



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE**

HELENO MANDUCA AYRES LEAL

**Lixo Eletrônico: Um estudo sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no município de Palmas – TO**

PALMAS - TO  
2018

HELENO MANDUCA AYRES LEAL

**Lixo Eletrônico: Um estudo sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no município de Palmas – TO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente.

**Orientador:** Prof. Dr. Aparecido Osdimir Bertolin.

PALMAS - TO  
2018

HELENO MANDUCA AYRES LEAL

**Lixo Eletrônico: Um estudo sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no município de Palmas – TO**

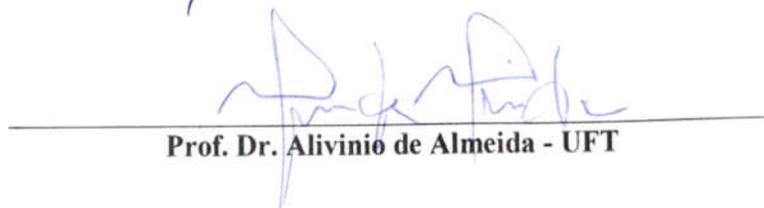
Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).

Aprovação em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

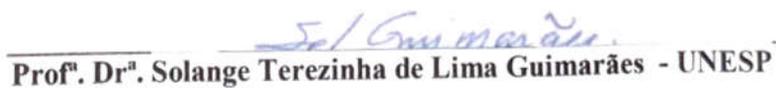
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Aparecido Osdimir Bertolin - UFT  
Orientador e Presidente



Prof. Dr. Alivínio de Almeida - UFT



Prof. Dr. Solange Terezinha de Lima Guimarães - UNESP

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

---

M2731 Manduca Ayres Leal, Heleno.

Lixo Eletrônico: Um estudo sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no município de Palmas – TO. / Heleno Manduca Ayres Leal. – Palmas, TO, 2018.

90 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências do Ambiente, 2018.

Orientador: Aparecido Osdimir Bertolin

1. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. 2. Meio Ambiente. 3. Lixo Eletrônico. 4. Saúde. I. Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser o Senhor dos meus passos, a Luz do meu caminho, e o grande Responsável por eu ter chegado até aqui.

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. A meu pai, que nunca deixou de me amar, nem de confiar em mim. Pai, meu amor eterno. À minha mãe, amor incondicional. Mãe, você que me gerou e me alfabetizou, ensinando-me a ler, viu como aprendi direitinho? A vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento.

A minha filha Ana Luiza por ter me compreendido nos momentos em que não pude estar presente e por ter me ajudado nas traduções de artigos em inglês. Ela é fera.

Aos meus irmãos Teomar e Lidiane, cunhada Ediléia e sobrinhas, sobrinho, afilhada e afilhado que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

A minha namorada Fernanda pelos momentos de compreensão, amor, força com palavras de conforto em momentos difíceis e com quem pude compartilhar alegrias e dificuldades nessa jornada.

Ao Prof. Dr. Aparecido Osdimir Bertolin, meu orientador e exemplo profissional, por não ter permitido que eu interrompesse o processo e pela confiança. Quando ‘crescer’, eu quero ser como você.

Aos professores (as), do Curso de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da UFT por terem me repassado um imenso e importante conhecimento e pela solicitude e solidariedade perante minhas dificuldades,

A todos os colegas do mestrado e doutorado 2017, que contribuíram de alguma forma para o meu crescimento pessoal e intelectual.

Aos meus amigos do IFTO, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Com vocês, queridos, divido a alegria desta experiência.

## RESUMO

A economia no Brasil vem crescendo e transformando-se em grande escala, gerando um consumo cada vez maior de equipamentos eletrônicos e da área de Tecnologia da Informação - TI. Uma vasta gama da população mundial está se unindo à sociedade global da informação e economia digital, obtendo importantes benefícios e oportunidades que elas oferecem. O surgimento de redes mais rápidas e novas aplicações e serviços prestados em cada vez mais altas velocidades, levou novas oportunidades para muitas pessoas, nas mais diversas áreas onde observamos novas aplicações diariamente sendo elas a de educação, saúde, governo, entretenimento e comércio. Em paralelo, os níveis mais elevados de investimentos disponíveis, a urbanização e industrialização em muitos países em desenvolvimento estão levando a crescente quantidade de equipamentos elétricos e eletrônicos e, conseqüentemente, a maiores quantidades de lixo eletrônico.

O alto consumo desses produtos nos traz algumas conseqüências indesejáveis, quando esses produtos deixam de ter utilidades, produzindo uma grande quantidade de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos ou como é popularmente chamado, lixo eletrônico. O tema abordado nesta dissertação visou mostrar como esses resíduos estão sendo tratados por parte da população, do poder público e o que poderia ser feito com todo esse lixo eletrônico produzido que atualmente possui um tratamento quase inexistente. Espera-se que com essa pesquisa seja mostrado quais são as ações tomadas pelo poder público, as políticas de gestão voltadas para o tratamento deste tipo de resíduo, nível de conhecimento sobre lixo eletrônico de todos os atores envolvidos, conscientização através de educação ambiental voltadas para a temática do lixo eletrônico. A falta de estrutura organizacional para a coleta e descarte do lixo eletrônico contribuem para o aumento de problemas de saúde e meio ambiente.

**Palavras chave:** lixo eletrônico, meio ambiente, saúde.

## ABSTRACT

Brazil's economy has been growing and transforming itself, which increases the consumption of electronic equipment and gadgets from the Information Technology- It – area. A huge amount of the worldwide population has been joining the Global Society of Information and digital economy, getting significant benefits and opportunities offered by them. The rise of high- speed networks and faster services and applications have brought opportunities to many people in many areas, such as education, health care, government, entertainment and commerce. At the same time, the higher levels of available investments, the urbanization and industrialization in emergent countries are leading into an increasing number of electric and electronic equipments, and consequently, to more electronic waste.

The high consumption of these products brings us unwelcome consequences, when these gadgets stop being useful and start producing a huge amount of waste electrical and electronic equipment, or like is more known, electronic wastes. The subject addressed in this dissertation sought to show these residues have been treated by part of the population, the government, and what could be done with all the electronic waste produced that still has almost no treatment. This research hopes to show what are the actions taken by the public power, the management policies for the treatment of this kind of garbage, how much the actors involved know about electronic waste and also awareness through environmental education. The lack of an organized policy for gathering and discard of electronic waste contributes to environmental and health problems

**Keywords:** electronic waste, environment, health

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> - Adaptação do ciclo de vida conceitual da UNEP .....	17
<b>Figura 02</b> - Evolução do IDHM de Palmas - TO .....	22
<b>Figura 03</b> - Local de disposição irregular de resíduos sólidos .....	39
<b>Figura 04</b> - Local de disposição irregular de resíduos sólidos.....	39
<b>Figura 05</b> - Local de disposição irregular de resíduos sólidos .....	40
<b>Figura 06</b> - Local de disposição irregular de resíduos sólidos .....	40
<b>Figura 07</b> - Números <i>per capita</i> e por domicílios adotados para as .....	41
projeções estimadas dos resíduos com logística reversa obrigatória	
<b>Figura 08</b> - Quantidades anuais estimadas de resíduos de .....	42
eletroeletrônicos para o período entre 2014 e 2043	
<b>Figura 09</b> – N & S Coleta e Reciclagem de Lixo Eletrônico .....	49
<b>Figura 10</b> – Comércio de recicláveis: Reciclagem 307 Norte .....	52
<b>Figura 11</b> – Comércio de recicláveis: Rei da latinha .....	52
<b>Figura 12</b> – Comércio de recicláveis: Sucatão da 43 .....	53
<b>Figura 13</b> – Comércio de recicláveis: Reciclagem União .....	53
<b>Figura 14</b> - Separação e testes dos EEE coletados .....	55
<b>Figura 15</b> - Separação e testes dos EEE coletados .....	56
<b>Figura 16</b> - Separação e testes dos EEE coletados .....	56
<b>Figura 17</b> - Montagem de computadores com REEE .....	57
<b>Figura 18</b> - Montagem de computadores com REEE .....	57
<b>Figura 19</b> - Montagem de computadores com REEE .....	58
<b>Figura 20</b> - Computadores Montados pelos alunos .....	58
<b>Figura 21</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social .....	59
Utilizando Lixo Eletrônico	
<b>Figura 22</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social .....	59
Utilizando Lixo Eletrônico	
<b>Figura 23</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social .....	60
Utilizando Lixo Eletrônico	
<b>Figura 24</b> - REEE enviados para NS Reciclagem .....	60
<b>Figura 25</b> - REEE enviados para NS Reciclagem .....	61

<b>Figura 26</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social .....	61
Utilizando Lixo Eletrônico	
<b>Figura 27</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social.....	62
Utilizando Lixo Eletrônico – Grupo 1	
<b>Figura 28</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social .....	62
Utilizando Lixo Eletrônico – Grupo 2	
<b>Figura 29</b> - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social .....	63
Utilizando Lixo Eletrônico – Grupo 3	

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b> – Categoria dos REEE segundo a Diretiva 19 de 2012 da .....25 Comunidade Européia
<b>Quadro 02</b> – Elementos tóxicos presentes nos equipamentos eletroeletrônicos ....26
<b>Quadro 03</b> – Efeito das substâncias tóxicas, presentes nos REEE .....28 em seres humanos
<b>Quadro 04</b> – Responsabilidade dos atores a partir da PNRS. ....33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> – Evolução Demográfica Populacional de Palmas –TO .....	20
<b>Tabela 02</b> – Evolução do IDHM de Palmas – TO .....	23
<b>Tabela 03</b> – Componentes dos computadores e % de reciclagem .....	31
<b>Tabela 04</b> – Estimativa da geração de resíduos de equipamentos eletrônicos, por área programa, no Estado do Tocantins. ....	34
<b>Tabela 05</b> - Quantidade de lixo produzido pelas pessoas vs faixa etária das pessoas .....	66

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01</b> – Perfil etário das pessoas .....	64
<b>Gráfico 02</b> – Perfil do nível de escolaridade das pessoas .....	65
<b>Gráfico 03</b> – Tipos de lixo eletrônico gerado pelas pessoas .....	66
<b>Gráfico 04</b> - Descarte do lixo eletrônico feito pelas pessoas .....	67
<b>Gráfico 05</b> – Conhecimento das pessoas sobre descarte adequado .....	68
<b>Gráfico 06</b> – Conhecimento das pessoas sobre os perigos .....	68
que o lixo eletrônico pode causar ao meio ambiente	
<b>Gráfico 07</b> – Quantidade de entrevistados que já participaram .....	69
de algum tipo de Palestra motivadora ou Ações de Educação Ambiental sobre Lixo Eletrônico	

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABDI</b>	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
<b>ABRELPE</b>	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
<b>ASCAMPA</b>	Associação de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis da Região Norte de Palmas
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CFC</b>	Cloro Fluor Carbonetos
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>COOPERAN</b>	Cooperativa de Produção de Recicláveis do Tocantins
<b>DVD</b>	Digital Video Disc (Disco Digital de Video)
<b>EEE</b>	Equipamentos Eletroeletrônicos
<b>HD</b>	Hard Disk
<b>IDHM</b>	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ISWA</b>	International Solid Waste Association (Associação Internacional de Resíduos Sólidos)
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display (Display de Cristal Líquido)
<b>LED</b>	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>PBDE</b>	Éteres Difenílicos PoliBromados
<b>PPB</b>	Bifenilas Polibromadas
<b>PERS – TO</b>	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins”.
<b>PNRS</b>	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<b>PMSB</b>	Plano Municipal de Saneamento Básico
<b>REEE</b>	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
<b>PNUD</b>	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
<b>RoHS</b>	Restriction of Certain Hazardous Substances
<b>SEMARH</b>	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
<b>SEMDU</b>	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano
<b>UNU</b>	Universidade das Nações Unidas
<b>UIT</b>	União Internacional das Telecomunicações

<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)
<b>VHS</b>	Video Home System (Sistema Doméstico de Vídeo)
<b>WEEE</b>	Waste Electrical and Electronic Equipament
<b>WWI</b>	World Watch Institute

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 OBJETIVO GERAL .....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 O MUNICÍPIO DE PALMAS E SUA HISTÓRIA, GEOGRAFIA, ECONOMIA.....	20
3.2 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE).....	23
3.3 NORMAS E LEIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	32
3.3.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) .....	32
3.3.2 Políticas públicas no Estado do Tocantins .....	35
3.3.3 Políticas públicas no Município de Palmas – TO.....	37
4 MATERIAS E METODOS.....	43
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	43
4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	43
4.3 ETAPAS METODOLÓGICAS .....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	46
5.1 MATERIAL DE APOIO E CONSULTA .....	46
5.2 COLETA E RECICLAGEM.....	48
5.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SOCIAL E TECNOLÓGICA .....	54
5.4 TABULAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS DOS QUESTIONÁRIOS ECONÔMICO, SOCIAL E SOBRE REEE .....	63
6 CONSIDERAÇÃO FINAIS.....	70
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
8 BIBLIOGRAFIA .....	74
APENDICES .....	76
APENDICE A .....	77
APENDICE B.....	78
APENDICE C.....	79
APENDICE D .....	80
APENDICE E.....	81
APENDICE F .....	82

## 1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente vem sofrendo consideráveis impactos gerados pelo acúmulo de Resíduos, entre eles os de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), conhecidos popularmente como lixo eletrônico.

São considerados Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), aqueles que dependem de corrente elétrica ou campo eletromagnético para funcionar, bem como, aqueles que geram, transferem ou medem correntes e campos magnéticos. Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) são aqueles produtos, partes ou componentes de EEE pós-consumo.

As substâncias presentes nos equipamentos eletroeletrônicos, consideradas de maior impacto a saúde humana e ao meio ambiente são os metais tóxicos e gases de efeito estufa, dentre eles podemos citar alguns elementos químicos contidos nos equipamentos eletroeletrônicos que caracterizam-se por conter substâncias potencialmente tóxicas, como chumbo, mercúrio, cádmio e retardantes de chama, assim como materiais de valor econômico, entre os quais, cobre, ouro, prata e alumínio. O potencial impacto a saúde e ao meio ambiente, principalmente dentre os elementos químicos que estão presentes nos equipamentos eletrônicos, são um dos fatores a serem observados para definições de ações preventivas e corretivas a serem analisadas e propostas.

O crescente desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para informática vem provocando uma verdadeira revolução em nossa sociedade que busca cada vez mais um maior conforto e segurança do mundo moderno. Junto a essa revolução observamos também o grande aumento no consumo de equipamentos eletrônicos, gerando um rápido descarte dos equipamentos em locais inadequados para os mesmos. Como resultado disso o meio ambiente vem sofrendo sérios impactos que na grande maioria das vezes são irreversíveis.

Com atualizações cada vez mais frequentes dos EEE, e o aumento do poder de consumo, ocorrido nos últimos anos, acarretou mudanças no próprio modelo de consumo, visualizado na tendência de se consumir cada vez mais novos equipamentos mesmo que o equipamento atual esteja funcionando corretamente, mas com menos recursos ou talvez recursos não tão modernos. Esse padrão de consumo ocasiona diversas consequências, entre elas as ambientais, como o aumento da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e o descarte inadequado dos mesmos.

Para Bueno (2013), a introdução desenfreada de eletrônico pode ser observada tanto em residências, quanto em escritórios, escolas, empresas e também em órgãos públicos, produzem uma grande quantidade de lixo eletrônicos que tem como destinação final na maioria das vezes

aterros sanitários ou lixões, resultando em graves consequências para os animais, ambientes e seres humanos. Alguns dos elementos químicos citados anteriormente possuem um alto poder de infiltração no solo, podendo chegar até o lençol freático, gerando contaminação da água.

Uma alternativa viável, portanto, é assegurar o descarte seguro dos REEE, e conseqüentemente, ajudar a fomentar a cadeia de reciclagem de seus principais componentes. Quando coletado, separado e reciclado adequadamente, o lixo eletrônico poupa a natureza e ainda contribui para melhorar a qualidade de vida e a saúde das pessoas. Dessa forma, evita a contaminação do solo e das águas, por meio do tratamento adequado dos materiais potencialmente tóxicos, e reduz a quantidade de resíduos sólidos a ser enviada aos aterros sanitários. Além disso, possibilita o uso dos materiais recuperados como matéria-prima para outros segmentos da indústria, tais como o químico e o farmacêutico.

Segundo Moraes (2017), a indústria eletroeletrônica, uma das que mais crescem em todo o mundo, gera a cada ano aproximadamente 40 milhões de toneladas de resíduos sólidos provenientes, sobretudo, de computadores e *smartphones*.

O lixo eletrônico está virando um problema de proporções globais devido ao alto consumo de equipamentos eletroeletrônicos, aos produtos evoluírem em rápida escala tornando-os obsoletos necessitando uma troca. A maioria dos países não estão preparadas para receberem esses produtos que não serão mais utilizados, e armazená-los em um local seguro que não agrida o meio ambiente ou recicla-los.

Em 2016, o mundo gerou 44,7 milhões de toneladas de lixo eletrônico e apenas 20% foram reciclados através dos sistemas apropriados fazendo com que muitos recursos valiosos e escassos são desperdiçados. O Brasil ocupa a segunda colocação como gerador de lixo eletrônico no continente americano. No ano de 2016 foi gerado um total de 1,5 milhão de toneladas de lixo eletrônico enquanto que os Estados Unidos produziram 6,3 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mesmo período. Os dados foram relatados, tomando como base o do *Global E-waste Monitor 2017*, relatório internacional elaborado pela Universidade das Nações Unidas (UNU) em parceria com União Internacional das Telecomunicações (UIT) e a *International Solid Waste Association* (Associação Internacional de Resíduos Sólidos - ISWA), que no Brasil é representada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

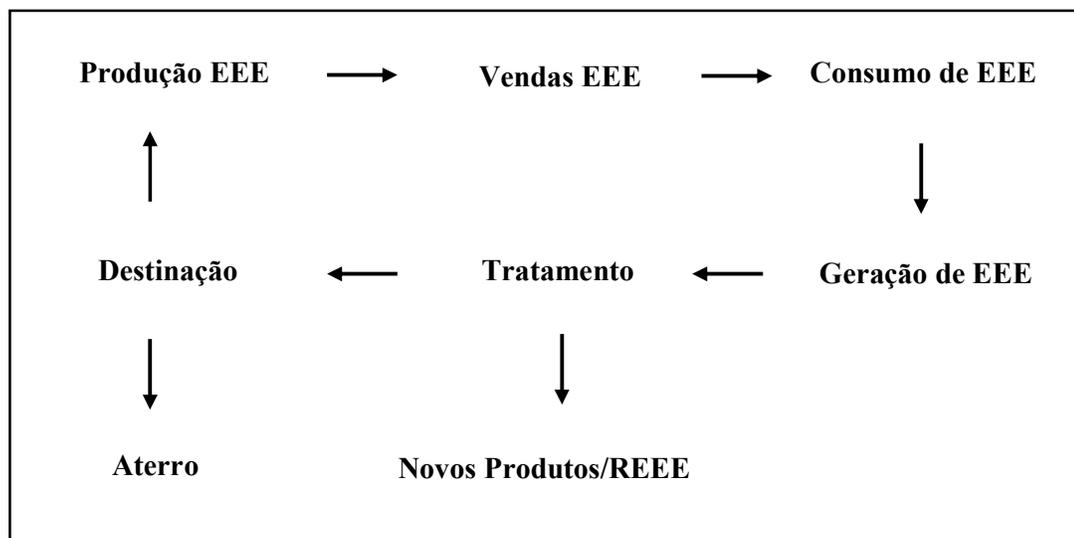
Um grande problema é que uma grande parte desse lixo eletrônico não reciclado tem destinação inadequada, indo parar em lixões que não estão preparados para receber este material, podendo contaminar o meio ambiente e a saúde das pessoas.

Outro fato a ser considerado, é em relação ao perigo do lixo eletrônico descartado em aterros sanitários, pois por mais seguros e modernos que sejam os aterros sanitários correm o risco de vazamento, de produtos químicos e metais que poderão se infiltrar no solo. Esta situação é muito pior nos velhos e menos controlados aterros sanitários, que acabam sendo a maioria em todo país. (GONÇALVES, 2007).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme* - UNEP) é a principal autoridade ambiental global que define a agenda ambiental global, promove a implementação coerente da dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável dentro do sistema das Nações Unidas e serve como um defensor autorizado do meio ambiente global (UNEP, 2007).

O ciclo de vida dos EEEs podem variar de acordo com o país, a situação econômica e as opções tecnológicas, entre outros. De acordo com o modelo conceitual de ciclo de vida da UNEP, para os EEEs, os materiais residuais são preferencialmente destinados para outros ciclos produtivos, sob a forma de produtos reconicionados ou materiais, enquanto os rejeitos seguem para aterros.

**Figura 01 - Ciclo de vida conceitual de EEE da UNEP**



**Fonte:** Carvalho; Xavier (2014, p. 6)

Este modelo é adotado pelo Brasil, por se tratar de um modelo onde a Sustentabilidade e o Meio Ambiente são respeitados, além de agregação de valores na cadeia de utilização de REEE. Estudos sobre modelos sustentáveis estão descritos na metodologia onde são sugeridas ações relacionadas ao tratamento e gestão de REEE.

Com vistas aos modelos de tratamento aos REEE, nesta dissertação será apresentado um estudo sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no município de Palmas – TO, propondo uma análise de como os atores, população, o poder público e a iniciativa privada executam este tratamento, assim como propor ou indicar propostas e planejamentos para uma gestão ambiental correta e eficiente visando diminuir os impactos ambientais no município.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo principal da presente dissertação foi o estudo sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos na cidade de Palmas – TO.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar como o poder público, a população e a iniciativa privada executam o tratamento do lixo eletrônico;
- Propor ou indicar propostas e planejamentos para uma gestão ambiental correta e eficiente do lixo eletrônico;
- Utilização de Educação Ambiental como forma de uma eficiente conscientização para população sobre os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado do lixo eletrônico.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O MUNICÍPIO DE PALMAS E SUA HISTÓRIA, GEOGRAFIA, ECONOMIA

O município de Palmas, capital do estado do Tocantins, também conhecida como a capital mais nova do território Brasileiro, foi escolhido para o estudo sobre o tratamento de REEE. Será descrita com dados da cidade nos dias de hoje para que se possa facilitar ou melhor elucidar as relações de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, no que se refere a gestão pública estadual e municipal, bem como a participação da população.

Palmas, está situada nas coordenadas geográficas 10° 11' 04" sul e 48° 20' 01" oeste, sendo que o Paralelo 10 Sul e o Meridiano 48 Oeste passam por dentro do território do município. A área original que compõe o município de Palmas, segundo fonte do IBGE é de 2219 km<sup>2</sup>, possuindo uma altitude é de 260m. Os municípios que fazem limite a Palmas são respectivamente: Lajeado e Aparecida do Rio Negro ao norte; Novo Acordo e Santa Tereza do Tocantins ao leste; Monte do Carmo ao sudeste e ao sul; Porto Nacional ao sul, ao sudoeste e ao oeste; e Miracema do Tocantins ao noroeste (BRASIL, 2018).

Pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município pertence às Regiões Geográficas Intermediária e Imediata de Palmas. Até então, com a vigência das divisões em microrregiões e mesorregiões, o município fazia parte da microrregião de Porto Nacional, que por sua vez estava incluída na mesorregião Oriental do Tocantins.

Palmas é a capital que mais cresce no país, com uma população divulgada no último censo do IBGE feito em 2010, com 228.332 pessoas. No ano de 2017, a população estimada segundo o IBGE (2017) é de 286.787. Com isso Palmas está classificada com a cidade mais populosa do estado do Tocantins.

**Tabela 01** – Evolução Demográfica Populacional de Palmas –TO.

Ano	Pop. Total	Pop. Urbana	Pop. Rural
1991	24.334	19.246	5.088
2000	137.355	134.179	3.176
2010	228.332	221.742	6.590
2011**	235.315	--	--
2012**	242.070	--	--
2017**	286.787	--	--

**Fonte:** IBGE. (\*\*) Estimativa de população, IBGE

Em 2016, a população tinha um salário médio mensal de 3.8 salários mínimos. A relação de pessoas com alguma ocupação em conformidade à população total era de 48.6%. Comparando com os outros municípios do estado do Tocantins, ocupava as 1ª posição de 139 cidades. Considerando também uma comparação com cidades do território brasileiro, situava-se na 42ª posição de 5570 cidades. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 30% da população nessas condições, o que o colocava na posição 139 de 139 dentre as cidades do estado e na 4669ª posição de 5570 dentre as cidades do Brasil. (BRASIL, 2017)

No ano de 2015, os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 6 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Nota-se um declínio quando se trata dos alunos dos anos finais, onde foi registrada uma nota de 4.7. Na comparação com cidades do estado do Tocantins, a nota dos alunos dos anos iniciais, colocava esta cidade na 1ª posição de 139 cidades. Observando a nota dos alunos dos anos finais, registrava a 6ª posição de 139 cidades. A taxa de escolarização (para pessoas de 6 a 14 anos) foi de 98% em 2010. Isso posicionava o município na 40ª posição de 139 cidades, dentre as cidades do estado e na 2065ª posição de 5570 dentre as cidades do Brasil. (IBGE, 2017)

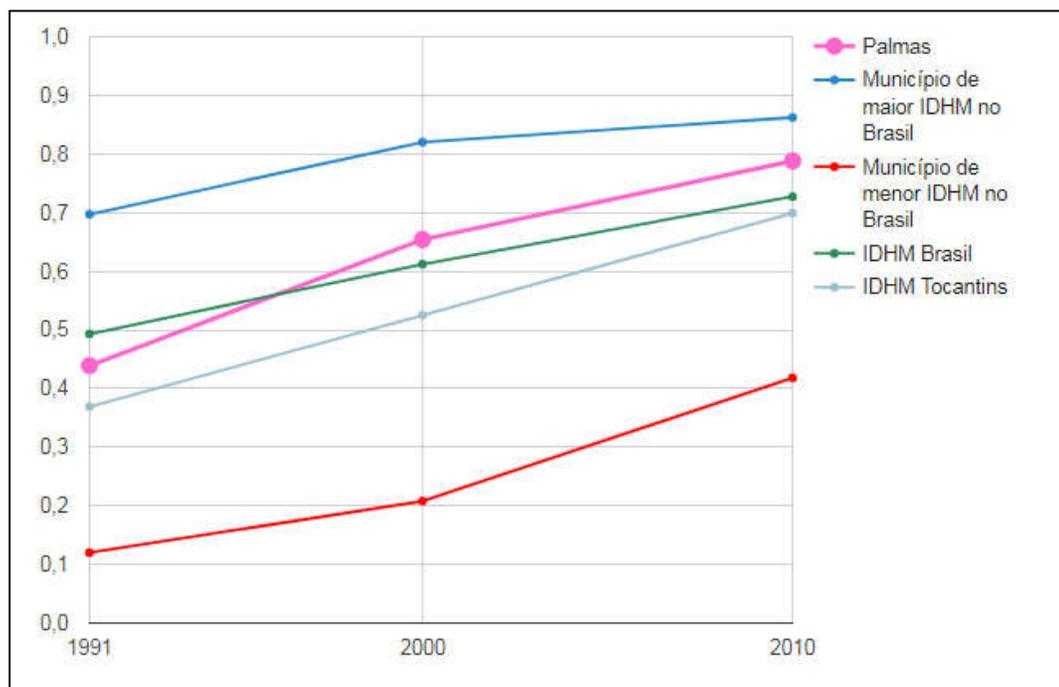
Apresenta 67.6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 79.9% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 31.3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na 3ª posição de 139 cidades, 72ª de 139 cidades e 1ª posição de 139 cidades, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, fica na 1478ª posição de 5570 cidades, 2408ª posição de 5570 cidades e 1152ª de 5570 cidades, respectivamente. (IBGE, 2017).

Com relação a economia, o município de Palmas apresenta uma estrutura de atividade econômica bastante heterogênea, onde temos uma presença importante de atividades voltadas para o setor público, dada a vocação administrativa do município, associada a atividades de baixa produtividade e com baixa capacidade de pagamento, tais como comércio, construção civil, entre outros. Contudo surgem problemas decorrentes da base econômica local e da ineficiência na gestão municipal como temas críticos em Palmas. A baixa condição de competitividade da economia local, marcada pela falta de indústrias e outros meios de captação de recursos, expressa no percentual da população abaixo da linha de pobreza, além de temas como percentual de moradias localizadas em assentamentos informais, a distribuição de renda da população urbana e a mobilidade surgem como fragilidades que precisam ser enfrentadas. Portanto, o orçamento do município de Palmas apresenta uma alta dependência de recursos

vindos dos governos federal e estadual, que em função da falta de agilidade administrativa, implica em morosidade na aprovação de novos projetos e investimentos, associada ao elevado custo, Palmas deixa de criar as oportunidades e a atratividade importantes para à expansão da atividade econômica (IBGE, 2017).

O indicador utilizado para medir o desenvolvimento social do município, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), criado em 2012 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) Brasil; o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea); e a Fundação Pinheiro adaptaram a metodologia usada do IDH Global para calcular o IDH Municipal dos municípios brasileiros, demonstra que a cidade de Palmas possui índices próximos a cidades com alto IDHM no Brasil. O IDHM brasileiro considera as mesmas variáveis do IDH Global que são longevidade, educação e renda, além de disponibilizar mais de 200 indicadores socioeconômicos que ampliam e qualificam de forma mais abrangente a análise do desenvolvimento humano dos municípios. (Quadros, 2017).

**Figura 02** - Evolução do IDHM de Palmas – TO.



**Fonte:** Atlas Brasil (2016)

A cidade Palmas se destaca por apresentar bons índices de desenvolvimento humano e indicadores socioeconômicos igualmente positivos. De acordo com o Atlas de

Desenvolvimento Humano do Brasil, Palmas registrou a maior taxa de crescimento no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) entre todas as 27 capitais do País no período entre 1991 e 2010. Em 1991, Palmas tinha o pior IDH entre as capitais, com 0,439, atingindo um índice de 0,788 em 2010 e saltando para a 10ª posição no *ranking* nacional. A qualidade do sistema público de educação e de saúde, bem como a renda *per capita* acima da média nacional, 12ª entre as capitais em 2010 segundo o IBGE são alguns dos pontos que, tradicionalmente, associam Palmas à imagem de uma cidade próspera e com desenvolvimento adequado. (Atlas Brasil, 2016)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) - Palmas é 0,788, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,827, seguida de Renda, com índice de 0,789, e de Educação, com índice de 0,749.

**Tabela 02** – Evolução do IDHM de Palmas – TO.

<b>IDHM e Componentes</b>	<b>1991</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
<b>IDHM Educação</b>	<b>0,198</b>	<b>0,508</b>	<b>0,749</b>
% de 18 anos ou mais com ensino fundamental completo	26,37	55,07	74,59
% de 5 a 6 anos na escola	35,23	64,52	91,15
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental REGULAR SERIADO ou com fundamental completo	18,23	66,20	89,60
% de 15 a 17 anos com o fundamental completo	7,42	39,82	64,53
% de 18 a 20 anos com o médio competo	7,65	24,62	55,25
<b>IDHM Longevidade</b>	<b>0,660</b>	<b>0,762</b>	<b>0,827</b>
Esperança ao nascer	64,61	70,71	74,61
<b>IDHM Renda</b>	<b>0,646</b>	<b>0,722</b>	<b>0,789</b>
Renda <i>per capita</i>	446,49	714,58	1.087,35

Fonte: Atlas Brasil (2016)

### 3.2 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE)

Pode-se definir como Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), os produtos, componentes e peças de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) produzidos pós-

consumo, ou seja, todo EEE que já tenha sido utilizado e substituído seja por defeito ou por estar obsoleto. A grande quantidade de substâncias presentes nos EEE's, são compostas por metais pesados, gases de efeito estufa, como os Cloro Fluor Carbonetos (CFC), as substâncias halogenadas, bifenilas policloradas, bromatos, arsênio, além de retardantes de chama Bifenilas Polibromadas (PPBs) e Éteres Difenílicos PoliBromados (PBDE) (CARVALHO, XAVIER. 2014.).

A comunidade Europeia estabeleceu a DIRETIVA 2012/19/EU, DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 4 de julho de 2012, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos sendo que os objetivos da política ambiental da União são, em especial, a preservação, proteção e melhoria da qualidade do ambiente, a proteção da saúde humana e a utilização prudente e racional dos recursos naturais. Esta política baseia-se no princípio da precaução e nos princípios da ação preventiva, da correção, prioritariamente na fonte, dos danos causados ao ambiente e do poluidor-pagador (UNIÃO EUROPEIA, 2012). A diretiva consiste em recomendações consensuais entre os países membros, que servem como orientações para regulamentação in loco, podendo adaptá-las as políticas legais específicas implantadas em seus países. A diretiva da Comunidade Europeia sobre REEE que restringe o uso de substâncias tóxicas, dentre as quais estão incluídas as substâncias presentes nos REEE. Das substâncias mencionadas na diretiva que são consideradas perigosas estão: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo hexa-valente Cr(VI), mercúrio (Hg), bifenilas polibromadas (PBB) e éteres difenil polibromados (PBDE).

Os equipamentos eletroeletrônicos são classificados em 11 categorias segundo a Comunidade Europeia. A partir desta distribuição é possível facilitar a discriminação de cada classe de produto em função de especificidades como a vida útil, composição por tipo de materiais, porte do equipamento, entre outros requisitos para a categorização. No quadro 01 podemos a categoria e o exemplos de equipamentos que compõem a mesma.

De acordo com Melo (2016), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), esses equipamentos eletroeletrônicos dividem-se em quatro linhas:

- Linha Branca - refrigeradores, fogões, lavadoras de roupa e louça;
- Linha Marrom - monitores e televisores de tubo, plasma, LED e LCD, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio;
- Linha Azul - batedeiras, liquidificadores, aspiradores de pó, cafeteiras; e,
- Linha Verde - computadores *desktop* e *laptops*, acessórios de informática, *tablets* e telefones celulares.

**Quadro 01** - Categoria dos REEE segundo a Diretiva 19 de 2012 da Comunidade Européia

<b>Categoria</b>	<b>Exemplo de equipamentos</b>
<b>1) Eletrodomésticos de grande porte</b>	Refrigeradores, <i>freezers</i> , fogões, máquinas de lavar e de secarroupas, micro-ondas, máquinas de lavar louças, equipamento de ar condicionado.
<b>2) Eletrodomésticos de pequeno porte</b>	Aspirador de pó, ferro de passar roupa, torradeiras, fritadeiras, facas elétricas, relógios de parede e de pulso, secador de cabelo.
<b>3) Equipamentos de TI e Comunicação</b>	<i>Mainframes</i> , impressoras, minicomputadores, computadores pessoais, <i>laptop</i> , calculadoras, aparelho de fax, <i>netbooks</i> , celular, telefone, <i>tablet</i> .
<b>4) Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos</b>	Aparatos para rádio e TV, câmera de vídeo, gravadores <i>wi-fi</i> , amplificadores de áudio, instrumentos musicais, painéis fotovoltaicos.
<b>5) Equipamento de iluminação</b>	Luminárias para lâmpadas fluorescentes (exceto luminárias domésticas), lâmpadas fluorescentes, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas de vapor de sódio, lâmpada de halogêneo
<b>6) Ferramentas eletroeletrônicas</b>	Serras, esmeril, furadeiras, máquinas de corte, parafusadeiras, ferramentas de atividades de jardinagem, máquinas de solda.
<b>7) Equipamentos de lazer, esporte e brinquedos</b>	Trens e carros elétricos, vídeo game, console de vídeo game, computadores para ciclismo, corrida, etc, equipamentos de esporte.
<b>8) Equipamentos médicos</b>	Equipamentos de radioterapia, cardiologia, diálise, medicina nuclear, análise de laboratório, <i>freezers</i> .
<b>9) Instrumentos de monitoramento e controle</b>	Detector de fumaça, regulador de aquecimento ou resfriamento, termostatos, equipamentos de monitoramento para uso doméstico ou industrial.
<b>10) Caixas de autoatendimento</b>	<i>Dispensers</i> (caixas de auto atendimento) de bebida, produtos sólidos, dinheiro, entre outros.
<b>11) Outros</b>	Outras categorias não consideradas anteriormente

Fonte: Carvalho; Xavier (2014, p. 4)

No quadro 02 estão descritos os tipos de componentes que podem ser encontrados na maioria dos equipamentos eletroeletrônicos, onde eles podem ser aplicados e os principais agentes tóxicos potencialmente perigosos presentes nesses componentes.

**Quadro 02** – Elementos tóxicos presentes nos equipamentos eletroeletrônicos

<b>Componentes</b>	<b>Aplicações</b>	<b>Elementos potencialmente perigosos</b>
Placas de circuito interno	Utilizadas em quase todos os EEE, desde geladeiras modernas até computadores	Chumbo (Pb) e antimônio (Sb) em ligas, cádmio (Cd) em contatos e interruptores, mercúrio (Hg) em interruptores e relés, retardantes de chamas bromados
Baterias	EEE portáteis	Níquel e Cd em baterias Ni-Cd, Pb em baterias chumbo-ácidas, mercúrio em baterias de Hg
Componentes contendo mercúrio	Termostato, sensores, relés, interruptores, lâmpadas, equipamentos médicos, equipamentos de telecomunicação	Mercúrio (Hg)
Tubos e Raios Catódicos	Televisores antigos, monitores antigos, osciloscópio	Pb, Sb, Cd no vidro
Cabos, cordões e fios	Diversos	Cerca de 20 substâncias distintas
Circuitos de refrigeração	Aparelhos antigos de ar condicionado, freezers e geladeiras	Clorofluorcarbonos (CFCs)
Cartuchos de tinta	Impressoras, aparelhos de fax, copiadoras	Poeira de carbono e negro de fumo, material produzido a partir da combustão incompleta de derivados pesados do petróleo

Fonte: Sepa, 2011., Andrade-Lima, 2012., apud Carvalho, Xavier (2014, p.118 )

Os REEE possuem elementos químicos, bem diferentes de outras formas de resíduos urbanos ou industriais. São compostos por materiais tanto valiosos quanto perigosos em sua composição. Precisam ter um tratamento e processos de reciclagem especiais para que não ocorra efeitos que prejudiquem a saúde humana e também a contaminação do meio ambiente.

Em sua grande parte o processo de coleta e reciclagem incorreto leva boa parte dessas substâncias a serem descartadas no meio ambiente de maneira imprópria. Com a destinação inadequada desse material casos de contaminação humana podem surgir decorrentes da exposição a altas concentrações de metais pesados e outras substâncias presentes nos EEE.

Embora possa parecer um processo simples e seguro, a manipulação de REEE, observa-se que há riscos nas várias etapas relacionadas a reciclagem do REEE. É de grande importância ressaltar o uso de máscara, óculos, luvas entre outros equipamentos de proteção em relação ao acondicionamento físico, desmontagem, separação e transporte dos REEE.

Muitas substâncias que fazem parte da composição dos REEE tem uma relevante ação neurotóxica nos seres humanos, causando uma constante preocupação relacionada ao tratamento inadequado destes REEE. Diversas substâncias como o cádmio, chumbo, mercúrio e poluentes orgânicos persistentes, como as Bifenilas policloradas (PCBs), Bifenilas polibromadas (PBB), Difetil éteres polibromados (PBDEs) e Dioxinas e Furanos estão descritas no quadro 3 Os grupos humanos mais suscetíveis aos efeitos neurotóxicos desses contaminantes são idosos, doentes crônicos, crianças e fetos (Gouveia et.al, 2014, p. 113).

**Quadro 03** – Efeito das substâncias tóxicas, presentes nos REEE, em seres humanos

Substância	Via de contaminação	Efeito
Cádmio	Manuseio	Dermatite
	Inalação e ingestão de alimento e água contaminada	Disfunção renal, comprometimento pulmonar, nos osso e no fígado
Chumbo	Ingestão de alimento e água contaminada, inalação e manuseio	Disfunção renal, anemia, alterações no sistema nervoso e reprodutivo, alterações no fígado e aumento da pressão sanguínea
Cristal Líquido	Manipulação	Dermatite
CFCs	--	Destrói a camada de ozônio, causando efeitos indiretos
Mercúrio	Ingestão de alimento, como peixes e crustáceos contaminados, inalação e manuseio	Lesões renais, alterações neurológicas, alterações no sistema digestivo
Níquel	Manipulação	Dermatite
	Ingestão de água e alimentos contaminados	Alterações do sistema digestivo
	Inalação de poeira contendo este metal	Alteração de células sanguíneas, alterações renais e comprometimento pulmonar
Poeira de carbono e negro de fumo	Inalação de poeira	Comprometimento pulmonar
PVC	Manipulação	Dermatite
	Inalação de dioxinas e furanos decorrentes de incineração	Alterações no aparelho reprodutivo e no sistema linfático, ação teratogênica e carcinogênica
Retardantes de chama bromados	Manipulação	Diversos efeitos em animais que ainda estão em avaliação para seres humanos foram observados em exposições crônicas, entre eles efeitos neurotóxicos, no sistema endócrino e imunológico
	Inalação	Inalação de dioxinas e furanos decorrentes de incineração
Antimônio	Manipulação	Dermatite
	Inalação de poeira contendo este metal	Irritação do trato respiratório e substância potencialmente carcinogênica

Fonte: Andrade-Lima, 2012., apud Carvalho, Xavier (2014, p. 118).

De acordo com a (UNEP, 2007) o descarte e a reciclagem feitas de maneira incorretas de REEE geram emissões perigosas, com graves impactos na saúde e no meio ambiente, divididos em três níveis de emissões tóxicas.

- Emissões primárias: decorrentes de substâncias perigosas presentes no resíduos eletrônico (chumbo, mercúrio, arsênio, bifenilapolicloradas (PCBs), fluídos de refrigeração entre outros;
- Emissões secundárias: decorrentes de reações resultantes do tratamento inadequado do resíduo eletrônico (dioxinas e furanos originários de incineração inadequada de plástico contendo retardantes de chama halogenado;
- Emissões terciárias: decorrentes do uso de substâncias ou reagentes empregados durante o processo de reciclagem (cianeto ou outros agentes lixiviadores, mercúrio para amalgamação, entre outros.)

A evolução constante da tecnologia faz com que a vida útil desses EEE seja interrompida precocemente, visto que atualizações constantes tornam o equipamento obsoleto. Estima-se que o tempo de vida médio de um computador seja de 3 a 4 anos (DEL GROSSI, 2011, p.1). Assim, o lixo eletrônico é atualmente o que mais cresce no fluxo de resíduos sólidos urbanos e equivale a cerca de 20 a 50 milhões de toneladas por ano no mundo, sendo que os EUA, Europa Ocidental, China, Japão e Austrália são os maiores produtores (SEPA, 2011, p. 23). Contudo, essa grande quantidade de lixo produzido, somada aos componentes tóxicos presentes nos resíduos, torna os REEE uma ameaça para o meio ambiente em escala global.

O grande espaço alcançado por discussões sobre REEE, deve-se, expressivamente, as transformações provocadas pela antiga sociedade industrial para uma nova sociedade de informação com crescente uso de novos equipamentos cada vez mais modernos. Como consequência dessas transformações a produção de EEE tende a ser um dos mercados que mais crescem no mundo. Junto com uma produção cada vez maior de EEE tem-se também uma geração maior de REEE.

O gerenciamento dos REEE, quando voltados para questão ambiental, ocorre de maneira diferenciada em cada país ou região, este mesmo ainda ignorado por grande parte dos produtores no Brasil, provocado pela escassez de conhecimento e tecnologia para a sua efetivação correta. Os mecanismos regulatórios nacionais e internacionais tem papel de grande relevância na mobilização dos atores envolvidos na gestão da cadeia reversa dos resíduos eletroeletrônicos (CARVALHO, XAVIER. 2014, p. 2).

Contudo os processos de reciclagem e o manejo correto dos REEE são de grande importância para a proteção da saúde e a preservação do meio ambiente. Atualmente ainda temos poucos processos de coleta, manejo e reciclagem implementados, sendo depositados a maioria dos REEE em lixões, aterros e muitas vezes em solo comum a céu aberto.

Os equipamentos eletroeletrônicos exigem uma alta dependência da atividade extrativista, que fornece os minerais fundamentais utilizados na produção de componentes presentes nos EEE, que possuem em sua composição ouro, prata, cobre, ferro, alumínio, cádmio, níquel, chumbo, lítio, índio, berílio, tálio, dentro outros que serão citados no quadro 03. Segundo a (UNEP, 2009) estes equipamentos demandam 80% da produção mundial de índio (utilizados em telas de LCD), mais de 80% de rutênio (utilizados na fabricação de discos rígidos) e 50% de antimônio (utilizados como retardantes de chamas). De acordo com informação obtida no *World Watch Institute* (WWI, 2010), durante os anos de 1950 até 2005 a produção de metais cresceu seis vezes, petróleo cresceu oito vezes e a de gás natural cresceu incrivelmente 14 vezes. Com esses altos níveis de produção, existe uma preocupação emergente na capacidade de suporte de recursos do planeta, que pode ser observada em relação ao potencial uso destes recursos, assim como o aumento excessivo da consequente e crescente geração de REEE.

Os REEE gerados em grande escala na cadeia de equipamentos eletroeletrônicos, juntamente com os elementos tóxicos e perigosos que compõem a sua fabricação, são resultados da redução do ciclo de vida útil e o aumento demasiado de consumo dos EEE. Os dois importantes estímulos observados a levar a uma maior produção de EEE que são a: obsolescência induzida (que consiste na substituição de produtos ainda em condições de uso por modelos com melhor desempenho ou design mais atraente) e obsolescência programada (redução do ciclo de vida do produto com função da aplicação de estruturas ou materiais menos resistente) tem contribuído para a produção desses resíduos.

Quando o EEE não apresenta mais utilidade para o consumidor, pode-se ter dois destinos. A restauração deste equipamento, através de restauração e reuso por parte de outro consumidor. O outro destino será a transformação em REEE, onde se aplicado o destino devidamente correto para reciclagem pode-se apresentar um valor de mercado, estimulando um reaproveitamento de materiais residuais (GUARNIERI, et al., 2014, p. 67).

A tabela 03 mostra os principais componentes existentes nos computadores, sua localização, o percentual de cada material no computador, o percentual que pode ser reciclado e o valor de mercado disponível para alguns materiais por kg. A maioria das empresas que

detém a tecnologia para extração de elementos valiosos citados nesta tabela está localizada na Europa e nos Estados Unidos.

**Tabela 03** – Componentes dos computadores e % de reciclagem.

<b>Metal pesado</b>	<b>Parte onde é encontrado</b>	<b>% Em relação ao peso</b>	<b>% Reciclável</b>	<b>Preço por Kg(*)</b>
Alumínio	Estrutura, conexões	14,1723	80,00	0,24
Bário	Válvula eletrônica	0,0315	0,00	--
Berílio	Condutivo térmico, conectores	0,0157	0,00	--
Cádmio	Bateria, chip, semicondutor, estabilizadores	0,0094	0,00	0,24
Chumbo	Circuito integrado, soldas, bateria	6,2988	5,00	0,01
Cobalto	Estrutura	0,0157	85,00	0,02
Cobre	Condutivo	6,9287	90,00	0,68
Cromo	Decoração, proteção contra corrosão	0,0063	0,00	--
Estanho	Circuito integrado	1,0078	70,00	0,20
Ferro	Estrutura, encaixe	20,4712	80,00	0,02
Gálio	Semicondutor	0,0013	0,00	--
Germânio	Semicondutor	0,0016	60,00	0,20
Índio	Transistor, retificador	0,0016	60,00	--
Manganês	Estrutura, encaixes	0,0315	0,00	--
Mercúrio	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores	0,0022	0,00	--
Níquel	Estrutura, encaixes	0,8503	80,00	0,18
Ouro	Conexão, condutivo	0,0016	99,00	0,40
Prata	Condutivo	0,0189	98,00	0,21
Sílica	Vidro	24,8803	0,00	0,12
Tântalo	Condensador	0,0157	0,00	--
Titânio	Pigmentos	0,0157	0,00	--
Vanádio	Emissor de fósforo vermelho	0,0002	0,00	--
Zinco	Bateria	2,2046	60,00	--

**Fonte:** Xavier, Carvalho (2014, p. 79).

### **3.3 NORMAS E LEIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS**

#### **3.3.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) , instituída pela lei federal nº 12.305/2010 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, estabeleceu um esquema de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, de que decorrem inúmeros deveres legais para a cadeia produtiva, como, por exemplo, a obrigação de efetuar o planejamento e a implementação de sistemas de logística reversa para os produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Trata-se com destaque todos os resíduos sólidos (materiais que podem ser reciclados ou reaproveitados), sejam eles domésticos, industriais, eletroeletrônicos, entre outros, e também por tratar a respeito de rejeitos (itens que não podem ser reaproveitados), estimulando o descarte correto de forma compartilhada envolvendo o poder público, privado e comunidade. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018), institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo. Tem como objeto e campo de aplicação:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica. (BRASIL, 2010).

**Quadro 04** - Responsabilidade dos atores a partir da PNRS.

Ator	Antes	Depois
Poder público	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de prioridade para o lixo urbano</li> <li>• Existência de lixões na maioria dos municípios. Resíduo orgânico sem aproveitamento</li> <li>• Coleta seletiva cara e ineficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municípios farão plano de metas sobre resíduos com participação dos catadores</li> <li>• Os lixões precisam ser erradicados até 2014</li> <li>• Prefeituras passam a fazer compostagem</li> <li>• É obrigatório controlar custos e medir a qualidade do serviço</li> </ul>
Catadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploração por atravessadores e riscos a saúde</li> <li>• Informalidade</li> <li>• Problemas de qualidade e quantidade de materiais</li> <li>• Falta de qualificação e visão de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catadores reduzem riscos a saúde e aumentam a renda em cooperativas</li> <li>• Cooperativas são contratadas pelos município para a coleta e reciclagem</li> <li>• Aumenta a quantidade e aumenta a qualidade da matéria-prima reciclada</li> <li>• Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar produção</li> </ul>
Iniciativa privada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos das empresas. Falta de incentivos financeiros</li> <li>• Baixo retorno de produtos eletroeletrônicos pós-consumo</li> <li>• Desperdício econômico sem a reciclagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco legal estimulará ações empresariais</li> <li>• Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem</li> <li>• Mais produtos retornarão a indústria após o uso pelo consumidor</li> <li>• Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda</li> </ul>
Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há separação do lixo reciclável nas residências</li> <li>• Falta de informação</li> <li>• Falhas no atendimento da coleta municipal</li> <li>• Pouca reivindicação junto as autoridades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências</li> <li>• Campanhas educativas mobilizarão moradores</li> <li>• Coleta seletiva aprimorada para recolher mais resíduos</li> <li>• Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes</li> </ul>

Fonte: CEMPRE (2011)

Nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi criada com o propósito de regulamentar instrumentos importantes para o enfrentamento de problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos no Brasil (QUADROS, 2018), podemos definir resíduos sólidos como:

Art. 3º [...]

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia (BRASIL, 2018)

Segundo a PNRS (BRASIL, 2018), os resíduos sólidos estão classificados, em 11 categorias quanto à origem e em duas quanto à periculosidade, no Art. 13, incisos I e II. Os REEE que estão classificados no inciso II, alínea a, que está descrito abaixo.

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação: I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

**a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;**

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

A regulamentação dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil ainda se mostra muito tímida, mesmo sendo observado o grande aumento da sua produção, consumo e

descarte incorreto no país, com efeitos altamente perigosos ao meio ambiente a saúde, ora em razão da sua periculosidade inerente, ora devido a facilidade de acumular em grandes volumes.

Os países em desenvolvimento enfrentam enormes desafios na gestão dos REEE, que são gerados internamente ou importados ilegalmente como bens "usados", na tentativa de colmatar o chamado "fosso digital". Convive-se nos países em desenvolvimento com poucas e em alguns países quase nenhuma de instalação básica ou de última geração para recuperação ou fim de vida correto para os REEE.

No Brasil, Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 452, de 02 de julho de 2012, dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito (BRASIL, 2018). Esta regulação federal apresenta uma interface com os REEE, na medida que determinados componentes de eletrônicos também podem ser configurados como resíduos perigosos, onde podemos citar como exemplo os compostos de cromo hexavalente, cádmio, mercúrio, chumbo etc. É importante ressaltar que a PNRS proibiu expressamente no art. 49 a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, dentre os quais se podem encontrar os eletrônicos, mesmo que seja para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação.

### **3.3.2 Políticas públicas no Estado do Tocantins**

O estado do Tocantins, através da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), firmou com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) uma parceria para a “Elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins”.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins, PERS – TO, foi finalizado e apresentado em forma de seminário durante a Semana do Meio Ambiente, no dia 7 de junho de 2017, sendo elaborado pela empresa Ecotécnica - Tecnologia e Consultoria LTDA, contratada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Apesar do PERS - TO estar pronto, o mesmo ainda não foi instituído, sendo assim o Estado utiliza o PNRS.

O PERS - TO, coerente às proposições da Política Nacional de Resíduos Sólidos e consequentemente do Plano Nacional, considera a gestão consorciada dos resíduos sólidos uma solução apropriada, atendendo as características dos municípios do Tocantins. Sendo assim, o presente relatório apresenta as medidas para incentivar e viabilizar a implantação de Consórcios Intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos no Estado.

Ainda, de forma complementar, em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o PERS - TO contou com a participação popular e controle social por meio da realização de oficinas técnicas e audiências públicas regionais, eventos que possibilitaram a expressão e debate de opiniões individuais ou coletivas da sociedade. No apêndice deste documento, consta o processo participativo realizado no decorrer do processo de elaboração do plano.

De acordo com o PERS - TO estima-se que no Tocantins sejam geradas 9.697,85 toneladas de REEE por ano. As áreas-programa mais populosas do Estado (Palmas, Araguaína, Gurupi e Paraíso do Tocantins) são as que mais geram REEE, conforme demonstra a Tabela 04.

Apesar de haverem algumas pequenas iniciativas identificadas, como nos municípios de Araguaína, Dianópolis, Xambioá, Gurupi e Palmas, que recebem parte dos resíduos eletrônicos, constatou-se que, no Tocantins, a maior parte desses resíduos é descartada de forma irregular em lixões.

**Tabela 04** - Estimativa da geração de resíduos de equipamentos eletrônicos, por área programa, no Estado do Tocantins.

<b>Área programa</b>	<b>Estimativa de geração de REEE (kg/ano)</b>
Araguaína	1.521.548,80
Araguatins	364.185,60
Arrais	142.009,60
Augustinópolis	484.076,80
Colinas do Tocantins	495.705,60
Dianópolis	245.369,60
Goiatins	170.758,40
Guaraí	469.574,40
Gurupi	1.052.678,40
Natividade	201.945,60
Novo Acordo	211.846,40
Palmas	2.427.840
Paraíso do Tocantins	726.828,80
Paranã	136.166,40

<b>Área programa</b>	<b>Estimativa de geração de REEE (kg/ano)</b>
Pedro Afonso	247.724,80
Taguatinga	168.851,20
Tocantinópolis	409.152
Xambioá	221.587,20
<b>Total</b>	<b>9.697.849,60</b>

Fonte: PERS – TO (2017, p. 62)

### **3.3.3 Políticas públicas no Município de Palmas – TO**

Na esfera municipal foi instituído o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), a partir do Decreto nº 700 de 15 de janeiro de 2014, em que cita no Artigo 1º, Volume IV as referências sobre lixo eletrônico. O mesmo segue as instruções pautadas da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 2 agosto de 2010.

O objetivo principal do PMSB no referido volume IV, em que contempla os Resíduos Sólidos, tem como objetivo principal apresentar o referido instrumento de gestão, uma descrição da situação atual do município, através do Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados, estimando os cenários futuros no Prognóstico que contempla projeções populacionais e de demanda pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos, e com base nisso, consolidando o planejamento estratégico da gestão dos resíduos, envolvendo a proposição de Programas, Projetos e Ações para cumprir os objetivos e as metas pré-estabelecidas (PMSB, 2014). Também visa o aperfeiçoamento de seu sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos com foco no desenvolvimento sustentável e na proteção do meio ambiente.

O município não conta com um sistema público de coleta e destinação final específicos para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos de maneira eficiente. Os REEE são coletados juntamente com os outros resíduos sólidos, sem uma prevenção de manuseio adequada no que se refere aos elementos altamente tóxicos que compõem esses equipamentos. O projeto em desenvolvimento chamado COLETA PALMAS, contempla vários tipos de resíduos sólidos, mas os REEE ainda não foram contemplados neste projeto segundo informações coletadas na Secretaria Municipal de Meio Ambiente, no mês de junho de 2018.

Com um trabalho em parceria da Prefeitura Municipal e uma empresa privada, o PMSB de Palmas (2014) apresentou a NS Coleta e Reciclagem de Lixo Eletrônico como a única

empresa que fazia a coleta de REEE no município. A referida empresa efetua a coleta de resíduos onde existe demanda, sendo que recolhe no local de origem REEE acima de 20 kg. Na empresa é realizada a descaracterização e separação dos componentes, como placas, memórias, Discos Rígidos (HD), fontes, monitores, drives, sucatas, entre outros. Depois de todo o processo de separação os resíduos são encaminhados para a empresa Lorene Multinacional, de Guarulhos/SP, que recebe, a cada três meses, aproximadamente oito toneladas de resíduos (400 kg só de placas) (PMSB, 2014).

### **3.3.2.1 Áreas de Passivos Ambientais Oriundos da Disposição de Resíduos Sólidos**

De acordo com informações do PMSB (2014) foram identificados inúmeros locais de disposição irregular de resíduos domiciliares e comerciais, resíduos da construção civil e demolição, eletroeletrônicos, pneus, resíduos de podas e volumosos. Estes locais situam-se nas extremidades do município.

Anteriormente ao início da operação do aterro sanitário em 2001 o município de Palmas possuía um aterro controlado, atualmente encerrado, mas que continua a ser considerada uma área de passivo ambiental. Foi também relatado da ocorrência de inundação, após a construção da barragem, de outra localidade onde existia um lixão.

### **3.3.2.2 Locais de Disposição Irregular de Resíduos**

Os locais de disposição irregular de resíduos apresentam um elevado potencial impactante ao ambiente local, contribuem com a obstrução das galerias pluviais, bem como trazem a probabilidade de veicular doenças a população em virtude da proliferação de vetores. Foi relatado que existe a limpeza destes locais, porém, a disposição volta a ocorrer novamente.

Entre as **Figuras 3 e 6** podem ser verificados alguns pontos levantados pelo PMSB onde é realizada a disposição irregular de diversos tipos de resíduos sólidos, entre eles REEE, em diversos áreas de Palmas – TO.

**Figura 03** - Locais de disposição irregular de resíduos sólidos



Fonte: PMSB (2014, p. 117).

**Figura 04** - Locais de disposição irregular de resíduos sólidos



Fonte: PMSB (2014, p. 117).

**Figura 05** – Local de disposição irregular de resíduos sólidos



Fonte: PMSB (2014, p. 117).

**Figura 6** - Local de disposição irregular de resíduos sólidos



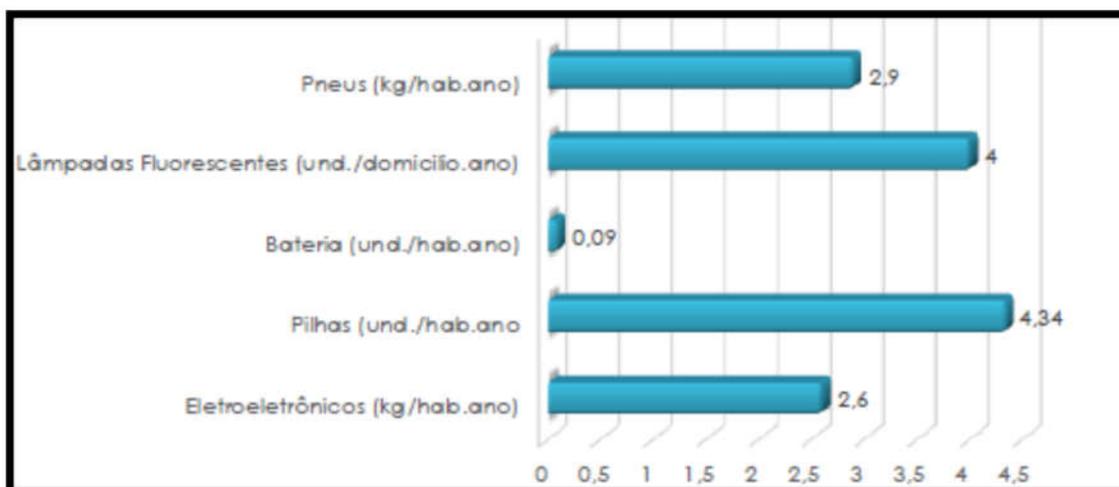
Fonte: PMSB (2014, p. 117).

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMDU) desenvolveu em 2011 um programa de gerenciamento de resíduos sólidos, onde foram implantados seis Ecopontos, com a finalidade de receber os resíduos provenientes de podas, resíduos volumosos, de construção civil e demolição. Durante a implantação dos Ecopontos os locais em que funcionariam tais estruturas, componentes do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, foram identificadas e as respectivas áreas cercadas. No entanto, conforme verificado *in loco*, os locais onde estariam funcionando os Ecopontos estão abandonados, com as cercas inexistentes e muitos apresentam em seu entorno locais de disposição irregular de resíduos sólidos.

Apesar de haver legislação estabelecendo a logística reversa e a sua obrigatoriedade para alguns materiais, a maioria dos sistemas obrigatórios não estão funcionando plenamente.

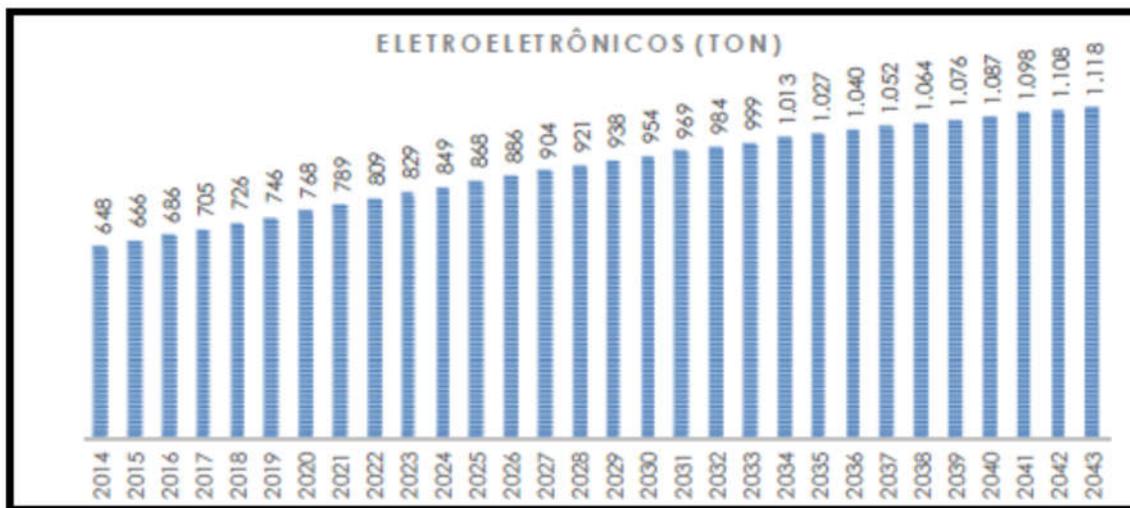
Nacionalmente, os números relativos a estes resíduos são escassos, Palmas – TO segue esta tendência, conforme apresentado no Diagnóstico Situacional do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos. Deste modo, as estimativas de geração destes resíduos basearam-se em dados de fontes bibliográficas, assim adotou-se números por habitantes e por domicílios, conforme ilustra a Figura 7.

**Figura 07** - Números *per capita* e por domicílios adotados para as projeções estimadas dos resíduos com logística reversa obrigatória



Fonte: PMSB (2014, p. 163).

**Figura 08** - Quantidades anuais estimadas de resíduos de eletroeletrônicos para o período entre 2014 e 2043



Fonte: PMSB (2014, p. 165).

## **4 MATERIAS E METODOS**

### **4.1 ÁREA DE ESTUDO**

A cidade de Palmas, localizada na região central do Estado do Tocantins foi objeto desse estudo. De posse do mapa do plano diretor de Palmas, foram selecionados aleatoriamente bairros de diferentes áreas para aplicação dos instrumentos de estudo para serem utilizados na elaboração dos resultados. A zona urbana do município foi escolhida por não possuir tratamento específico e área de descarte correta para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, e também por não possuir leis específicas municipais que o regem.

Buscou-se contemplar os bairros localizados na região norte e região sul de Palmas - TO, por serem localidades mais populosas, podendo gerar uma maior quantidade de lixo eletrônico e que contemplam níveis sociais, educacionais e econômicos de diversas naturezas. Dentre os bairros onde foram efetuadas os questionários estão: Taquaralto (Centro), Jardim Aurenny I, Jardim Aurenny II, Jardim Aurenny III, Jardim Aurenny IV, Jardim Taquari, Setor Lago Sul, Morada do Sol, Morada do Sol I, Morada do Sol II, Setor Bela Vista, Setor Industrial de Taquaralto, Setor Santa Bárbara, Setor Santa Helena, Bertaville, Jardim Paulista, Plano Diretor Norte; Quadra 103 Norte, Quadra 104 Norte, Quadra 405 Norte, Quadra 412 Norte, Quadra 603 Norte, Quadra 607 Norte, Plano Diretor Sul; Quadra 103 Sul, Quadra 104 Sul, Quadra 106 Sul, Quadra 110 Sul, Quadra 403 Sul, Quadra 504 Sul, Quadra 603 Sul, Quadra 606 Sul, Quadra 703 Sul, Quadra 706 Sul, Quadra 1002 Sul, Quadra 1102 Sul,

### **4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa em estudo de caso, na cidade de Palmas - TO. A pesquisa de campo com amostra aleatória simples, onde a escolha de um indivíduo, entre uma população, é ao acaso (aleatória), quando cada membro da população tem a mesma probabilidade de ser escolhida (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 14). Para exemplificar essa amostra observa-se pessoas de várias classes sociais localizadas em vários setores de Palmas. Por se tratar de produtos (equipamentos eletroeletrônicos), consumidos pelas mais diversas classes sociais, todas elas estão sujeitas a geração de REEE, portanto todas as classes se englobam nesta amostragem.

A adoção desse tipo de amostragem pode ser justificada, quando a população não está disponível para sorteio; quando a obtenção de uma amostra precisa da população não é o propósito principal da pesquisa; no caso de não haver intenção de generalizar os dados obtidos da amostra para a população; bem como quando não tiver tempo suficiente disponível, e recursos financeiros e materiais.

### **4.3 ETAPAS METODOLÓGICAS**

- Revisão bibliográfica, com busca, leitura e compreensão artigos científicos, no *site* da plataforma CAPES, com uma delimitação de período entre os anos de 2.000 a 2.018, Informações referentes ao tema abordado em textos, sites eletrônicos, livros, dissertações e teses.
- Coleta das informações através de entrevistas e documentos realizados junto a Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Tocantins (SEMARH), Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas – TO.
- Visitas as associações de catadores de lixo e de empresa de coleta de lixo eletrônico, empresas particulares e catadores/atravessadores de resíduos sólidos.
- Entrevistas com atores participantes do comércio de materiais recicláveis, como forma de diagnosticar toda a rede envolvida no processo de coleta e reciclagem no município de Palmas foram identificados alguns compradores/atravessadores e empresas de recicláveis, através de entrevistas estruturadas e aplicadas aos proprietários ou funcionários responsáveis pelo comercio.
- Aplicação de questionário em vários setores da região norte e sul de Palmas – TO para a população em geral. Durante o mês de junho do ano 2019, mais especificamente entre o dia 01 a 25 de junho de 2018, foi efetuada uma pesquisa de campo, aplicando um questionário (vide apêndice A), para 140 pessoas, distribuídas em vários setores da região norte e sul de Palmas, cujos os bairros estão listados no item área de estudo.

- Realização de Coleta Seletiva, Educação Ambiental e posteriormente um WORKSHOP no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus Porto Nacional –TO, no mês de maio do ano de 2018, com o tema Sustentabilidade Ambiental Utilizando Lixo Eletrônico, tendo como participantes alunos da disciplina de Arquitetura de Computadores, 3º Período do Curso de Licenciatura em Computação.
- Apresentação de projeto de conscientização e descarte adequado para o lixo eletrônico junto a Prefeitura Municipal de Palmas – TO, a ser integrado junto ao projeto de coleta de resíduos urbanos denominado Projeto Coleta Palmas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 MATERIAL DE APOIO E CONSULTA

Tratando-se de um tema relativamente novo a extensa revisão bibliográfica pôde elucidar conceitos, definições e estratégias desconhecidas. Segundo (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 19) as fontes para escolha do assunto podem originar-se, da experiência pessoal ou profissional, de estudos e leituras, da observação, de descoberta de discrepâncias entre trabalhos ou da analogia com temas de estudo de outras disciplinas ou áreas científicas.

De acordo (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 22) a característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, sendo estes, escritos ou não, denominando fontes primárias. A partir desta metodologia buscou-se arquivos de texto relacionado ao tema principal da pesquisa. Nos artigos também foram encontradas poucas publicações sobre o tema, por se tornar um objeto de estudo mais recente. No Brasil foi implementada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), que contempla os REEE como “Resíduo Perigoso”, sendo que a maioria dos estados e municípios seguem a mesma. De acordo com levantamento bibliográfico o município de Palmas – TO, segue o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMBS, 2014) com base na PNRS no que se refere a REEE.

Para obtenção de conhecimentos sobre o tema desta dissertação foram feitas pesquisas em artigos na Plataforma CAPES, em revistas eletrônicas nacionais e internacionais com conteúdos voltados para “Tecnologia da Informação” ou “Meio Ambiente” utilizando chaves de busca: “Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos”, “Lixo eletrônico”, “*Waste Electrical and Electronic Equipment*”, “Meio Ambiente” e “Resíduos Sólidos”. Pouquíssimos exemplares de livros contemplam o assunto referente a lixo eletrônico, dentre eles foi utilizado como fonte de pesquisa o livro de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos (CARVALHO, XAVIER, 2014) como fonte de informações.

Com conteúdo bastante atualizado e abrangente o livro “Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: Uma abordagem prática para a sustentabilidade”, proporcionou uma grande quantidade de informações relevantes para o tema abordado nesta dissertação. Ao abordar tanto os impactos dos resíduos eletroeletrônicos quanto os desafios enfrentados por toda a cadeia de gestão dos mesmos, o livro traz uma significativa contribuição para o entendimento da composição dos elementos químicos que compõem os REEE, problemas ambientais e os perigos a saúde humana que podem ser causados por estes elementos. Estamos diante de um

marco importante que trará implicações para todos os atores envolvidos neste setor. Com isso torna-se fundamental por parte do poder público, iniciativa privada e da população em geral, conhecer a fundo o papel de cada um em meio a este novo cenário.

Nesta dissertação foram utilizados dados referente a população, economia e índice de desenvolvimento humano (IDH) do Estado do Tocantins e da cidade de Palmas – TO coletados no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Atlas Brasil e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), devido a confiabilidade e clareza, abrangendo um espaço temporal entre os anos de 1991 a 2017. O endereço eletrônico do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) se constitui no principal provedor de dados e informações do País, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal.

Diante de documentação coletadas em base de dados da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Tocantins (SEMARH), consta o Plano Estadual de Resíduos Sólidos - TO (PERS – TO, 2010) em processo de implementação, elaborado pela empresa Ecotécnica Tecnologia e Consultoria Ltda., conforme contrato n° 025/2014, firmado entre a SEMARH e Ecotécnica Tecnologia e Consultoria Ltda, onde exibe o Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado do Tocantins, que se dedica a apresentação de um breve resumo do panorama geral dos resíduos sólidos no Estado, dentre eles os REEE, elaborando uma referência para a definição das diretrizes que nortearam as metas, planos, projetos e ações do PERS – TO.

O PERS-TO, tem as suas às proposições baseadas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, e considera a gestão consorciada dos resíduos sólidos uma solução apropriada, atendendo as características dos municípios do Tocantins. Sendo assim, o presente relatório apresenta as medidas para incentivar e viabilizar a implantação de Consórcios Intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos no Estado (PERS – TO, 2010).

O documento referente ao Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2014) traz importantes informações sobre as obrigações do poder público, assim como as iniciativas que devem ser aplicadas com relação aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), o qual os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) fazem parte. Dados como a situação econômica, caracterização física e ambiental, contidas neste documento produzem relevantes informações para um planejamento estratégico de ações a serem desenvolvidas. Portanto, PMSB tem como objetivo principal apresentar o referido instrumento de gestão, descrevendo a situação atual do município, através do Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados, estimando os cenários futuros no Prognóstico que contempla projeções populacionais e de demanda pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para o horizonte temporal de 30 anos

do projeto e, com base nisso, consolidando o planejamento estratégico da gestão dos resíduos, envolvendo a proposição de Programas, Projetos e Ações para cumprir os objetivos e as metas pré-estabelecidas.

## **5.2 COLETA E RECICLAGEM**

Na cidade de Palmas – TO, foi encontrada apenas uma empresa que trabalha com coleta e reciclagem de REEE. A **NS Coleta e Reciclagem de Lixo Eletrônico** (FIGURA 09) está situada no endereço, Av. D, QI03, Lote 06, Lago Sul, Palmas.TO, sendo identificada como a única empresa que faz coleta de REEE em Palmas. Segundo informações extraídas da entrevista com o proprietário, a empresa efetua a coleta de REEE, quando solicitado, enviando um caminhão baú, para o local solicitado, sendo, órgãos públicos, empresas particulares ou população em geral, que possuam REEE a ser coletados com peso igual ou superior a 20 kg. Também é feito o recebimento de REEE na sede da própria empresa, mas com pouquíssima procura para descarte no local. Quando o REEE é coletado e levado para a NS Coleta e Reciclagem de Lixo Eletrônico, é realizada a descaracterização e separação dos componentes, como placas, telefone celulares, telefone fixo, notebook, tablet, impressora, memórias, discos rígidos (HD), fonte, monitor, drive, processador, sucatas, entre outros REEE. Segundo o proprietário, o processo de descaracterização deste resíduo é feito por dois (2) profissionais capacitados, atendendo todas as normas de segurança específica para tratamento de REEE. Em algumas situações, é detectado algum equipamento em perfeito funcionamento, onde o mesmo é doado para escolas municipais ou estaduais feito pela empresa. A comercialização de produtos que possam ser remanufaturados a partir de outras peças não é feita, sendo que todos os REEE são enviados para a reciclagem em empresa específica localizada no Estado de São Paulo. Com relação a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a empresa NS Coleta e Reciclagem de Lixo Eletrônico possui plenos conhecimentos sobre as leis que a regem, seguindo todas as orientações a respeito de REEE. Possui no quadro de funcionários, 1 motorista, 1 trabalhador braçal para coleta e transporte dos resíduos, 2 técnicos de informática para a separação e acondicionamento correto dos REEE, 1 engenheiro ambiental e 1 biólogo para atender as normas ambientais.

**Figura 09** – N & S Coleta e Reciclagem de Lixo Eletrônico



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (05/04/2018).

Para o desenvolvimento do presente estudo, buscou-se informações através, entrevistas nas Associações e Cooperativas de Catadores de Lixo, empresa especializada em coleta e reciclagem de lixo eletrônico, órgãos estaduais e municipais relacionados a meio ambiente, além de comércios locais que trabalham com ações de incentivo a descarte correto de lixo eletrônico. Realizou-se a aplicação de questionários para a população em vários bairros da região norte e sul de Palmas, com a finalidade de conhecer os hábitos e conhecimentos dos moradores, sobre o manuseio e o descarte de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

Em visitas a associações e cooperativas de catadores de lixo foram fornecidas informações sobre as condições e as perspectivas trabalho com REEE. Por se tratar de um resíduo diferente dos que são coletados e tratados existem métodos de coleta e tratamento especiais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) destaca o apoio à inclusão dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis na coleta seletiva e na logística reversa, propondo o enfrentamento das desigualdades sociais (ETHOS, 2012). Nesse contexto, os catadores realizam a coleta de materiais recicláveis junto com os REEE, e frequentemente afirmam desconhecer como destiná-los de maneira apropriada.

Em visita realizada na Cooperativa de Produção de Recicláveis do Tocantins (COOPERAN), localizada no Setor Eco-Industrial de Palmas, entrevistou-se o presidente da cooperativa, o Sr. Otacílio Martins Cardoso. A cooperativa tem um perfil particular e para sua instalação tiveram alguns subsídios do governo estadual e municipal, como a doação de lote,

caminhão e equipamentos para realização de procedimentos referentes a reciclagem. Dentre os materiais coletado pela cooperativa estão inclusos: papel, metal ferroso e não ferroso, eletrônicos, plástico, alumínio e móveis. Foi enfatizado pelo presidente que todos estes materiais produzem um retorno financeiro, sendo que cada classe de produto coletado possui um comprador diferente para reciclagem. Para os REEE, é feito transporte no mesmo compartimento dos outros materiais coletados, não possuindo transporte específico para REEE. Quando este é coletado e levado para a associação, o presidente entra em contato com uma pessoa que não foi identificada, onde a mesma repassa para indústria de reciclagem que não é de conhecimento da associação. Foi manifestado o interesse de trabalho com REEE, mas falta uma capacitação para a triagem, separação e manuseio correto destes. A separação dos REEE para processamento e reciclagem possui maior complexidade, custos e impactos em comparação aos demais resíduos considerados não perigosos. O presidente relatou que a associação possui bastante interesse em capacitação para manuseio correto dos REEE e que ainda possuem espaço necessário para desenvolver esta atividade.

Posteriormente efetuou-se a visita a Associação de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis da Região Norte de Palmas (ASCAMPA) situada no endereço: Quadra 405 Norte, Avenida NS 3, 106-162 - Plano Diretor Norte, Palmas – TO, no qual a pessoa responsável não quis se identificar apenas respondendo algumas perguntas sobre o trabalho desenvolvido pela associação. Verificou-se que a cooperativa possui um perfil de associação particular e assim como a associação citada no parágrafo anterior para sua instalação tiveram alguns subsídios do governo estadual e municipal, como a doação de equipamentos e orientações para realização de procedimentos referentes a reciclagem. A cooperativa efetua a coletados seguintes materiais: papel, metal ferroso e não ferroso, eletrônicos, plástico, alumínio e móveis. Muitos moradores e empresas dos mais diversos ramos de trabalho trazem materiais para descartar na cooperativa, sendo que todos que se encaixam na categoria citada são aceitos. Todos os materiais são vendidos como material reciclável e também produzem um retorno financeiro, sendo que cada classe de produto coletado possui um comprador diferente para reciclagem. O transporte de REEE, é feito no mesmo compartimento dos outros materiais coletados, não possuindo transporte específico para REEE. Na associação, o responsável entra em contato com empresas de reciclagem de REEE, mas preferiu preservar nome das empresas em sigilo. De acordo com os catadores que estavam presentes no momento da visita, existe um grande interesse manifestado para o trabalho de reciclagem com REEE, mas falta uma capacitação para a triagem, separação e manuseio correto destes. Assim como no parágrafo anterior a separação dos REEE para processamento e reciclagem é o maior problema encontrado entre os catadores

e que eles possuem bastante interesse em capacitação para manuseio correto dos REEE e que ainda possuem espaço necessário para desenvolver a atividades de separação destes para envio a reciclagem.

Entrevistou-se em quatro comércios de recicláveis que fazem a compra de embalagens plásticas, papel, alumínio, ferro de catadores, assim como coleta a domicílio e posteriormente revendem para empresas de reciclagem maiores.

Em relação a coleta, tratamento e descarte adequado dos REEE, as empresas e compradores/atravesadores não possuem conhecimento sobre o manuseio, elementos químicos, perigos a saúde e meio ambiente que os REEE podem provocar. Repassam os REEE junto com os metais comuns coletados para outros compradores.

Observou-se que o manejo de REEE ainda é deficitário, em consequência da falta de estrutura adequada de coleta, tratamento e de informação adequada em relação ao destino final desses resíduos. Muitos casos de pessoas e empresas que depositam o REEE com o resíduo comum foi relatado pelos catadores.

Abaixo relação com endereço e fotografias dos comércios de recicláveis e compradores/atravesadores de recicláveis identificados.

- A Reciclagem 307 Norte (FIGURA 08), situada no endereço 307 Norte, Alameda 19, Lote 1 AP 1, Plano Diretor Norte, Palmas, TO
- O Rei da Latinha (FIGURA 09), Pc Brasília, Sn, Quadra: Nw 01; Lote: 09,, Jardim Aurenny I (Taquaralto), Palmas, TO
- Sucatão da 43 (FIGURA 10), situado no endereço 407 Norte - Alameda 12 Lote 39, Plano Diretor Norte, Palmas, TO
- Reciclagem União (FIGURA 11), situado no endereço 307 Norte Alameda 19, 19 - 1 Lote, AP 1, Plano Diretor Norte -Palmas, TO

**Figura 10** – Comércio de recicláveis: Reciclagem 307 Norte



Fonte: PMSB (2014, p. 89)

**Figura 11** – Comércio de recicláveis: Rei da latinha



Fonte: PMSB (2014, p. 89)

**Figura 12** – Comércio de recicláveis: Sucatão da 43



Fonte: PMSB (2014, p. 89)

**Figura 13** – Comércio de recicláveis: Reciclagem União



Fonte: PMSB (2014, p. 89)

### 5.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SOCIAL E TECNOLÓGICA

Dentro das ações de Educação Ambiental e do desenvolvimento de um *Workshop*, o autor desta dissertação, por ser professor no Instituto Federal do Tocantins de Porto Nacional – TO, desenvolveu com alunos do 3º Período do Curso de Licenciatura em computação, que cursam a disciplina de Arquitetura de Computadores palestras motivacionais com enfoque no lixo eletrônico. O conteúdo da palestra foi ministrado pelo docente, que fez um aprofundamento no tema de lixo eletrônico, explicando entre outras áreas a que lida com os elementos químicos que compõem os REEE. Foi abordado sobre a matéria prima que estão presentes nos componentes eletrônicos, e como eles podem ser nocivos à saúde e ao meio ambiente, se forem descartados de maneira inadequada. O tema sustentabilidade foi bastante discutido, uma vez que a matéria prima utilizada para fabricação dos EEE pode ser reutilizada, se processos de reciclagem adequados dos REEE forem executados, provocando uma economia na extração de recursos no meio ambiente.

Após esclarecimentos, sensibilização e motivação sobre a importância de maiores estudos e cuidados relacionados aos REEE e os elementos nocivos presentes em suas peças, estes alunos sobre a liderança do autor, promoveram uma semana de coleta seletiva em várias residências e comércios em Porto Nacional- TO. Nesta coleta foram coletados equipamentos em desuso, computadores, *notebooks*, monitores, partes ou peças de EEE da linha de informática. Segundo relatos dos alunos a maioria dos doadores dos EEE não sabiam dos problemas ao meio ambiente e a saúde que aqueles equipamentos poderiam causar se fossem descartados junto com o lixo comum e jogados em lixões ou aterros.

Os REEE foram coletados, e posteriormente trazidos para o laboratório de *hardware* no IFTO Campus Porto Nacional.TO, onde os alunos, sobre a supervisão do autor desta dissertação, fizeram testes afim de detectar peças e/ou partes com funcionamento normal e separá-las das peças defeituosas. Com as peças e partes devidamente testadas, conseguiu-se montar três computadores em perfeito funcionamento. Instalou-se o Sistema Operacional *Linux Mint* Educacional, pois é um sistema de código livre e distribuição gratuita, tendo em seu conteúdo vários aplicativos voltados para área educacional.

Após testes com os 3 computadores, que foram resultados da montagem a partir de peças e partes coletadas nos descartes recolhidos pelos alunos, foram apresentados como resultado possível de remanufaturamento e comércio de restos que não foram utilizados (sustentabilidade), em um *Workshop*, intitulado I Workshop de Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico, a comunidade acadêmica do IFTO. Após o evento a Escola

Municipal Celso Alves Mourão, situada a R. Iguaçu, 15-51 - Vila Nova, Porto Nacional – TO, foi contemplada com a doação dos 3 computadores, sendo eles instalados no laboratório de TI da referida escola. O material que não foi utilizado, foi descartado na empresa NS Comércio de Lixo Eletrônico em Palmas – TO, especializada na recepção de lixo eletrônico.

Com estas atividades executadas, três pontos importantes para um trabalho de Educação Ambiental envolvendo lixo eletrônico ficou referendado:

- ✓ Etapa de educação ambiental promovendo a conscientização dos alunos e/ou população;
- ✓ Etapa de sustentabilidade, voltada para a reciclagem e remanufaturamento de EEE, onde foi feito o reaproveitamento de várias peças que virariam lixo eletrônico;
- ✓ Etapa de resultado, considerada muito positiva pelo seu resultado social, a doação de computadores para os laboratórios de informática de uma escola municipal.

**Figura 14** - Separação e testes dos EEE coletados



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 15 - Separação e testes dos EEE coletados**



Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 16 - Separação e testes dos EEE coletados**



Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 17 - Montagem de computadores com REEE**



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 18 - Montagem de computadores com REEE**



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 19 - Montagem de computadores com REEE**



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 20 - Computadores Montados pelos alunos**



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (03/05/2018).

**Figura 21 - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico**



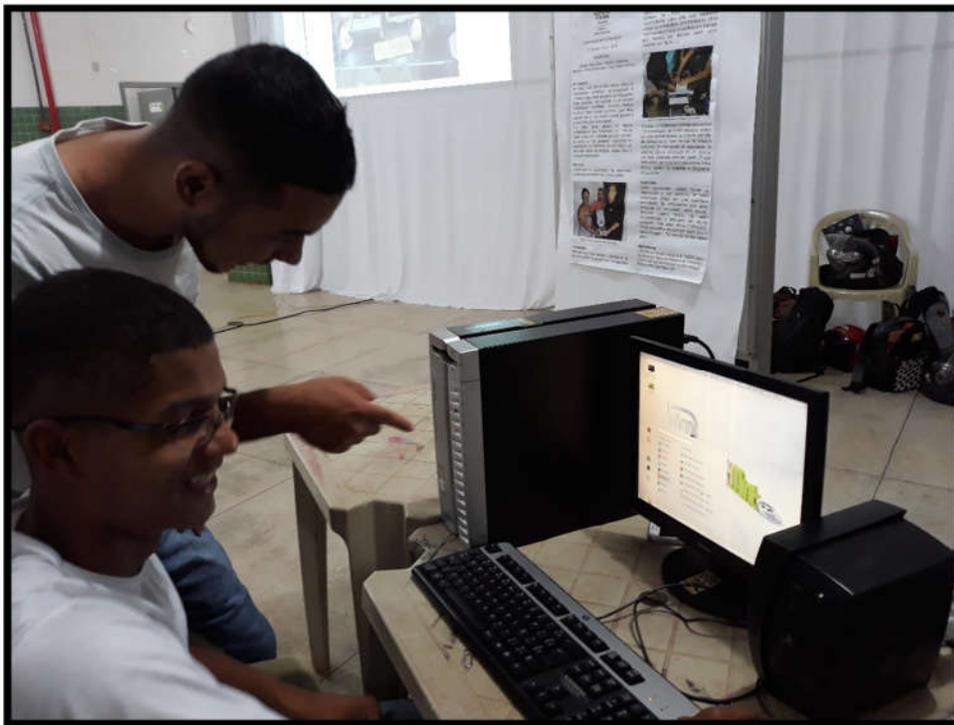
Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 22 - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico**



Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 23 -** Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 24 -** REEE enviados para NS Reciclagem



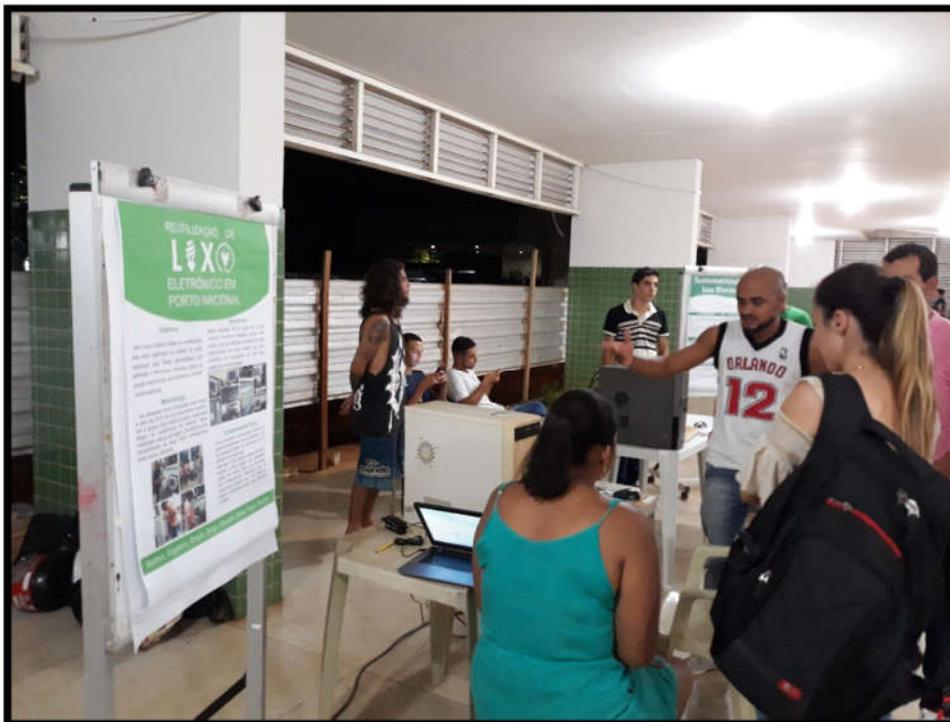
**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 25 - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico**



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 26 - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico**



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 27 - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico – Grupo 1**



Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 28 - Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico – Grupo 2**



Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

**Figura 29-** Workshop Sustentabilidade Ambiental e Social Utilizando Lixo Eletrônico – Grupo 3



Fonte Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (10/05/2018).

#### **5.4 TABULAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS DOS QUESTIONÁRIOS ECONÔMICO, SOCIAL E SOBRE REEE**

Na aplicação dos questionários buscou-se informações pessoais como: idade, nível de escolaridade, produz ou já produziu lixo eletrônico, como efetua o descarte, conhecimento sobre forma de descarte correto, conhecimento sobre perigos que podem causar ao meio ambiente, com a finalidade de conhecer os hábitos dos moradores da cidade de Palmas, em relação ao REEE. Responderam os questionários 140 pessoas, de várias faixas etárias, níveis de escolaridades e poder econômico.

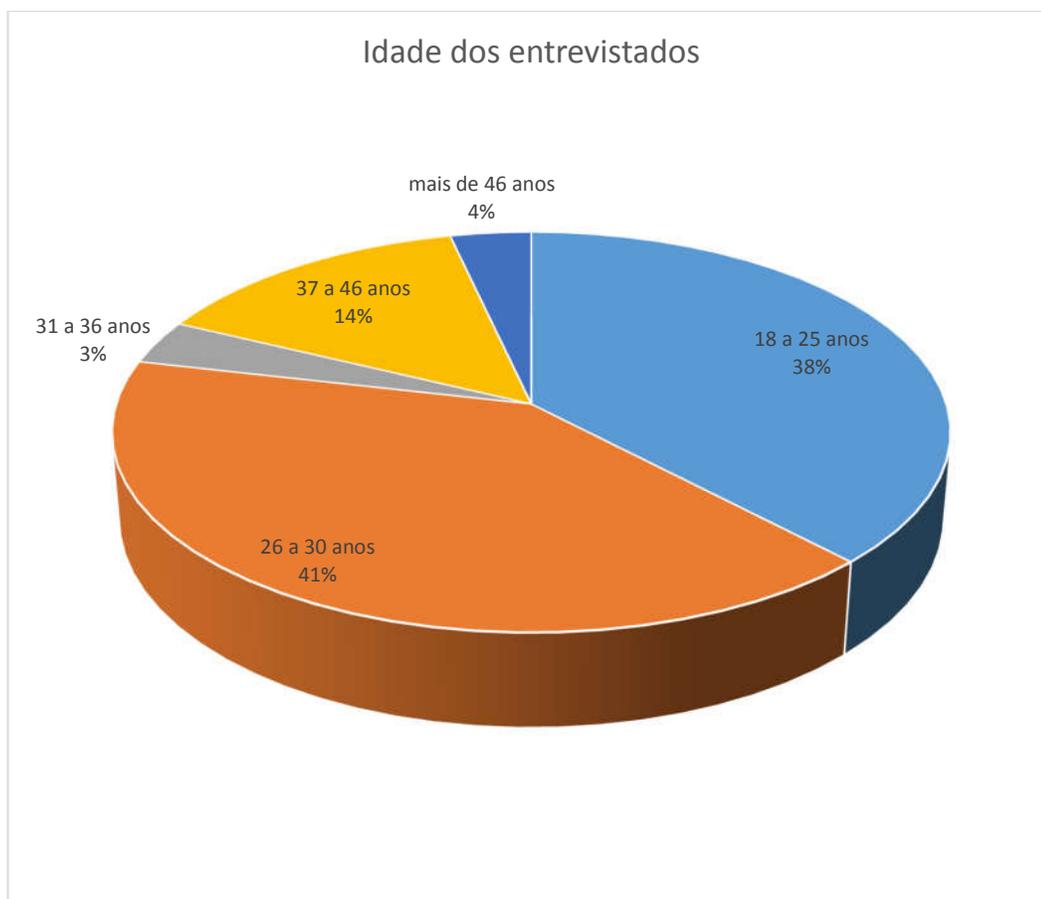
Após a coleta de dados, iniciou-se o processo de tabulação por meio de estatística descritiva. Para isso, foi utilizado o *Google Drive*, onde os questionários eram alimentados no formulário eletrônico, que, posteriormente, alimentava a planilha eletrônica, assim que cada questionário fosse inserido. Ao final, os dados referentes às perguntas estavam todos armazenados.

Após análise e tabulação dos dados, verificou-se que a entrevista contemplou uma faixa etária expressiva, compondo um universo na faixa de 18 anos até mais de 46 (Gráfico 01), tal faixa ao nosso ver, evita a possibilidade de indução da ideia especulativa que apenas jovens são usuários de tecnologias e de equipamentos eletrônicos, facilitando nossas discussões sobre o tema.

No Gráfico 02 a seguir, podemos verificar que esta população também foi expressiva e diversificada em relação ao nível de escolaridade onde todos os níveis estão presentes, podendo auxiliar melhor na definição do perfil do pesquisado.

Portanto a porcentagem dos usuários e produtores de resíduos eletrônicos neste universo de 140 entrevistados, estão na faixa etária de 18 a 30 e declararam ter ensino médio ou superior na sua maioria, que pode ser observado nos Gráficos 01 e 02.

**Gráfico 01** – Perfil etário das pessoas



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

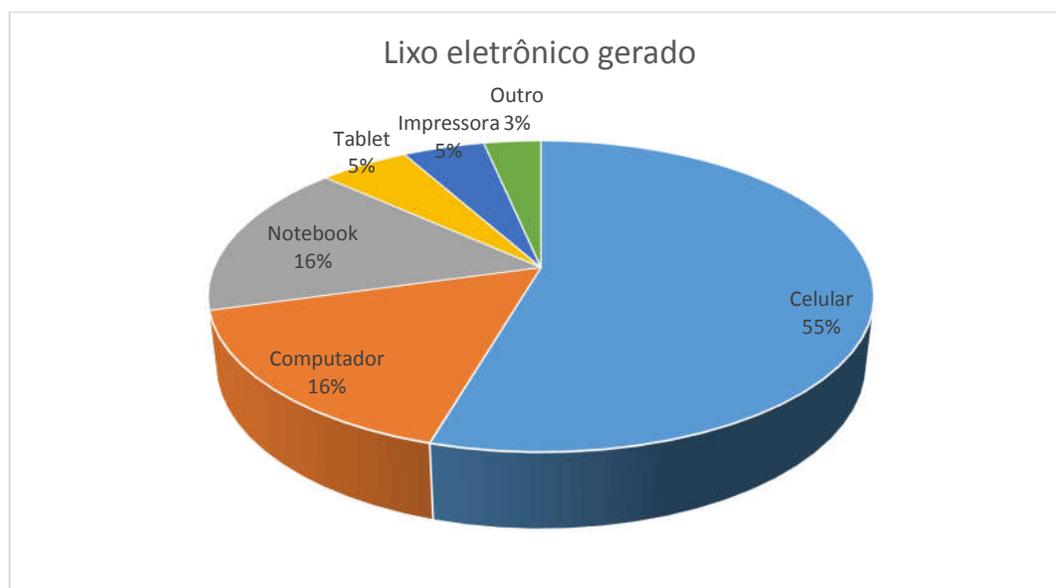
**Gráfico 02 – Perfil do nível de escolaridade das pessoas**

Fonte: Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

Em relação ao lixo eletrônico que já foi produzido pelas pessoas e segundo os resultados das entrevistas, pode-se observar que os celulares que compõem 55% do lixo produzido, seguido por *notebook* (16%), computador convencional de mesa (16%), impressora (5%), tablet (5%), e outros REEE dentre eles aparelho de fax, telefone, calculadora somaram 5%, Gráfico 03.

Considera-se que o celular é o lixo eletrônico mais produzido pelas pessoas entrevistadas, visto que é o meio de comunicação eletrônico mais utilizado atualmente. Com as atualizações mais constantes e aprimoramentos de tecnologias, o dinamismo de recursos nestes equipamentos, torna-os obsoletos, forçando o usuário a buscar novos equipamentos, efetuando a troca por um modelo mais novo, com uma frequência muito maior que outros equipamentos eletrônicas.

Os *notebooks* e os computadores de mesa aparecem na 2ª colocação entre os lixos eletrônicos mais gerados pelos entrevistados, inclusive entre a faixa etária de 18 e 30 anos, por ser a faixa etária que mais utilizam estes tipos de equipamentos. Dentre os motivos para tal uso observou-se que as pessoas entrevistadas com idade de 18 a 30 anos representam 79% dos entrevistados, sendo que destes 82% já concluíram ou estão cursando o nível superior fazendo uso constante desta tecnologia.

**Gráfico 03** – Tipos de lixo eletrônico gerado pelas pessoas

**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

A partir dos dados relacionados a idade (GRÁFICO 01) e tipos de lixos eletrônicos gerados (GRÁFICO 03), identificou-se a relação entre a quantidade de lixo produzido pelas pessoas e a faixa etária das pessoas gerando a (TABELA 05), onde observou-se que no universo populacional pesquisado as pessoas de 18 a 30 anos já produziram uma maior quantidade deste lixos, chegando a quase 90% de produção. Este cálculo foi baseado nas respostas dadas na entrevista na questão 03 (APENDICE A) e correlacionados com os gráficos acima descritos.

**Tabela 05** - Quantidade de lixo produzido pelas pessoas vs faixa etária das pessoas

Idade	Já produziu lixo eletrônico
18 a 25	85%
26 a 30	89%
31 a 36	77%
37 a 46	68%
Mais de 46	44%

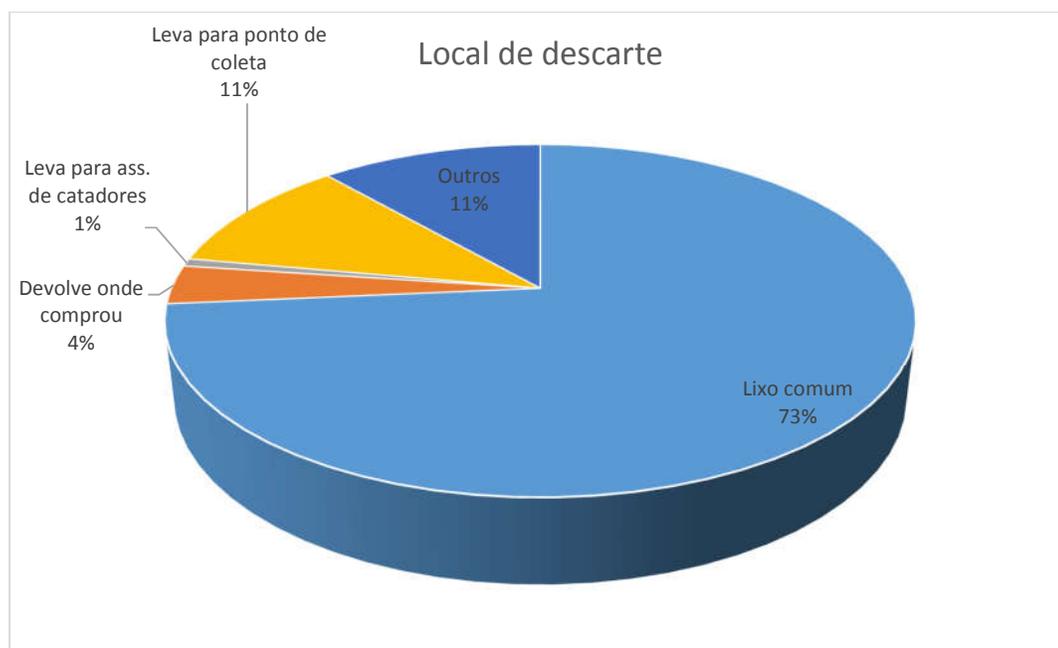
**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

O Gráfico 04, apresenta os hábitos das pessoas em relação ao destino final do lixo eletrônico produzido pelos mesmos. De acordo com os entrevistados, 73% dos REEE são depositados junto com o lixo comum produzidos nas suas respectivas residências, 4% relataram

levar ao local onde foi comprado o equipamento, 1% levam para as associações de catadores de lixo, 11% levam para um ponto de coleta específico e 11% procuram outro destino como por exemplo guarda-los em algum depósito em casa.

Assim como observado no parágrafo anterior a maioria das pessoas entrevistadas não possuem o hábito de descartar o lixo eletrônico em destinos adequados. Os resultados de um descarte inadequado destes REEE trazem diversos problemas a saúde e ao meio ambiente como foram citados do decorrer da dissertação. É possível verificar que a maioria dos REEE são descartados com o lixo comum.

**Gráfico 04 - Descarte do lixo eletrônico feito pelas pessoas**

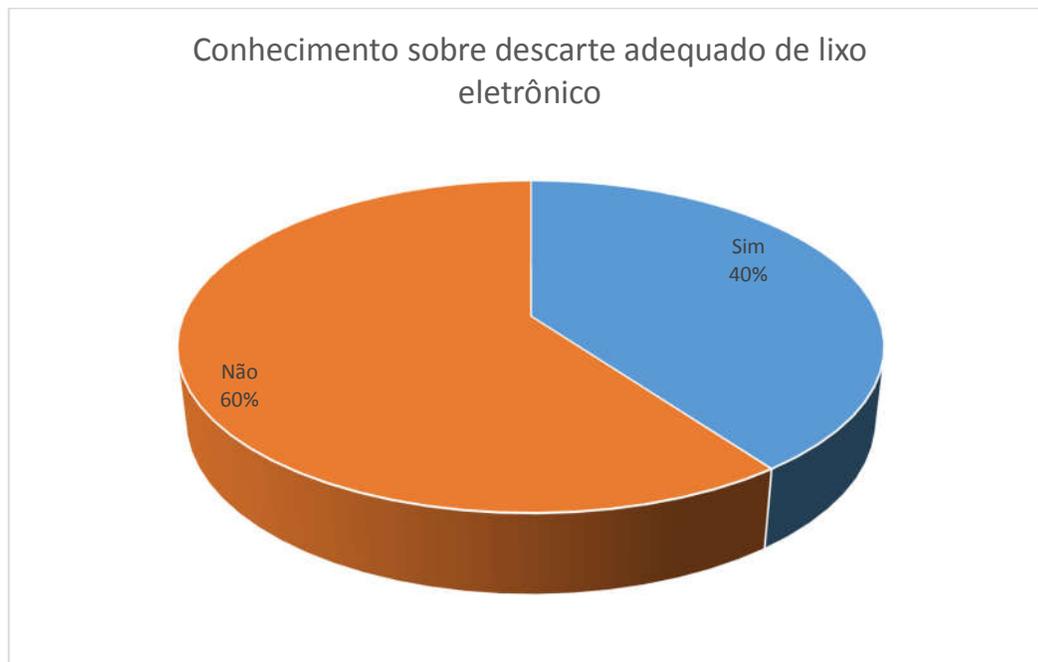


**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

Considera-se que existem 2 motivos para que o descarte do lixo eletrônico não esteja sendo feito de maneira adequada. O primeiro motivo de acordo com o Gráfico 05 é a falta de conhecimento sobre o descarte adequado do lixo eletrônico. Das pessoas entrevistadas 60% não tinham esse conhecimento, sendo que 40% das pessoas tinham conhecimento sobre local adequado de descarte para lixo eletrônico. Já o segundo motivo, de acordo com o Gráfico 06, 57% das pessoas não tem conhecimento sobre os perigos que o lixo eletrônico pode causar ao meio ambiente, e 43% sabem que o lixo eletrônico pode causar danos ao meio ambiente. Nota-

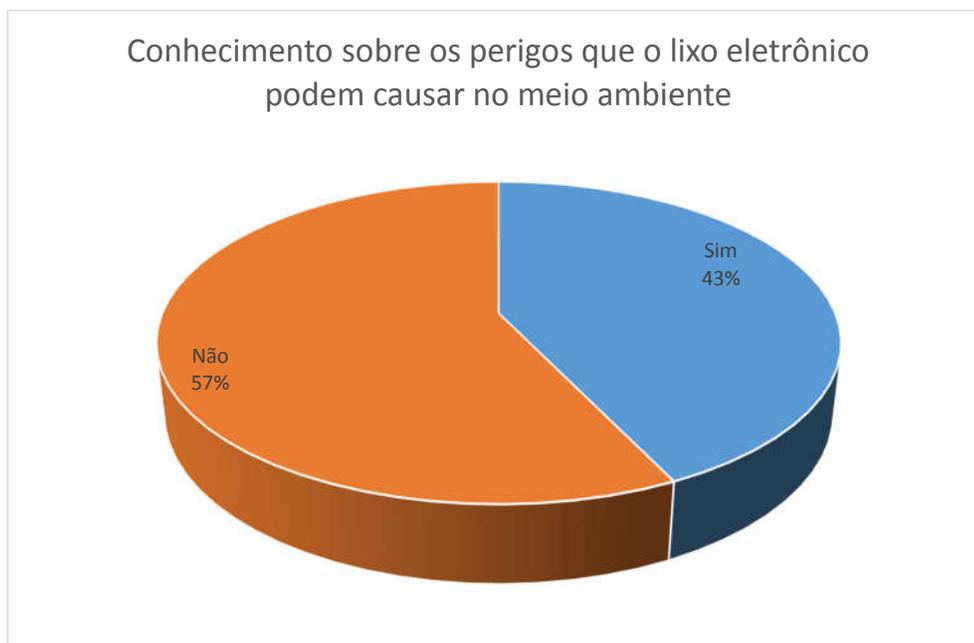
se um elevado número de pessoas que não possuem informações relacionadas ao tratamento, perigo e descarte correto do lixo eletrônico.

**Gráfico 05** – Conhecimento das pessoas sobre descarte adequado



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

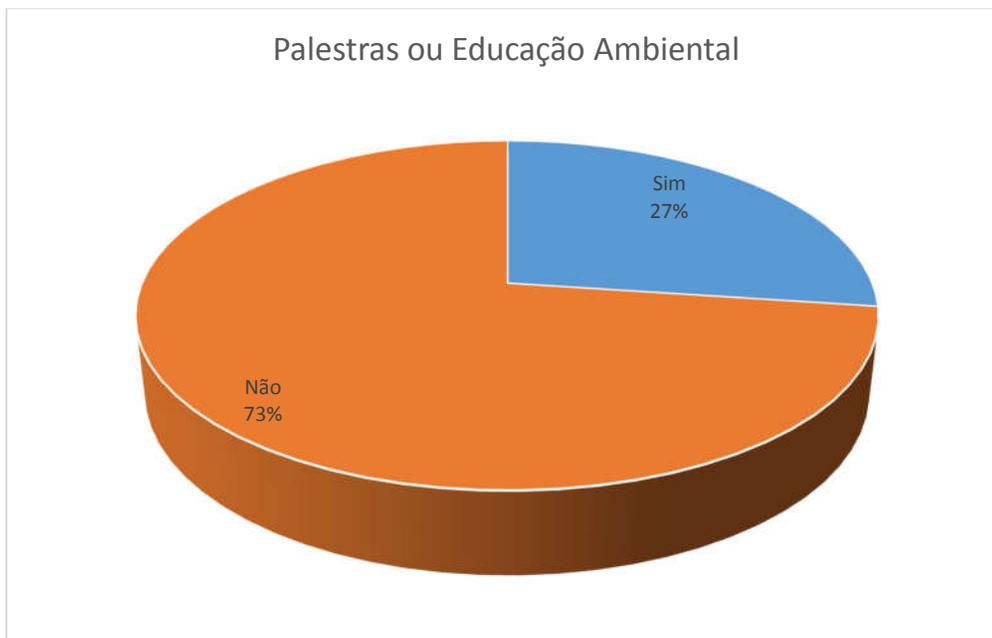
**Gráfico 06** – Conhecimento das pessoas sobre os perigos que o lixo eletrônico pode causar ao meio ambiente



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

Pouco vem sendo feito sobre Educação Ambiental na cidade de Palmas - TO. Para Dias (2004) a Educação Ambiental é identificada como o elemento crítico para a renovação do modelo de desenvolvimento. Por não ter uma política definida voltada para Educação Ambiental, descobriu-se que a falta de meios de informação para acesso ao conhecimento em relação ao lixo eletrônico é um enorme problema para a conscientização e o tratamento correto deste. De acordo com resultados exibidos no Gráfico 07, 73% das pessoas entrevistadas não teve acesso a palestras ou ações de educação ambiental com o tema lixo eletrônico. Já 27% já tiveram acesso a algum meio de comunicação informando sobre o lixo eletrônico. Destes acessos podemos citar, revistas, jornais, programas de televisão e educação ambiental.

**Gráfico 07** – Quantidade de entrevistados que já participaram de algum tipo de Palestra motivadora ou Ações de Educação Ambiental sobre Lixo Eletrônico



**Fonte:** Autor: Heleno Manduca Ayres Leal (2018).

## 6 CONSIDERAÇÃO FINAIS

O objetivo central desta dissertação foi investigar como está sendo feito o tratamento de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos na cidade de Palmas. A partir da utilização de métodos específicos nesta pesquisa, pôde-se conhecer quais os principais comportamentos, atitudes, e perfil dos indivíduos de uma população em relação as ações relacionadas aos REEE, desde o manuseio até o descarte final. Observou-se que é quase inexistente a cultura de tratamento e reciclagem de REEE pela população, na cidade de Palmas, mostrando-se como um grande problema para o comércio de recicláveis, cooperativas de catadores de lixo, Poder Público e a população em geral.

Verificou-se também, que no Plano Diretor de Palmas, os locais com espaços vazios populacionais viram locais de descartes de lixos diversos e inclusive de REEE em a céu aberto sem nenhum tratamento

Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos em Palmas, são descartados em grandes proporções, quase 75% de sua totalidade, de forma convencional junto com o lixo comum, sem reaproveitamento ou reciclagem, e não considerando o potencial valor dos REEE. Assim como, a falta de conhecimento ou informações sobre o lixo eletrônico contribui bastantes para proporções tão altas quanto ao seu descarte. Em consequência disto, o questionário aplicado as 140 pessoas de bairros distintos de Palmas - TO, mostrou resultados onde uma pequena parcela da população não descarta o lixo eletrônico junto com o lixo comum.

Podemos inferir como conclusões, tomadas a partir dos resultados da pesquisa, que a falta de informação, leva as pessoas a tratarem o lixo eletrônico como o lixo comum; que práticas de educação ambiental e conscientização são muito pouco disponibilizadas para a população e que as divulgações em mídias eletrônicas e/ou revistas são pouco difundidas. O resultado dessa falta de informações leva as pessoas a tomar atitude de não separar o lixo comum do lixo eletrônico em suas residências, levando ao descarte inadequado favorecendo possíveis problemas ambientais futuros.

O Plano Municipal de Saneamento Básico PMSB de Palmas, tem como objetivo principal apresentar um instrumento de gestão, onde é descrito a situação atual do município, através do Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados, estimando os cenários futuros no Prognóstico que contempla projeções populacionais e de demanda pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para o horizonte temporal de 30 anos do projeto (PMSB, 2014). Há 4 anos o município possui este plano de gerenciamento que em sua totalidade não

vem sendo colocado em prática como foi descrito no decorrer da dissertação. A coleta e o descarte, assim como sistemas de logística reversa para o lixo eletrônico que deveriam ser colocados em prática, de acordo com o PMSB (2014), ainda não foram executados, e com isso o “Destino final do lixo eletrônico em Palmas - TO e feito junto com o lixo comum”.

Sendo assim, os REEE não devem ser vistos, pela população, como alguma coisa sem utilidade e descartável, pois certamente podemos observar que existem alternativas de reaproveitamento ou reciclagem, como descritas na nesta dissertação. A separação correta e o descarte em locais definido, além de contribuírem para o descarte final adequado dos REEE preservando o meio ambiente, proporcionam também o reaproveitamento de equipamentos promovendo a sustentabilidade da matéria prima encontrada na natureza

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS GEOGRÁFICO DO BRASIL (2016). **Capitais dos estados**. Disponível em: [http://web.archive.org/web/20180203220041/http://biblioteca.uol.com.br/atlas/tabelas/cap\\_inf\\_o.htm](http://web.archive.org/web/20180203220041/http://biblioteca.uol.com.br/atlas/tabelas/cap_inf_o.htm). Acesso em 20 de novembro de 2017

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDHM) (2010). **Ranking decrescente do IDH-M dos municípios do Brasil . Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/arquivos/ranking-idhm-2010.pdf> Acesso em 08 de julho de 2017

BALDÉ, C. P., FORTI, V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P.: **The Global E-waste Monitor – 2017**, United Nations, University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association, (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

BRASIL (2010), **Política Nacional de Resíduos Sólidos. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm). Acesso em 12 de abril de 2018.

CARVALHO, T. C. M. B, XAVIER, L. H. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. 1 ed. Rio de Janeiro – RJ. Elsevier ,2014.

CEMPRE - “Política Nacional de Resíduos Sólidos - Agora é lei”. Publicação do Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em: [www.cempre.org.br/http://www.cempre.org.br/busca/pol%C3%ADtica%20nacional%20de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos](http://www.cempre.org.br/http://www.cempre.org.br/busca/pol%C3%ADtica%20nacional%20de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos). Acesso em 07 de maio de 2018.

DEL GROSSI, A.C. **Destinação eos Resíduos ee Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) em Londrina – PR**. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/III-014.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2018.

GUARNIERI, Patrícia; SEGER, Sonia. **Elementos econômicos da gestão de resíduos eletroeletrônicos**. In: CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena (Orgs.). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (2018). **Áreas dos Municípios**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-erritorial/2225-np-areas-dos-municipios/15761-areas-dos-municipios.html?t=destaques&c=1721000>. Acesso 3 de fevereiro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (2017). **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2017/estimativa\\_dou\\_2017.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf). Acesso em 29 de agosto de 2017.

\_\_\_\_\_. **Cidades (2017)**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto-nacional/panorama>. Acesso em 22 julho de 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015). **Produto Interno Bruto dos Municípios – 2015**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/pesquisa/38/46996>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010) **Censo demográfico 2010. População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html>. Acesso em: 25 nov. 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015). **Produto Interno Bruto dos Municípios – 2015**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/pesquisa/38/46996>. Acesso em 03 de fevereiro de 2018.

Ministério do Meio Ambiente - MMA (2012). **Resolução nº 452, de 02 de julho de 2012**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=676>. Acesso em 08 de março

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.; **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018). **Reciclagem**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/7656-reciclagem>. Acesso em 12 de junho de 2018

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB(2014). Volume IV – Resíduos Sólidos 1, Anexo IV ao Decreto nº700. Disponível em: [http://www.palmas.to.gov.br/media/doc/arquivoservico/PMSB\\_Palmas\\_Volume\\_04\\_Residuos\\_Solidos\\_Versao\\_Final.pdf](http://www.palmas.to.gov.br/media/doc/arquivoservico/PMSB_Palmas_Volume_04_Residuos_Solidos_Versao_Final.pdf). Acesso em 15 de junho de 2018.

SEPA, 2011 - SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Recycling and Disposal of Electronic Waste Health Hazards and Environmental Impacts** Disponível em: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6417-4.pdf>. Acessado em 15 de junho de 2018.

UNEP 2007 **Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability**. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7894/DTI0889PA.pdf>. Acessado em Acesso em: 19 de abril de 2018

WWI, 2010. Word Watch Institute. **State of the Word. Transforming Cultures. From Consumerism to Sustainability 2010**. Disponível em <http://www.worldwatch.org/files/pdf/Education.pdf>. Acessado em 23 de abril de 2018.

## 8 BIBLIOGRAFIA

BUENO, P. A., HAUMANN, F. C., SCHIMIDT, C. A. P. **Levantamento de Dados Sobre a Reciclagem Do Lixo Eletrônico No Município De Medianeira – PR.** Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/download/3638/2943>. Acesso em 19 de julho de 2018.

CAMPOLINA, J.M. SIGRISR, C. S. L. S. PAIVA, J. M. F. NUNES, A. O. MORIS, V. A. S. **A study on the environmental aspects of WEEE plastic recycling in a Brazilian company.** Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-017-1282-2>. Acesso em 28 novembro de 2017.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**, 9. Ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DIRETIVA 2012/19/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 4 de julho de 2012 relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Jornal Oficial da União Européia. L 197/38. 24.7.2012 Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=en/> Acesso em 08/06/2018.

GONÇALVES, A.T. **O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente.** Disponível em: <http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/o-lado-obscuro-da-high-techna-era-do.html>. Acesso em 04 de junho 2018.

MORAIS, L. **Lixo Eletrônico. Descarte adequado e reciclagem desse tipo de resíduo eletrônico, que contém diversas substâncias potencialmente tóxicas, ajudam a proteger a natureza e a saúde das pessoas.** Disponível em: <http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=110&secao=1930&mat=2232> Acesso em 17 de julho de 2018.

MAGALHÃES, G. R. D.; **Programa municipal de coleta seletiva de lixo de Palmas – TO: Da origem disposição final.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

NNOROM, I.C., OSIBANJO, O. , **Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries.** *Resources, Conservation and Recycling* , Elsevier, *Volume 52, Issue 6*, April 2008, Pages 843-858 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/journal/09213449>. Acesso em 10/08/2018.

MELLO, A. P., MAYER, J. P. S. COSTA, K. A. S. **Considerações sobre a destinação do lixo eletrônico.** Disponível em: <http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/52> Acesso em 15 de março de 2018.

ROCHA, T. B., PENTEADO C. S. G. **Impactos e benefícios ambientais do gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos** Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida. Edição Especial V Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida | 2016 | 78-89. Disponível em: [http://revista.ibict.br/lalca/article/view/3073/pdf\\_1](http://revista.ibict.br/lalca/article/view/3073/pdf_1). Acesso em 20 de abril de 2018.

TOCANTINS. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins – PERS - TO (2010)**. Disponível em:< <https://central3.to.gov.br/arquivo/377360/>> Acesso em: 13 out. 2017.

\_\_\_\_\_. Lei nº 1.323 de 04 de abril de 2002. Dispõe sobre os índices que compõem o cálculo da parcela do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos Municípios, e adota outras providências. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/345164/> Acesso em: 06 de mar. 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins - SEPLAN. **Indicadores Socioeconômicos do Estado do Tocantins (2017)**. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/349157/>. Acesso em 10 de agosto de 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins - SEPLAN. **Produto Interno Bruto (2014)**. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/320472/>. Acesso em 16 agosto de 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Trabalho e Assistência Social. **Relatório final e diagnóstico projeto lixo e cidadania** - SETAS. Disponível em <http://setas.to.gov.br/> Acesso em 20 janeiro de 2017.

SANTOS, L. Q. **Lixo Urbano: Um estudo da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Porto Nacional – TO**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

TRIGO, A. G. ANTUNES M., T. R., BALTER, R. S. **Uma Visão Sustentável dos Resíduos Eletroeletrônicos de Aparelhos de Celular**. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VII-032.pdf>. Acesso de 15 de maio de 2018.

## **APENDICES**

## APENDICE A



### TERMO DE DOAÇÃO

\_\_\_\_\_ portador da cédula de identidade nº \_\_\_\_\_, expedida pela SSP/\_\_\_\_, CPF/MF nº \_\_\_\_\_, residente à Rua/Av. \_\_\_\_\_ faz a **DOAÇÃO** ao (a) Sr(a). \_\_\_\_\_, portador(a) da cédula de identidade nº \_\_\_\_\_, expedida pela SSP/\_\_\_\_, CPF Nº \_\_\_\_\_, residente à Rua/Av. \_\_\_\_\_ de um equipamento de informática com as seguintes características:

Equipamento	Marca

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Doador(a)

\_\_\_\_\_  
Recebedor(a)

**APENDICE B**

OFÍCIO Nº 01 /2018/GAB/FMA

Palmas, 09 de outubro de 2018.

A Sua Senhoria a Senhora  
**Luciana Cordeiro Cavalcante Cerqueira**  
**Presidente da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas**  
Palmas - TO

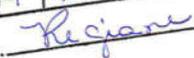
**Assunto: Projeto Lixo Eletrônico no Lugar Correto: Palmas, uma cidade com tecnologia sustentável**

Senhora Secretária,

Venho a partir deste ofício apresentar uma proposta para o **Projeto Lixo Eletrônico no Lugar Correto: Palmas, uma cidade com tecnologia sustentável**, o qual contempla importantes temas relacionados ao lixo eletrônico gerado no município, propostas inovadoras sobre educação ambiental, descarte e coleta adequados e produção de novos equipamentos utilizando economia circular.

Atenciosamente,

  
Heleno Manduca Ayres Leal

RECEBEMOS  
09/10/18  
Ass. 

**APENDICE C****Questionário de conhecimentos sobre lixo eletrônico****Setor:** \_\_\_\_\_**1 – Qual a sua idade?**

- 18 a 25 anos     26 a 30 anos     31 a 36 anos     37 a 46 anos  
 mais de 46 anos

**2 – Qual o seu nível de escolaridade**

- ensino fundamental     ensino médio     ensino médio incompleto  
 ensino superior     ensino superior incompleto     pós graduação

**3 – Você já produziu ou produz algum tipo de lixo eletrônico na área de informática?**

- celular     computador     notebook     tablete     impressora  
 outros \_\_\_\_\_

**4 – Como você descarta este lixo?**

- lixo comum     devolve onde comprou     leva para associação de catadores  
 leva para algum ponto de coleta específico  
 outros \_\_\_\_\_

**5 – Tem algum conhecimento sobre a forma de descarte correto deste lixo**

- sim     não

**6 – Tem conhecimento sobre os perigos que estes produtos podem causar ao meio ambiente?**

- sim     não

**7 – Já participou de alguma palestra ou educação ambiental com o tema lixo eletrônico?**

- sim     não

## APENDICE D

### Formulário para entrevista nas cooperativas e associações de catadores de lixo

**Nome da Cooperativa:** \_\_\_\_\_

**Endereço:** \_\_\_\_\_

1 – Descobrir qual o perfil da cooperativa (pública ou particular). Se existe subsídios (produtos e financeiros).

---

---

---

2 – Qual tipo de lixo é coletado na cooperativa?

---

---

---

3 – Como é feito o transporte dos REEE coletados (até a cooperativa e depois da cooperativa?)

---

---

---

4 – Qual tipo de lixo dá retorno financeiro?

---

---

---

5 – Existe alguma empresa que faz a compra exclusiva de algum produto (especificar por área?)

---

---

---

6 – O que a empresa faz com o lixo eletrônico?

---

---

---

7 – Porque não trabalha com isso?

---

---

---

8 – Existe alguma integração entre empresas e a cooperativa para que o lixo eletrônico volte para a empresa que produziu o referido produto?

---

---

---

## APENDICE E

### Formulário para entrevista nos órgãos públicos

1 - Existe algum tipo de conscientização por parte do poder público referente a importância da destinação e do tratamento adequado do lixo eletrônico?

---

---

---

---

---

---

---

---

2 - Existe alguma integração entre empresas e o município na gestão do lixo para que o lixo eletrônico tenha a sua destinação final adequada?

---

---

---

---

---

---

---

---

3 - O plano municipal de resíduos sólidos tem alguma política instituída sobre tal gestão do lixo eletrônico?

---

---

---

---

---

---

---

---

4 - É de conhecimento se as leis instituídas na Política Nacional de Resíduos Sólidos estão sendo corretamente seguidas?

---

---

---

---

---

---

---

---

## APENDICE F

### **Projeto Lixo Eletrônico no lugar correto: Palmas, uma cidade com tecnologia sustentável**

**Heleno Manduca Ayres Leal<sup>1</sup>**

#### **Justificativa:**

O presente projeto tem por objetivo de propor a Prefeitura Municipal de Palmas/TO um sistema de descarte eficiente para os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), conhecidos popularmente como lixo eletrônico. Estes resíduos envolvem materiais na categoria de Equipamentos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) que podemos citar como exemplo, *mainframes*, impressoras, computadores pessoais, calculadora, aparelho de fax, notebook, celular, telefone e tablete, visto que este tipo de lixo traz um perigoso prejuízo ao meio ambiente; metais pesados que compõem os REEE podem contaminar o lençol freático, a água dos rios, lagos, solo e o ar. Existe uma grande preocupação em todo o planeta, inclusive no Brasil em relação ao lixo eletrônico seu descarte e o destino final.

O ciclo de vida dos aparelhos eletroeletrônicos cada vez mais curto, dada a crescente velocidade da evolução tecnológica das últimas décadas, o que acaba por acelerar o processo de obsolescência desses aparelhos. Com isso o descarte e a destinação final dos REEE tornam-se uma preocupação em escala mundial, exigindo medidas urgentes para promover a preservação do meio ambiente, e assim uma proposta de conscientização, e ainda locais corretos para o descarte dos REEE de forma eficiente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo decreto nº 7.404/2010, estabeleceu um esquema de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, de que decorrem inúmeros deveres legais para a cadeia para a cadeia produtiva, como, por exemplo, a obrigação

---

<sup>1</sup> Professor do Instituto Federal do Tocantins – Campus Porto Nacional. Tecnólogo em Processamento de Dados - UNITINS, Especialista em Banco de Dados – Faculdade Católica/TO. Mestrando em Ciências do Ambiente – UFT/TO.

de efetuar o planejamento e a implementação de sistemas de logística reversa para os produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi criada com o propósito de regulamentar instrumentos importantes para o enfrentamento de problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos no Brasil, podemos definir resíduos sólidos como:

Art. 3º [...]

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

Segundo a PNRS, os resíduos sólidos estão classificados, em 11 categorias quanto à origem e em duas quanto à periculosidade, no Art. 13, incisos I e II. Os REEE que estão classificados no inciso II, alínea a, que está descrito a seguir.

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação: I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

- a) **resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;**
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a".

**Problema:**

Existe uma necessidade urgente de conscientização da população e do poder público sobre o acúmulo de produtos tóxicos contidos nos REEE , que estão sendo descartados de maneira incorreta na natureza e que levam anos para se decompor, e assim prejudicando o meio ambiente e a saúde humana. Os REEE ou lixo eletrônico são aqueles produtos, partes ou componentes dos aparelhos eletrônicos pós consumo. As substâncias presentes ou resultantes do uso de equipamentos eletroeletrônicos e considerados de maior impacto a saúde humana e ao meio ambiente são os metais pesados, gases de efeito estufa, substâncias halogenadas, bifenilas, policloradas e o arsênio, além dos retardantes de chamas.

Na capital do Estado do Tocantins – Palmas, e em sua região metropolitana, não é feita coleta seletiva de resíduos eletrônicos. Estes resíduos trazem impactos preocupantes ao meio ambiente pois a vegetação do nosso bioma cerrado é muito delicada e pode sofrer danos irreversíveis. Os impactos também causam aumento nos gastos econômicos e sociais com o tratamento de recursos hídricos, de saúde e solo, já que estes são os principais prejudicados com os produtos químicos contidos nos resíduos eletrônicos. Outro ponto preocupante é a escassez de políticas e planos de gestão quanto aos poderes públicos e privados.

O problema da coleta de lixo eletrônico cresce em todo mundo, pois não é feita de maneira correta e o seu descarte ainda não possui destino certo. Juntamente com o ciclo vida reduzido desses aparelhos, esses são os motivos pelo qual uma grande quantidade destes equipamentos desatualizam a cada ano, produzindo grandes parcelas de lixo. Então diante desta situação nos perguntamos: Quanto o lixo tecnológico pode afetar o meio ambiente? Quais substâncias químicas contidas nos REEE podem trazer prejuízos a nossa a saúde humana? Como reduzir a quantidade de REEE descartados de maneira incorreta no meio ambiente? Como conscientizar a população e o poder público da destinação correta dos REEE sem causar prejuízos ao meio ambiente?

**Hipótese:**

No Brasil, cerca de 500 mil toneladas desse tipo de lixo são descartadas por ano em locais inadequados porque alguns materiais, tóxicos, contaminam o meio ambiente. A situação pode piorar com os sucessivos recordes de consumo. O problema da coleta de lixo eletrônico cresce em todo mundo, pois não é feita de maneira correta e o seu descarte ainda não possui

destino certo. Juntamente com o ciclo vida reduzido desses aparelhos, esses são os motivos pelo qual uma grande quantidade destes equipamentos desatualiza a cada ano, produzindo grandes parcelas de lixo. A questão se torna mais grave graças a presença de substâncias tóxicas não biodegradáveis na maioria dos produtos que constituem o lixo eletrônico. Tais substâncias, quando não tratadas adequadamente, oferecem sérios riscos à saúde das pessoas, dos animais e do meio ambiente. As principais formas de contato com o lixo eletrônico são dados através dos lixões comuns onde catadores se espoem a ele diretamente, ou as comunidades próximas sentem efeitos danosos causados pelo convívio próximo aos lixões. Em vez de jogar no lixo os aparelhos eletrônicos que não são mais utilizados, com acesso a informação e conscientização pode-se descartar em locais corretos que serão levados para uma destinação final de maneira sustentável.

**Objetivo Geral:**

Implementar ações de educação ambiental em escolas e conscientização da população em geral sobre práticas de descarte correto de aparelhos eletrônicos pós consumo. Implantar um ECOPONTO de descarte de REEE a população com eficiente destinação dos REEE descartados. São ações com intuito de obter a preservação do meio ambiente e a prevenção de prejuízos à saúde humana

**Objetivos Específicos:**

- Mostrar através de panfletos ou mídias eletrônicas os problemas que os lixos tecnológicos causam ao meio ambiente de modo incentivar a sociedade a ter um consumo consciente e sustentável da tecnologia, bem como mobilizar as autoridades competentes para colocar em prática o projeto de Lei Nº 12.305/10- Política Nacional dos Resíduos Sólidos, objetivando criar um posto de coleta para encaminhamento às empresas especializadas em reciclagem;
- Promover ações de educação ambiental em escolas, órgãos públicos e a comunidade em geral exibindo quais produtos compõem os materiais presentes no lixo eletrônico assim como os problemas nocivos à saúde e ao meio ambiente
- Incentivar através de campanhas educativas os órgãos públicos, particulares e a população em geral a fazerem separação de lixo eletrônico levando o descarte dos mesmos em locais específicos, a serem definidos;
- Apresentar as entidades públicas e privadas, propostas de real sustentabilidade com o

lixo produzido pelas mesmas e também o equilíbrio ambiental que será gerado.

- Utilizar a técnica de economia circular para produção de novos equipamentos em cursos de manutenção em computadores oferecidos pelo IFTO, Prefeitura, e SENAI.
- Propor o investimento em indústria de coletas, por parte do poder público e empresas de reciclagem de lixo eletrônico;

## **Metodologia**

O Projeto Lixo Eletrônico no lugar correto: Palmas, uma cidade com tecnologia sustentável, foi desenvolvido com estudos e práticas voltadas para o manejo correto dos REEE e o cuidado com o meio ambiente numa perspectiva de prevenção a saúde e sustentabilidade.

O projeto inicia com palestras de Educação Ambiental nas principais escolas municipais e órgãos públicos na cidade de Palmas/TO, onde será exibido os problemas em que os elementos químicos contidos no lixo eletrônico podem detalhadamente causar a saúde humana e ao meio ambiente. Será também mostrado a importância da separação do lixo eletrônico para com os outros tipos de resíduos comuns e o descarte em local específico.

Estimular e instrumentar parceria entre o Instituto Federal do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas e a Prefeitura Municipal de Palmas, promover um local específico para descarte de lixo eletrônico na categoria de Equipamentos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), que não produza prejuízos ao meio ambiente.

Utilizar a técnica de economia circular para produção de novos equipamentos em cursos de manutenção em computadores oferecidos pelo IFTO, Prefeitura, e SENAI. Os equipamentos produzidos podem ser reutilizados em escolas públicas ou em órgãos do governo municipal

Buscar recursos para aquisição e implantação de Container Marítimo, ou alguma estrutura semelhante, que servirá de ECOPONTO para descarte do lixo eletrônico conforme fig. 1 a fig. 4, que será necessária para uma armazenagem correta do lixo eletrônico descartado, que não possa trazer qualquer forma contaminação, e tenha um espaço necessário para o descarte do lixo eletrônico na categoria de informática e comunicação citada anteriormente. A descrição do container deve ser semelhante as descritas posteriormente:

- Container 20 pés:  
Comprimento: 5.910 mm  
Largura: 2.340 mm  
Altura: 2.388 mm
- Pesos:  
Peso máximo: 24.000 Kg  
Tara do container: 2.080 Kg  
Carga: 21.920 Kg

Estabelecer parceria com a empresa especializada em coleta e descarte de lixo eletrônico no local a ser discriminado.

Em Palmas/TO, foi localizada apenas uma empresa que efetua este tipo de trabalho, a NS Recicladora, a qual faz a coleta no local específico, sem nenhum custo para os proponentes, a partir do volume de 20 kg de lixo eletrônico. A mesma empresa efetua em sua sede a separação dos REEE e envia para empresa de Reciclagem localizada em São Paulo

**Figura 1 – Container Marítimo**



Fonte: <http://www.ibfreight.com.br/ferramentas/containers-img/dry-20.jpg>

**Figura 2 – Container para coleta de REEE – CETESB/SP**



Fonte: <http://www.ambiente.sp.gog.br>

**Figura 3 - Figura 2 – Container para coleta de REEE – CETESB/SP**



Fonte: <http://www.ambiente.sp.gog.br>

**Figura 4 – Container para coleta de REEE – CETESB/SP**



Fonte: <http://www.ambiente.sp.gog.br>

Para execução deste projeto foi elaborado um cronograma de execução para as ações a serem desenvolvidas. O mesmo poderá sofrer alterações de acordo com propostas adicionadas ao projeto.

**Cronograma**

<b>Ações</b>	<b>Período</b>
Apresentação do Projeto junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Agosto 2018
Implantação de local específico para o descarte de lixo eletrônico	Ano de 2019
Palestra sobre lixo tecnológico nas escolas municipais e órgão públicos	Janeiro a julho/ 2019
Documentários sobre os prejuízos causados pelos lixos tecnológicos.	Janeiro a julho/ 2019
Visitas aos comércios que trabalham com eletroeletrônicos.	Janeiro a julho/ 2019
Produção das revistas, panfletos e mídias digitais sobre a conscientização ambiental relacionado a lixo eletrônico	Janeiro a dezembro/ 2019
Mobilização da comunidade (distribuição de panfletos e <i>pit stop</i> ).	Janeiro a dezembro/ 2019