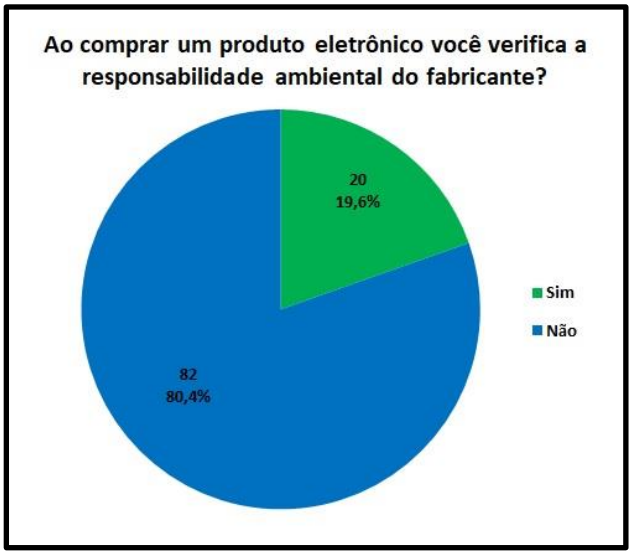

Figura 33: Responsabilidade ambiental dos fabricantes.
Fonte: Própria (2018).

(10) A Figura 34 exemplifica a questão dez da pesquisa de campo, e demonstra que 73,5% das pessoas entrevistadas tem a disposição para mudar seus hábitos em relação ao lixo eletrônico. Pois é importante mudar alguns hábitos, principalmente em atitudes que envolvam a consciência ambiental, isso ajuda na preservação do meio ambiente. Exemplos disso: separação do lixo doméstico, economizar água, comprar apenas o necessário e escolher empresas que tenham responsabilidade social e ambiental. Segundo Sampaio e Exler (2011), várias empresas causam danos ambientais através de seus processos de produção, seguindo as normas do ISO 14000, estas empresas podem reduzir significativamente estes danos ao meio ambiente.

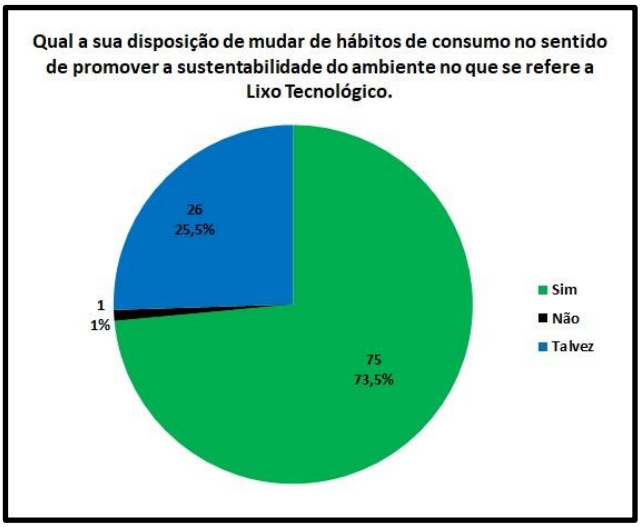

Figura 34: Mudar de hábitos para promover a sustentabilidade ambiental.
Fonte: Própria (2018).

5 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO.

Este capítulo tem por objetivo mostrar quais materiais, métodos, conceitos e ferramentas foram utilizadas no desenvolvimento do aplicativo deste projeto.

5.1 Ferramentas

5.1.1 App Inventor

App Inventor criado e mantido pelo *MIT Labs*, do *Massachussets Institute of Technology, USA*, que nos últimos anos concentrou esforços a aplicativos educacionais, baseados na codificação em blocos.

A plataforma *App Inventor* possibilita que a aprendizagem de conceitos elementares de programação ocorra de forma significativa, uma vez que os conceitos são trabalhados de modo intuitivo e motivador. A plataforma fornece a possibilidade dos estudantes praticarem conceitos de algoritmos para elaborarem aplicativos que serão utilizados em seus dispositivos móveis. Programar utilizando o *App Inventor* requer conhecer os dois recursos principais que o compõem: o *App Inventor Designer* e o *Blocks Editor*.

O *App Inventor Designer* é uma janela executada no *browser*, onde se constrói a interface com o usuário da aplicação determinando quais componentes (imagens, animações, botões, sons) serão escolhidos para essa aplicação.

O *Blocks Editor* é onde é realizada a etapa de programação propriamente dita, a qual é representada pela união de pedaços de instruções, no estilo de peças de quebra-cabeças. Cada componente do *Designer* tem um conjunto de instruções inerentes dentro do *Blocks Editor*.

As instruções do *Blocks Editor* apresentam procedimentos e estruturas (laços de repetição, listas, estruturas condicionais, funções, operadores matemáticos e lógicos), instruções e eventos de interações com o celular (vibração, som, acelerômetro) dos componentes que estão sendo utilizados no *Designer*.

Dessa forma, o *App Inventor* utiliza programação guiada a eventos, onde as interações com o dispositivo se refletem em respostas no aplicativo e vice-versa. O *App Inventor* permite que o usuário conecte o *smartphone* no computador e, à medida que uma aplicação vai sendo construída, acompanhe as modificações, testando no dispositivo em

tempo real e recebendo um *feedback* imediato. Através disso, o aluno pode aprimorar suas percepções de lógicas de programação e também observar se as ações executadas ocorreram conforme desejado.

O *App Inventor* dispõe de um site, que contém diversas informações sobre a plataforma. As informações estão organizadas em tutoriais de aprendizado e técnicas de ensino de programação para professores e fóruns de discussão, *blogs*, notícias e eventos relacionados à utilização da plataforma em todo o mundo.

O aplicativo foi codificado em blocos, por ser uma maneira fácil de rápida de desenvolvimento para pequenos projetos. Para a criação da interface gráfica e dos códigos, foi utilizado o *App inventor*. E este possui um ambiente de desenvolvimento completo, bastando apenas que o computador esteja conectado à internet, sendo sua implementação totalmente feita através do navegador *web.*

5.1.2 Banco de dados

Para o armazenamento de dados, foi utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) *mysql* 5.5, que é gratuito e livre, foi criado utilizando o *PHPMyAdmin.* Por se tratar de um aplicativo desenvolvido no campo acadêmico, não seria viável a utilização de um SGBD comercial, o que aumentaria o custo do produto final. Uma das vantagens do SGBD em questão é que pode ser utilizado em computadores com pouco poder de processamento, não havendo muitas restrições no quesito *hardware.*

5.1.3 Linguagem web

Foi utilizada a linguagem *PHP* por ser livre. Distribuído sobre uma licença em que usuários não precisam publicar seus códigos e sua boa adaptabilidade com as demais linguagens e bancos de dados. Juntamente com o *HTML* que é utilizado por ser uma linguagem na construção de páginas *web.*

5.1.4 Imagens e ícones

As imagens utilizadas como planos de fundo para o aplicativo foram buscadas através da ferramenta de buscas *Google* imagens, na qual em ferramentas de pesquisa, direitos

de uso, foi selecionado as imagens marcadas para reutilização não comercial, ou seja, são imagens permitidas para a utilização e modificação, desde que fora do uso comercial *(creative commons).*

5.1.5 Google maps

Para a visualização dos locais de descarte foi utilizada a ferramenta da *Google maps,* por ser de fácil utilização e confiável para a finalidade pretendida neste trabalho.

5.2 Métodos

Na elaboração de um software, é importante percorrer uma série de passos previsíveis que resulte num trabalho de alta qualidade. Quando este produto é um *software,* tal roteiro é denominado "processo de *software*", que produz uma variedade de programas, documentos e dados, e que nos fornece estabilidade, controle e organização no seu desenvolvimento (PRESSMAN, 2002).

Para o desenvolvimento desse projeto foi utilizado como método o *Open UP* por ser considerado Mínimo, Completo e Extensível, valorizando a colaboração entre a equipe e os benefícios aos interessados ao invés da formalidade e entregáveis desnecessários.

5.2.1 Open up

O *Open UP* (Processo unificado aberto), teve sua criação com o propósito de ser uma versão ágil do *RUP*. Estando em conformidade com os princípios do Manifesto do Desenvolvimento de *Softwa pore* Ágil, por ser um processo de modo iterativo e incremental não necessita muito trabalho e documentação.

O Open UP é um processo de desenvolvimento de *software* iterativo e incremental, estruturado em três camadas distintas, como é possível observar na figura 35.

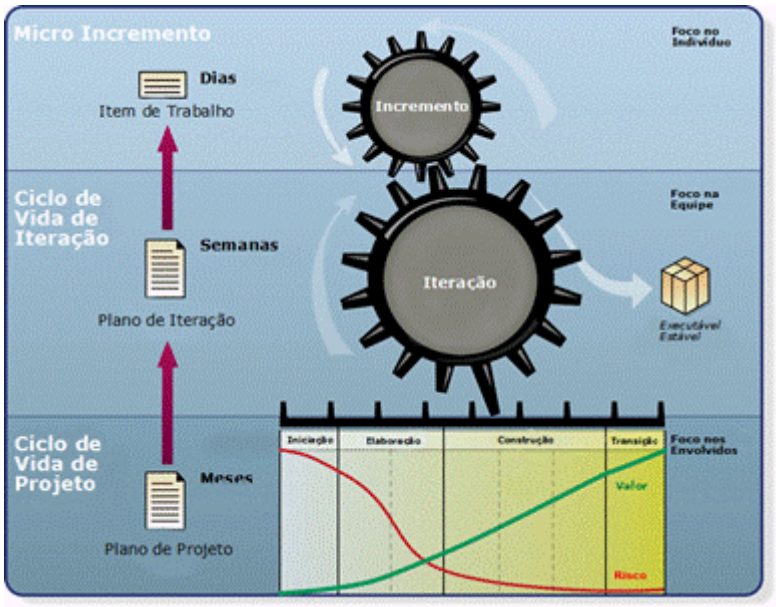

Figura 35**:** Estrutura do Open UP
Fonte: OPENUP2006

1ª Camada - Ciclo de Vida de Projeto

O ciclo de vida do projeto visto na Figura 35 divide o ciclo de vida de projetos em quatro fases distintas:

1. Iniciação - fase em que se enfatiza o processo de análise de negócios e análise de requisitos do negócio analisado, dando uma ênfase menor a arquitetura e implementação;
2. Elaboração - fase em que se enfatiza o processo de desenvolvimento da análise arquitetural da solução proposta;
3. Construção - fase em que se enfatiza o processo de implementação da solução proposta, bem como, testes e integração;
4. Transição - fase em que se enfatiza o processo de implantação do release, com importante foco na realização do teste beta e reconfiguração necessária do sistema, além de foco no processo de treinamento do usuário e conversão dos dados legados.

5.3 Aplicativo desenvolvido

Neste capítulo, apresentam-se os resultados do trabalho em si que é a apresentação de como foi desenvolvida o aplicativo proposto neste trabalho de acordo com a metodologia escolhida para tal, que é usando o *Open UP* separado em Iniciação, Elaboração e Construção.

5.3.1 Iniciação

Por conta de logística, este trabalho limitou-se a Cidade de Belém do Pará. Partindo dessa ideia foi necessário o levantamento de requisitos, ou seja, o que é necessário mínimo para colocar a ferramenta na prática. O levantamento de requisitos foi realizado e estão descritos abaixo:

Requisito 1: levantar os pontos de coleta de lixo eletrônico em Belém do Pará
Requisito 2: Listar no mapa os pontos de descarte de lixo eletrônico.
Requisito 3: Mostrar vídeo educacional sobre o lixo eletrônico.
Requisito 4: Criar uma aba com informações sobre a Lei nº12.305/2010-Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Requisito 5: Listar em forma de lista os endereços de pontos de descarte de lixo eletrônico.

5.3.2 Elaboração

Esta subseção mostrará como foi modelado de acordo com a análise do aplicativo proposto neste trabalho, dividido em três partes: Diagramas em blocos, diagrama de casos de uso e fluxograma do aplicativo.

- Diagrama de Casos de uso: este diagrama tem como objetivo mapear os principais requisitos, que são: Listar locais de descarte de lixo eletrônico, ver mapa com os pontos de descarte de lixo eletrônico, colocar em uma aba vídeo educacional, interações estas que ocorrem com o usuário, já para o desenvolvedor cabe cadastrar novos pontos de descarte de lixo eletrônico, conforme Figura 36.

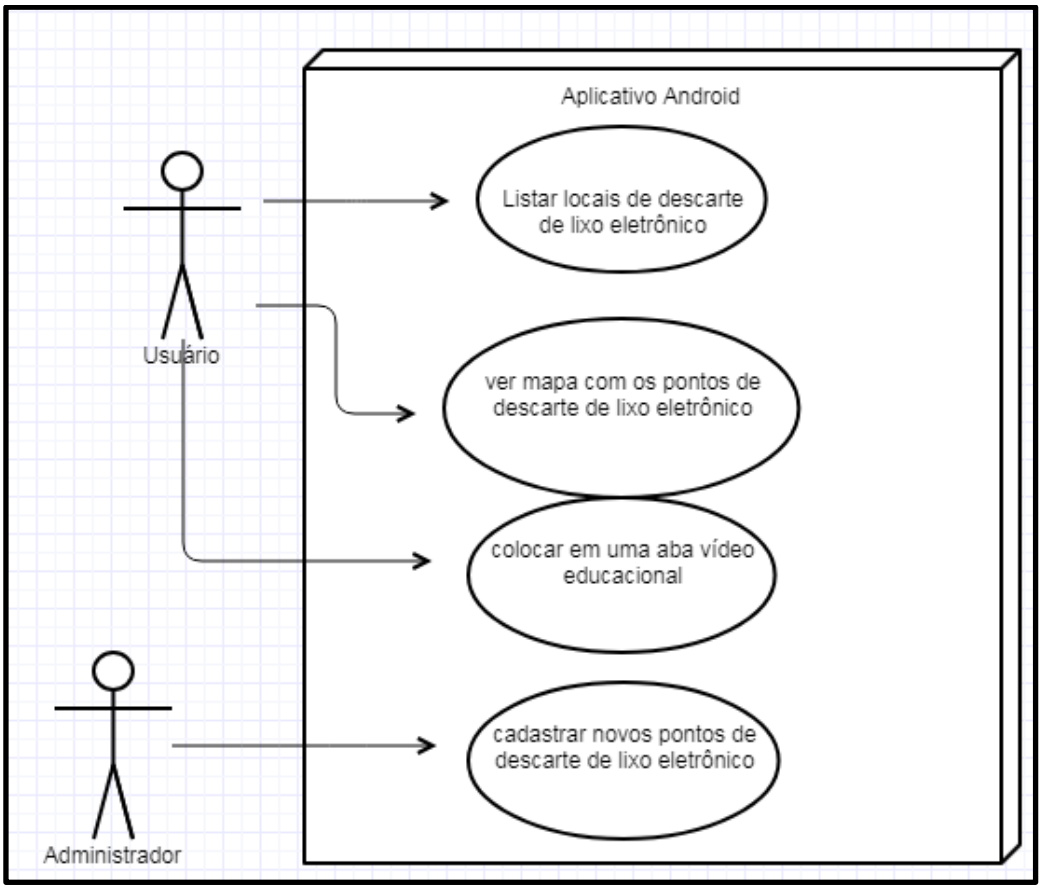

Figura 36: Diagrama de caso de uso
Fonte: Própria (2018).

- Diagrama em Blocos: Este diagrama representa a interação entre o *Android* nativo e as páginas *Web* que são: Abas e *Google Maps*, ou seja, o usuário irá acessar o *smartphone*, abrirá o aplicativo proposto aqui neste trabalho e, através do ícone de cada "Abas", abrirá o conteúdo específico. O diagrama de bloco está sendo mostrado na Figura 37.

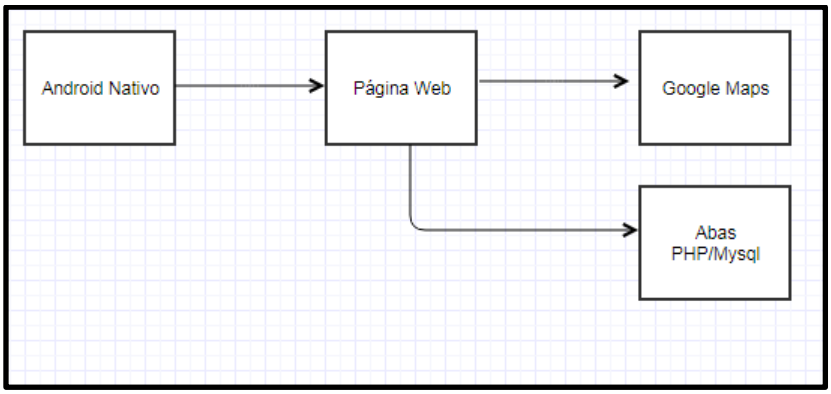

Figura 37: Diagrama de Blocos
Fonte: Própria (2018).

- Fluxograma do aplicativo: descreve o fluxo do processo, mostrando de forma descomplicada a sequência do funcionamento do aplicativo. Conforme Figura 38.

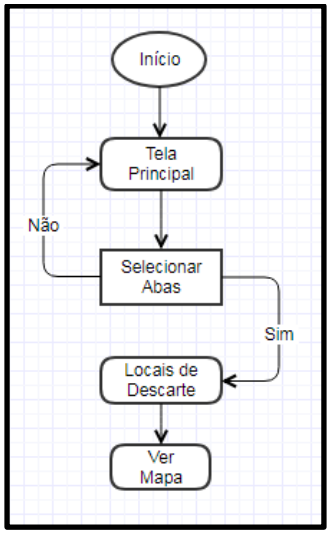

Figura 38: Fluxograma
Fonte: Própria (2018).

5.3.3 Construção

Conforme Figura 39, a tela inicial do aplicativo na área de *design*. Foi inserida uma imagem de fundo, e seis componentes de abas com *Label* (caixa de texto) e em cada uma.

Figura 39: Tela inicial do aplicativo.
Fonte: Própria (2018).

A Figura 39 apresenta a tela inicial no aplicativo. É nesta tela que o usuário tem a visão geral do aplicativo, com as diversas abas. O usuário consegue visualizar os ícones de "Quem somos", "Locais de descarte", "Contato", "Vídeos", "Álbum de Fotos" e "Lei nº 12.305/2010". Estes ícones dão acessos às abas, em que cada uma é referente a uma funcionalidade do sistema.

Figura 40: Aba “Quem somos”.
Fonte: Própria (2018).

A primeira aba apresentada para o usuário é identificada com o título “Quem somos”. É nessa aba que o usuário fica conhecendo de maneira geral o foco do aplicativo. A Figura 40 mostra à aba que dá acesso a informação sobre o foco do aplicativo.

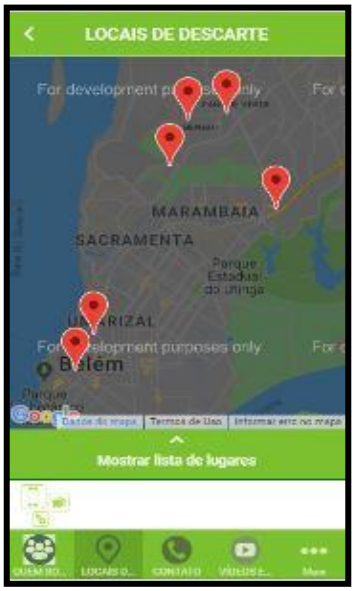

Figura 41: Visualização dos pontos no mapa.
Fonte: Própria (2018).

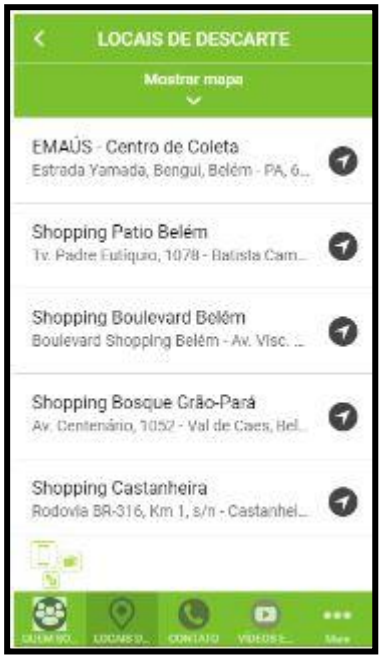

Figura 42: Visualização do ponto em lista.
Fonte: Própria (2018).

A segunda aba apresentada para o usuário é identificada com o título “Locais de descarte”. É nessa aba que o usuário fica conhecendo os pontos no mapa de coleta de materiais eletrônicos. Nesta aba é possível ter duas representações de pontos de coleta: uma localizada no mapa como na Figura 41 e a outra em forma de lista de endereço como na Figura 42.

Figura 43: Visualização do endereço do site do Emaús.
Fonte: Própria (2018).

Figura 44: Visualização do telefone e endereço do Emaús.
Fonte: Própria (2018).

A terceira aba apresentada para o usuário é identificada com o título “Contato”. É nessa aba que o usuário fica conhecendo o contato do posto principal de arrecadação de materiais eletrônicos na Cidade de Belém-PA. Nesta aba é possível ter acesso ao telefone do Emaús, instituição que faz o recolhimento de materiais eletrônicos na capital paraense como é possível vê na Figura 43 e Figura 44.

Figura 45: Visualização do vídeo sobre reciclagem.
Fonte: Própria (2018).

A quarta aba apresentada para o usuário é identificada com o título “Vídeo”. É nessa aba que o usuário fica conhecendo o que é reciclagem através de um vídeo educacional

explicativo. Nesta aba é possível aumentar a tela do vídeo para ter uma melhor visualização. Ver Figura 45.

Figura 46: Visualização das imagens do posto de Emaús.
Fonte: Própria (2018).

A quinta aba apresentada para o usuário é identificada com o título “Álbum de fotos”. É nessa aba que o usuário fica conhecendo as fotos do posto de recolhimento de materiais eletrônicos chamado de CRC (Centro de Recolhimento de Computadores). Nesta aba é possível visualizar cada imagem do polo do Emaús, ver Figura 46.

Figura 47: Visualização da Lei nº 12.305/2010.
Fonte: Própria (2018).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das visitas in loco a alguns estabelecimentos e instituições descritas, ressalta-se que a Cidade de Belém está em fase de estruturação de maneira isolada na coleta e destinação final de seus resíduos tecnológicos. Isso se deve pelo fato, desse assunto não possuir grande atenção da sociedade. Apesar de ser um assunto regulamentado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) através da Lei nº 12.305 de 2010. Percebe-se uma falta de interesse do poder público, já que ações e penalidades que deveriam ser feitas não existem ou são ineficientes.

Sendo que nesta mesma Lei nº 12.305/2010, no Capítulo III, Seção II da responsabilidade compartilhada, Artigo 33, Parágrafos 2 e 6, ela isenta o serviço público de limpeza urbana de fazer o recolhimento e reciclagem de LT; e obrigam os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor.

Por exemplo, a Sol Informática, vem cumprindo seu papel, e tem boas intenções para um futuro melhor do meio ambiente, sendo que este possui em seu estabelecimento, ponto de entrega voluntária para computadores defasados e sem usos que depois entrega a república de EMAÚS.

Na UFPA Campus Belém, o setor de Diretoria de Almoxarifado e Patrimônio – DAP que tem a responsabilidade de fazer o descarte do lixo da área de informática, esse material é doado para as instituições: Movimento República do Emaús, Clube do Jeepe e Escola Salesiana do Trabalho. E em relação à toners e cartuchos de impressoras pratica-se a Logística Reversa.

Ressalta-se que há uma necessidade que o poder público divulgue programas que informem a população sobre os riscos e problemas que os materiais contaminantes dos equipamentos obsoletos podem vir a causar ao meio ambiente, e conscientize a sociedade através da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, para tentar diminuir os impactos ao meio ambiente, ou seja, adotando um Desenvolvimento Sustentável.

Sem a cooperação ativa da sociedade, das empresas e de outras instituições, esses problemas não serão resolvidos. A responsabilidade não depende apenas dos governos, e o consumidor não deve se colocar fora do problema e agir como um simples espectador ou cobrador de soluções.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 8.419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, RJ, 7 p, abr.1992.

ABNT. **Associação Brasileira de normas Técnicas.** NBR 10.004 – Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABRE. Associação Brasileira de Embalagem. **Um retrato de 20 anos da coleta seletiva no país**. 29 set. 2014. Disponível em: <http://www.abre.org.br/noticias/um-retrato-de-20-anos-da-coleta-seletiva-no-pais/>. Acesso em: 10 out.2018.

BARBOSA, Gisele Silva. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** Revista Visões, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008. Disponível em: <http://files.gtsustentabilidade.webnode.com/200000055-d44dfd5476/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf>. Acesso em: 14 nov.2018

BARROS, Carlos. **Ciências: o meio ambiente.** Edição totalmente reformulada. São Paulo. Ed. Ática, 1999.

BENETTI, Luciana Borba; DE FREITAS QUINTANA, Jaqueline. **Gestão de resíduos eletrônicos:** estudo de caso em uma organização militar de São Gabriel/RS. 26 abr. 2016. Disponível em:<http://oaji.net/articles/2016/1602-1475069725.pdf>. Acesso em: 07 ago.2018.

CALVÃO, A. et al. **O lixo computacional na sociedade contemporânea.** Cascavel: I ENINED–Encontro Nacional de Informática e Educação, 2009. Disponível em: <http://www.inf.unioeste.br/enined/2009/anais/enined/A29.pdf>. Acessado em: 18 set.2017.

CARVALHO, Viviane Grams; ESTENDER, Antonio Carlos. **Conscientização ambiental contribuindo para eliminar o desperdício e ampliar as ações a favor do meio ambiente.** DESAFIOS, v. 4, n. 2, p. 150-166, 2017. Dispoível em: < https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3457/9726>. Acesso em: 11 jun.2018.

CASTANHO, V. **Evolução da indústria das pilhas.** In: Seminário Componentes potencialmente perigosos presentes no lixo tóxico, 1993, São Paulo: IPT/ABEQ.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; BARROS, Daniel Chiari; VEIGA, Suzana Gonzaga da. **Baterias automotivas:** panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. BNDES Setorial, n. 37, mar. 2013, p. 443-496, 2013. Disponível em:< https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1511/3/A%20mar37_11_Baterias%20automotivas-panorama%20da%20indústria%20no.pdf>. Acesso em: 22 mai.2018.

CAVALCANTE, Rejane Dantas. **LOGISTICA_REVERSA_COMO_FERRAMENTA_PARA_REDUCAO_DOS_IMPACTOS_AMBIENTAIS_UM_EXEMPLO_A_SER_SERGUINDO_NO_TOCANTE_A_RECICLAGEM_QUIMICA_E_O_DESCARTE_DE_PILHAS_NO_ESTADO_DO_AMAZONAS.** Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <http://www.faculdadespontagrossa.com.br/revistas/index.php/technoeng/article/viewFile/25/32>. Acesso em: 03 dez.2018.

CELINSKI, Tatiana Montes et al. **Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico.** In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental,(2). 2011. Disponível em: < http://limpezapublica.com.br/textos/iii-020_1.pdf>. Acesso em: 14 abr.2018.

CIMELIA. **Cimelia Reciclagem Ltda.** 2015. Disponível em: <http://www.cimelia.com.br/>. Acesso em: 04 abr.2018.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **LIXO MUNICIPAL:** manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena. 4ª. ed. São Paulo (SP): CEMPRE, 2018.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Pesquisa Ciclosoft 2014.** Radiografando a Coleta Seletiva. Disponível em: < http://cempre.org.br/ciclosoft/id/2>. Acesso em: 30 out.2018.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Pesquisa Ciclosoft 2016.** Radiografando a Coleta Seletiva. Disponível em: < http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>. Acesso em: 29 out.2018.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 257, de 30 de junho de 1999.** Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html> Acesso em: 22 out.2018.

DA ROCHA, Adilson Carlos. **LIXO_ELETRONICO_UM_DESAFIO_PARA_A_GESTAO_AMBIENTAL.** Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586, v. 1, n. 2, 2015. Disponível em: <http://www.faculdadespontagrossa.com.br/revistas/index.php/technoeng/article/viewFile/37/39>. Acesso em: 18 mar.2018.

DA SILVA, Arnoldo José Freitas et al. **E-lixo:** o Reaproveitamento de Materiais Computacionais na Cinbesa como Proposta de Responsabilidade Socioambiental em Belém. 2011. Disponível em: <http://adm.aedb.br/seget/artigos11/1331491.pdf>. Acesso em: 18 mar.2018.

DA SILVA, Bruna Daniela et al. **Resíduos eletroeletrônicos no Brasil. 2007.** Disponível em: <http://wiki.nosdigitais.teia.org.br/images/9/98/Lixo_eletronico_no_brasil_2008.pdf>. Acesso em: 12 abr.2018.

DA SILVA, Janari Rui Negreiros. **Lixo eletrônico:** um estudo de responsabilidade ambiental no contexto do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas–IFAM, Campus Manaus Centro. In: Anais do I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Bauru, SP. 2010.

Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/III-009.pdf>. Acesso em: 10 abr.2018.

DE ARAÚJO, Amanda Almeida et al. **AS FORMAS DE DESCARTE DO LIXO ELETRÔNICO:** ESTUDO COM UNIVERSITÁRIOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA, CAMPUS VII, PATOS-PB. Hélcio Martins Tristão, p. 6. 2016. Disponível em: <www.admpg.com.br/2016/down.php?id=2424&q=1>. Acesso em: 05 nov.2018.

DE OLIVEIRA, Rafaele Freitas; BRAGA, Risete Maria Queiroz Leão. **SISTEMA DE COBERTURA FINAL DE UM ATERRO SANITÁRIO PARA A RMB DE BELÉM-PA COM EMPREGO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 6, n. 3, p. 573-596, 2017. Disponível em:< http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5763/3454 >. Acesso em: 20 ago.2018.

DE PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon. **A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente.** Revista Direitos Fundamentais & Democracia, v. 6, n. 6, 2009. Disponível em: <http://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/18/17>. Acesso em: 28 nov.2018.

DE SOUZA SILVA, Arthur Ribeiro et al. **Impactos ambientais referentes à não coleta de lixo e reciclagem.** Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 2, n. 3, p. 63-76, 2015. Disponível em:< https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/2136/1261>. Acesso em: 11 mai.2018.

DOS REIS, Luiz Carlos Lima; SEMÊDO, Luzia Teixeira de Azevedo Soares; GOMES, Rosana Canuto. **Conscientização ambiental:** da educação formal a não formal. Revista Fluminense de Extensão Universitária, v. 2, n. 1, p. 47-60, 2012. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/RFEU/article/view/442/312>. Acesso em: 27 nov.2018.

ECYCLE. **Entenda os processos por trás da reciclagem de equipamentos eletrônicos.** 2013. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/1823-entenda-os-processos-por-tras-da-reciclagem-de-equipamentos-eletronicos.html>. Acesso em: 20 nov.2018.

ECO ELETRO. Projeto de Reciclagem de Eletrônicos. **Tabela de preços médios.** 2014. Disponível em:< http://ecoeletrofase2.com.br/ecoeletro2/comercio-de-sucata-eletronica/>. Acesso em: 22 nov.2018.

EMAÚS. **Movimento República de Emaús.** Disponível em: <http://www.movimentodeemaus.org/>. Acesso em: 15 nov.2017

FREIRE, Tatylene do Socorro Campos et al. **A gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Belém:** uma análise do gerenciamento e da possibilidade de geração de renda através da reciclagem de resíduos sólidos (1997/2010). 2010. Disponível em:<

http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/2712/1/Dissertacao_GestaoResiduosSolidos.pdf>. Acesso em: 09 jun.2018.

GERBASE, Annelise Engel; DE OLIVEIRA, Camila Reis. **RECICLAGEM DO LIXO DE INFORMÁTICA:** UMA OPORTUNIDADE PARA A QUÍMICA. Quim. Nova, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol35No7_1486_34-AG11626.pdf>. Acesso em: 13 set.2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

GRECO, Natália Rangel et al. Recuperação dos Metais Presentes em Placas de Circuito Impresso. In: Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais. 2015. Disponível em: < http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/611/471>. Acesso em: 07 ago.2018.

HANINI, Rafael Mustafa Mello El. **A influência do advento dos smartphones na dinâmica de concorrência da indústria de telefonia móvel de 2007 a 2015.** 2017. Disponível em:< http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1990/1/Rafael%20-%20Monografia%20-%20A%20INFLUÊNCIA%20DO%20ADVENTO%20DOS%20SMARTPHONES%20NA%20DINÂMICA%20DE%20CONCORRÊNCIA%20DA%20INDÚSTRIA%20DE%20TELEFONIA%20MÓVEL~1.pdf>. Acesso em: 25 mai.2018.

HERMES, Andréia Inês. **Infância, mídia e tecnologias digitais:** a percepção dos pais sobre o uso dos telefones celulares pelas crianças. 2017. Disponível em:< https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/2021/1/Andréia%20Inês%20Hermes.pdf>. Acesso em: 07 mar.2018.

HSU, Lorenzo Marques; FROM, Danieli Aparecida. **O CORRETO DESTINO DO LIXO ELETRÔNICO NO BRASIL.** VITRINE DE PRODUÇÃO ACADÊMICA PRODUÇÃO DE ALUNOS DA FACULDADE DOM BOSCO, v. 4, n. 2, 2017. Disponível em: < http://www.vitrineacademica.dombosco.sebsa.com.br/index.php/vitrine/article/viewFile/217/218>. Acesso em: 10 mar.2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados de Belém – Pará.** 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150140>. Acesso em: 17 set.2017.

JÚNIOR, Moisés Rita Vasconcelos; CORRÊA, Rosália do Socorro da Silva. **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE MARITUBA-PA.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/180039/101_00435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 ago.2018.

LEI DE CRIMES AMBIENTAIS**. Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Disponível em: < http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1998/lei-9605-12-fevereiro-1998-365397-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 25 nov.2018.

LEITE, Paulo Roberto; LAVEZ, Natalie; SOUZA, Vivian Mansano. **Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do "lixo eletrônico"–um estudo no setor de informática.** XII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais-SIMPOI, 2009. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/e2009_t00166_pcn20771.pdf>. Acesso em: 18 set.2017.

LESSA, Ana Carolina Vilar. **Caracterização do chorume do Centro de Gerenciamento de Resíduos de Sergipe.** 2017. Disponível em: < https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/616/1/Ana%20Carolina%20Vilar%20Lessa.pdf>. Acesso em: 8 out.2018.

LICHOTTI TINOCO, Marcia Regina et al. **CRESCIMENTO POPULACIONAL E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.** REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS, v. 2, n. 1, 2012. Disponível em:< http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=1reta2&page=article&op=view&path%5B%5D=477&path%5B%5D=337>. Acesso em: 02 jun.2018.

LIMA, Lauro. **Dia do Gari:** Conheça histórias de quem deixa a cidade mais limpa. Agencia Belém. 2018. Disponível em: < http://agenciabelem.com.br/Noticia/168061/dia-do-gari-conheca-historias-de-quem-deixa-a-cidade-mais-limpa>. Acesso em: 15 mai.2018.

LOUZADA, Carolina Santana et al. Um mapeamento das publicações sobre o ingresso das mulheres na computação. In: CLEI 2014: Conferência Latino-americana em Informática-VI Congresso da Mulher Latino-americana na Computação. Montevidéu. 2014. Disponível em: < http://almanaquesdacomputacao.com.br/gutanunes/publications/CLEI2014.pdf >. Acesso em: 03 nov.2018.

MACIEL, Álan Cavalcante**. Lixo Eletrônico.** Caleidoscópio, v. 1, n. 3, p. 119-122, 2014. Disponível em: < https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/view/78/60>. Acesso em: 17 mai.2018.

MATOS, Francinaldo Oliveira et al. **Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de Belém-PA:** aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. Caminhos de geografia, v. 12, n. 39, 2011. Disponível em: < http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16593/9238>. Acesso em: 20 jun.2018.

MOREIRA, Fatima de Souza. Políticas públicas de lazer em Belém: um estudo sobre a gestão coletiva implementada pelo poder público municipal no período de 2001 a 2004. 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/10201/1/Dissertacao_Fatima%20Moreira.pdf>. Acesso em: 10 set.2018.

MOREIRA, Josilene Aires; MATTOS, G. de O.; REIS, LuanaSilva. Um Panorama da Presença Feminina na Ciência da Computação. NANES, G.; LEITÃO, M. do R. de FA, p. 35-58, 2014. Disponível em: <https://paradoxzero.com/zero/redor/wp-content/uploads/2015/07/1935-4736-1-PB.pdf>. Acesso em: 26 out.2018.

OLIVEIRA, Camila Reis de. **Alternativas tecnológicas para o tratamento e reciclagem do lixo de informática.** 2010. Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28599/000771155.pdf?...1>. Acesso em: 18 abr.2018.

ONU. **População mundial atingiu 7,6 bilhões de habitantes.** 2017. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Acesso em: 08 jun.2018.

ONUBR. Nações Unidas no Brasil. **Lixo eletrônico representa 'crescente risco' ao meio ambiente e à saúde humana, diz relatório da ONU.** 03 jan. 2018. Disponível em:<https://nacoesunidas.org/lixo-eletronico-representa-crescente-risco-ao-meio-ambiente-e-a-saude-humana-diz-relatorio-da-onu/>. Acesso em: 21 jun.2018.

PARANÁ, D.N.S. **Fisica eletricidade.** Editora Ática. 1998. Pág. 135.

PETARLI, Allex et al. **Lixo Eletrônico:** Da reciclagem à inclusão digital. 2009. Disponível em: < http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAcJYAE/lixo-eletronico-reciclagem-a-inclusao-digital >. Acesso em: 22 abr.2018.

PNRS. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 01 dez.2018.

PNMA. POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 01 dez.2018.

PORTOGENTE. Fazendo o mundo mais ágil, há 15 anos. **Conscientização Ambiental**. 05 jan 2016. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/85176-conscientizacao-ambiental>. Acesso em: 23 nov.2018.

PROAD. Pró-Reitoria de Administração. DAP. **Diretoria de Almoxarifado e Patrimônio.** 2017. Disponível em : <https://proad.ufpa.br/index.php/dap-almoxarifado>. Acesso em: 20 nov.2018.

REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. **Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas.** In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002. Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Reidler_Nivea_Maria/publication/266328401_IMPACTOS_SANITARIOS_E_AMBIENTAIS_DEVIDO_AOS_RESIDUOS_GERADOS_POR_PILHAS_E_BATERIAS_USADAS/links/54e892d80cf27a6de10f13cd.pdf>. Acesso em: 29 jun.2018.

REIS, Martha. **Historia da Quimica.** São Paulo, 2001. Editora FTD S.A. Coleção completamente química, ciência, tecnologia e sociedade. Pág. 47-80.

SAMPAIO, Lorene Paixão; EXLER, Rodolfo Bello. **ISO 14000:** Perspectivas para a Sociedade Empresarial e o Meio Ambiente. Revista de Administração e Contabilidade da

FAT, v. 3, n. 2, p. 74-83, 2011. Disponível em: < http://reacfat.com.br/index.php/reac/article/viewFile/32/34>. Acesso em: 06 nov.2018.

SANTOS, Carolina Marins. **Por que as mulheres "desapareceram" dos cursos de computação?** Jornal da USP. 07 abr. 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/por-que-as-mulheres-desapareceram-dos-cursos-de-computacao/>. Acesso em: 23 nov.2018.

SILVA, Janari Rui Negreiros**. Lixo eletrônico:** um estudo de responsabilidade ambiental no contexto do instituto de educação ciência e tecnologia do Amazonas–IFAM campus Manaus centro. In: I Congresso brasileiro de gestão ambiental. 2010. p. 21-24. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/III-009.pdf>. Acesso em: 17 set.2017.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa et al. **Cidades sustentáveis e Escolas sustentáveis:** projeto coletivo inter/transdisciplinar. Revista Desafios, v. 1, n. 1, p. 188-209, 2015. Disponível em: < https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/53146/ssoar-desafios-2015-1-suanno_et_al-Cidades_sustentaveis_e_Escolas_sustentaveis.pdf?sequence=3>. Acesso em: 21 ago.2018.

SUZAQUIM. **Suzaquim indústrias químicas Ltda.** 2017. Disponível em: < http://www.suzaquim.com.br/> Acesso em: 23 out.2018.

SOBREIRA, Patrícia de Albuquerque et al. **ANÁLISE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE A SUSTENTABILIDADE.** Anais SNCMA, v. 8, n. 1, 2017. Disponível em: < http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/sncma/article/view/58/56>. Acesso em: 16 out.2018.

TRIGUEIRO, André. **Mundo Sustentável:** novos rumos para um planeta em crise. 1ª edição. São Paulo: Editora Globo 2012.

VIEIRA, Karina Nascimento; SOARES, Thereza Olívia Rodrigues; SOARES, Laíla Rodrigues. **A Logística Reversa do Lixo Tecnológico:** um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da BRASKEM 10.5773/rgsa. v3i3. 180. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 3, n. 3, p. 120-136, 2009. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/viewFile/180/81>. Acesso em: 17 set.2017.

WIDMER, Rolf et al. **Perspectivas globais sobre e-lixo.** InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 8, n. 1, 2013. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/TRADUCAO_vol8n1.pdf >. Acesso em: 19 jun.2018.

XAVIER, Lúcia Helena et al. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos:** mapeamento da logística reversa de computadores e componentes no Brasil. In: Anais do 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos. João Pessoa, PB, Brasil. 2010. Disponível em: < http://www.redisa.net/doc/artSim2010/Gestao/Gest%C3%A3o%20de%20residuos%20electro electr%C3%B4nicos_mapeamento%20da%20log%C3%ADstica%20reversa%20de%20computadores%20e%20componenetes%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 15 mai.2018.

APENDICE A – Questionário de levantamento

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO

Somos alunos do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da UFPA, e estamos realizando uma pesquisa sobre o descarte de Lixo Tecnológico, e gostaríamos de contar com sua colaboração respondendo o formulário de pesquisa abaixo:

1. Qual seu sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

2. Qual sua faixa etária?
( )Até 19 anos ( )20 até 39 anos ( )40 até 64 anos
( )65 anos em diante

3. Qual seu curso na UFPA?
( ) Bacharelado em Sistemas de Informação
( ) Bacharelado em Ciência da Computação
( ) Engenharia da Computação

4. O que você faz com seu lixo eletrônico, quando ele está sem utilidade, ou com defeito?
( )Joga no lixo comum ( )Guarda em casa ( )Doa ( )Vende
( )Devolve para os fabricantes ( )Têm ouros destinos.

5. Que informação você tem sobre como fazer o descarte?
( )Manual do Fabricante ( )Vendedores ( )Não tem informações
( )Jornais ( )Mídia televisiva ( ) Internet

6. Na sua avaliação a reciclagem de Lixo Tecnológico.
( )É essencial ( )Desnecessária ( )Vital para a saúde dos ecossistemas

7. No seu ambiente de Estudo/Trabalho/Doméstico há alguma iniciativa para realizar o descarte de Lixo Tecnológico de forma responsável? ( )Sim ( )Não

8. Em sua opinião o descarte irresponsável é capaz de provocar algum tipo de contaminação ambiental, como por exemplo, na qualidade da água servida para a população?
( )Sim ( )Não

9. Ao comprar um produto eletrônico você verifica a responsabilidade ambiental do fabricante? ( )Sim ( )Não

10. Qual a sua disposição de **mudar de hábitos** de consumo no sentido de promover a sustentabilidade do ambiente no que se refere a Lixo Tecnológico.
( )Sim ( )Não ( )Talvez