

III-206 – RECURSOS NATURAIS E RESÍDUOS TECNOLÓGICOS: ANÁLISE DO CONSUMO PARA FABRICAÇÃO DE ELETROELETRÔNICOS (ESTUDO DE CASO)

Leandro Viana dos Santos⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Pós-Graduando em Metodologia do Ensino Superior pelo Instituto Nordeste Educação Superior e Pós-Graduação.

Juan Carlos Valdés Serra⁽²⁾

Professor Adjunto IV do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

Endereço⁽¹⁾: Rua Antônio de Miranda, 625 – Vila Lobão - Imperatriz - Ma - CEP: 65910-030 - Brasil - Tel: (99) 8406-4409 - e-mail: eng.leandrosantos@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Av. NS 15, ALCNO 14, Bloco II, sala 22 CEP 77020-210. Palmas-TO. Brasil - Tel: (63) 3232-8021 - e-mail: juancs@uft.edu.br

RESUMO

O aumento na geração de resíduos sólidos nos últimos anos tem provocado o desenvolvimento de vários estudos nos variados tipos de resíduos. Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos fazem parte dessa massa de resíduos que estão sendo descartados e que precisam ser dispostos de maneira adequada ou reciclados. Além dos resíduos substâncias tóxicas ao meio ambiente eles contêm vários materiais que podem ser reciclados ou reusados. Este trabalho tem como objetivo estimar a geração de resíduos eletroeletrônicos e consumo de recursos naturais nos resíduos em Palmas-TO. Para realizar o trabalho foi utilizada uma metodologia descritiva, com aplicação de questionários próprios junto às empresas que comercializam equipamentos eletroeletrônicos na cidade. Os resultados foram estimados, já que na cidade de Palmas-TO não existem empresas que coletam este tipo de resíduo. Optou-se por estimar a quantidade vendida nos últimos 4 anos de computadores, celulares e televisores, a partir disso determinou-se que a quantidade vendida a mais a cada ano como sendo resíduos. Como resultado estima-se que, atualmente em Palmas gera-se aproximadamente 19.000 kg/ano resíduos provenientes de computadores, celulares e televisores. Com relação aos materiais descartados por ano, estima-se que seja de aproximadamente 8.900 kg resíduos metálicos (ferro, alumínio, cobre, chumbo, cádmio, mercúrio, ouro, prata, paládio e índio), 5.900 kg de plásticos e 3.700 kg de vidros anualmente. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da reciclagem de resíduos eletroeletrônicos e a economia de recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo Eletrônico, Reciclagem, Recursos Naturais.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas ultimas décadas, associado o aumento do nível de vida tem provocado um elevado crescimento na geração de resíduos sólidos e uma maior complexidade na composição dos mesmos. O consumo de bens de consumo principalmente de equipamentos eletro-eletrônicos, cresceu nas últimas décadas surgindo o novo tipo de resíduo, o resíduo tecnológico.

A quantidade de equipamentos eletro-eletrônicos utilizados pela sociedade, vêm aumentando consideravelmente. Consequentemente, o aumento dos resíduos tecnológico gerado a partir dos equipamentos eletrônicos que se tornam obsoletos (MARTINS, 2007).

O aumento acelerado do consumo destes equipamentos vem trazendo um novo problema ambiental quanto à disposição adequada do mesmo, visto que estes equipamentos quando se tornam obsoletos são dispostos junto com lixo doméstico, sendo depositados em aterros ou queimados sem qualquer tratamento prévio (BERNANDES, 2009).

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são gerados ao final da vida útil de produtos de diversas categorias, como equipamentos de informática, de vídeo e som, de telefonia e eletrodomésticos de pequeno e grande porte (RODRIGUES; GUNTHER; VILELA, 2003).

O consumismo de artigos tecnológicos na sociedade atual faz com que os equipamentos vejam a sua vida útil encurtada para valores muito inferiores aos que foram considerados quando do seu desenvolvimento (ABRANTES, 2009). Este consumo elevado associado ao ritmo acelerado da inovação e a chamada obsolescência programada fazem com que os equipamentos elétricos e eletrônicos se transformem em sucata tecnológica em pouco tempo (SILVA; MARTINS; OLIVEIRA, 2007).

A disposição inadequada dos resíduos tecnológicos pode provocar sérios problemas ambientais e a saúde do ser humano devido a equipamentos elétricos e eletrônicos, conterem metais preciosos como ouro, cobre e prata e por conterem substâncias tóxicas ao meio ambiente como mercúrio, chumbo.

Enquanto estes resíduos eletrônicos não são recicláveis, reaproveitáveis ou reusáveis a indústria que fabricam os equipamentos eletroeletrônicos precisam de mais matéria-prima para produzir novos equipamentos, provocando a exploração de mais recursos naturais como minerais de ouro, cobre, prata entre outros. A quantidade de recurso natural desperdiçada quando este tipo de resíduo não reciclado é grande proporção.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA

Para estimar a geração de resíduos eletroeletrônicos e consumo de recursos naturais nesses resíduos adotamos a cidade de Palmas-TO como área de estudo. Segundo dados do Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (IBGE), em 2007 a população de Palmas era estimada em torno de 178.386 mil habitantes. O município de Palmas possui uma economia com um setor de serviços mais desenvolvido comparado aos outros setores da economia. Sendo que, 57% da economia correspondem ao setor de serviços, 34,59% ao setor de comércio e 7, 87% ao setor indústrias segundo dados da Prefeitura de Palmas-TO no ano 2008. Em 2007 o PIB da cidade era de R\$ 2.254.480.000,00 e o PIB per Capita era de R\$ 12.638 (IBGE, 2007).

Para a realização deste trabalho foi necessário levantamento da quantidade de computadores, celulares e televisores comercializados, vendidas nos últimos 4 anos, destino quando descartado, e dispositivo mais trocados.

ANÁLISE DO CONSUMO DE RECURSOS NATURAIS

Nesta etapa foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os materiais componentes dos resíduos tecnológicos, depois de vasta leitura sobre o assunto percebeu-se que os equipamentos eletroeletrônicos aqui considerados (computadores, celulares e televisões) possuem materiais incomuns.

Os principais materiais que compõem os Resíduos Eletroeletrônicos (REEEs) são apresentados no quadro 1, para equipamentos de tecnologia da informática e comunicação e equipamentos de consumo (TICC) que são computadores, laptop, impressora, celular, telefone fixo, televisão, DVD e Vídeo.

Quadro 1- Materiais presentes em resíduos eletroeletrônicos

Material	Equipamentos eletroeletrônicos TICC (%)
Ferro	36
Alumínio	5
Cobre	4
Chumbo	0,29
Cádmio	0,018
Mercúrio	0,00007
Ouro	0,0024
Prata	0,0012
Paládio	0,00006
Índio	0,0005
Plásticos	30
Vidros	19,3
Outros	5,7

Fonte: Adaptado de EMPA (2009)

Observa-se que os materiais de maior porcentagem presentes nos equipamentos eletroeletrônicos TICC são: ferro, plásticos e vidros.

Por meio de levantamento foi possível saber a quantidade de cada material componente de tais dispositivos. Estes materiais se centram basicamente em três: metais, plásticos e vidros.

De posse dos dados obtidos na pesquisa aplicada por meio do questionário e da quantidade de cada material que compõe os dispositivos estudados obtido da revisão foi feita uma relação da quantidade de produtos eletroeletrônicos vendidos em Palmas nos últimos 4 anos e o percentual de cada material componente, como resultado estimou-se a quantidade de recursos naturais a serem consumidos por estes produtos.

RESULTADOS

ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE ELETROELETRÔNICOS EM PALMAS

Os dados da quantidade de eletroeletrônicos em Palmas foram obtidos por meio da pesquisa de campo junto às empresas que fazem a comercialização deste tipo de produto, assim sabendo a quantidade vendida de eletroeletrônicos de 2007 a 2010 apenas em celulares, televisores e computadores. Foram visitados 9 estabelecimentos.

CELULARES

O resultado apresentado na figura 1 demonstra dados de evolução e vendas de telefone celulares em Palmas.

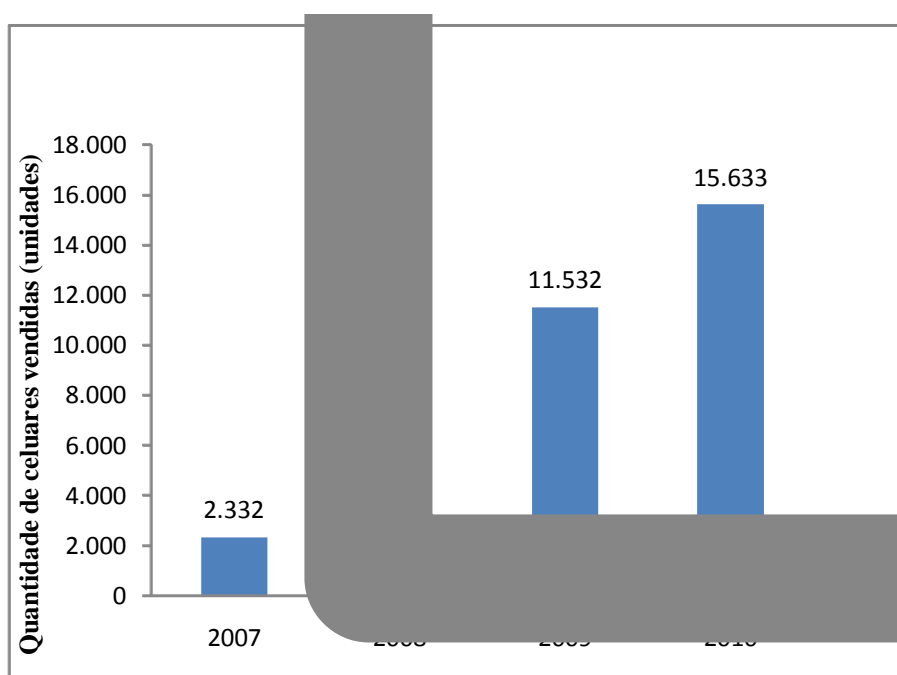


Figura 1: Quantidade de celulares vendidas (unidades)

Nos últimos anos em Palmas houve um crescimento expressivo na venda de celulares com mostra a figura acima. No ano de 2009, esse crescimento é mais expressivo com aumento de 251% na venda de celulares em relação ao ano anterior. Já nos anos de 2008 e 2010 registra-se aumento de 41% e 35,5%, respectivamente.

O aumento na venda desses produtos é devido principalmente à rápida inovação tecnológica, os consumidores estão à procura de equipamentos modernos e com mais funções que seu bem anterior, de acordo com a necessidade de cada um.

TELEVISORES

Na figura 2, apresenta-se a quantidade de televisores comercializada em Palmas de 2007 a 2010.

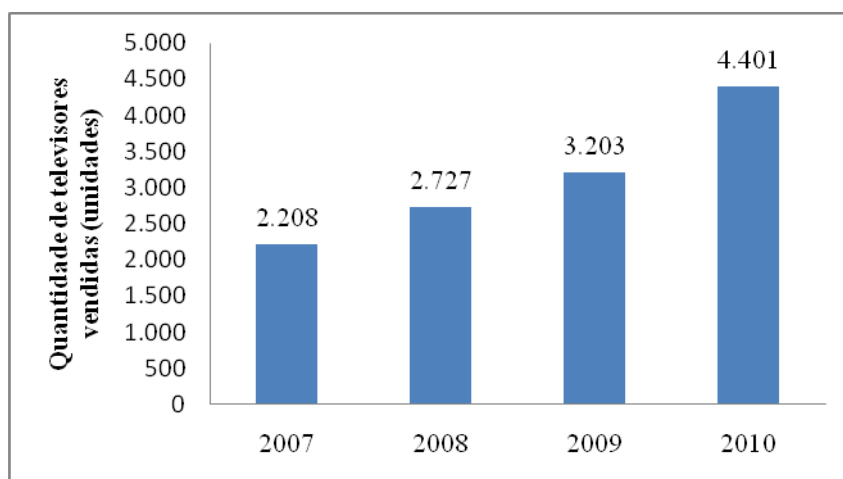


Figura 2: Quantidades de televisores vendidos (unidades)

A figura 2 mostra que ano de 2010 a quantidade de televisores vendida é maior que nos outros anos, perfazendo um aumento de 37% em relação ao ano anterior. Nos anos de 2008 e 2009 registra-se um crescimento significativo de 24% e 17%, respectivamente.

O maior crescimento em 2010 pode ser explicado pela nova tecnologia de transmissão de sinal da televisão que passou de sinal analógico para forma de sinal digital, assim, provocando nos consumidores a necessidade de substituição dos seus aparelhos ainda funcionando para equipamentos com nova tecnologia, e outro fato importante para esse crescimento foi a Copa do Mundo um evento que mobiliza as nações de todo mundo, em Palmas não é diferente, ou seja, as pessoas encontram facilidade de crédito para comprar aparelhos de TV em período de Copa do Mundo.

COMPUTADORES

Na figura 3 apresenta-se resultado referente a quantidade de computadores pessoais (PCs), portáteis (notebooks e netbooks) vendidos em Palmas de 2007 a 2010.

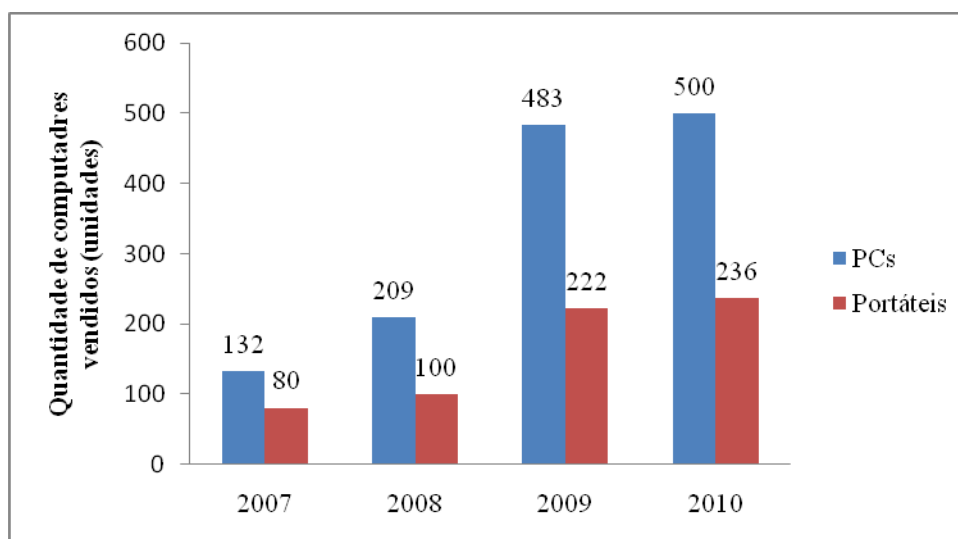


Figura 3: Quantidade de computadores vendidos (unidades)

ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM PALMAS

Considerando que na cidade de Palmas não existe uma empresa especializada para o recolhimento e depósito de resíduos eletroeletrônicos, não se tem dados da quantidade exata; portanto, para se estimar a quantidade desses resíduos fez-se uso de hipótese.

Para o cálculo da geração de resíduos eletroeletrônicos foi necessário a utilização da hipótese de que a quantidade vendida a mais a cada ano será considerada como resíduos eletroeletrônicos, assim se foram vendidos 2.332 celulares em 2007 e ano posterior 2008 foram vendidos 3.284 celulares, a quantidade de resíduos será a diferença dos dados, nesse caso 952 celulares considerados como lixo eletrônico no ano de 2008.

Na tabela 1, apresenta-se o resultado da quantidade estimada de resíduos eletroeletrônicos em Palmas levando-se em consideração a hipótese proposta.

Tabela 1: Quantidade estimada de resíduos eletroeletrônicos em Palmas

Equipamentos	2008	2009	2010	Total
Celulares	952	8.248	4.101	13.301
Televisores	519	476	1.198	2.193
PCs	77	274	17	368
Portáteis	20	122	14	156
Total geral	1.568	9.120	5.330	16.018

Analisando a tabela 1 apresentada nos últimos três anos, verifica-se que o equipamento com maior quantidade de descarte será o celular perfazendo um percentual 83,03%, em segundo no lugar no descarte seriam os televisores com 13,69%, depois os PCs com 2,2% e em último dos equipamentos eletrônicos aqui considerados seriam os computadores portáteis com 0,97% do total geral de resíduos.

O celular apresentou maior número possivelmente pelo seu tempo de vida ser bastante curto com relação aos outros equipamentos. No caso do televisor pode-se observar que a maior quantidade descartada foi em 2010, provavelmente por causa da evolução na forma de transmissão de sinal que passou de sinal analógico para sinal digital induzindo à população a comprar um aparelho com melhor forma de transmissão.

Na tabela 2 registra-se o peso médio de cada equipamento eletrônico considerado, estes foram definidos por meio de especificações de 10 modelos mais populares de cada dispositivo por meio de sites de empresa que comercializam estes equipamentos.

Tabela 2: Peso médio de cada equipamento eletroeletrônico

Equipamentos	Peso médio (Kg)
Televisores	24,51
Celulares	0,0884
PCs	10,24
Portáteis	2,12

Relacionando a tabela 1 da quantidade de resíduos eletroeletrônicos com a tabela 2 do peso médio de cada dispositivo têm-se a quantidade em números de massa de cada equipamento descartado, tabela 3.

Tabela 3: Quantidade em massa de resíduos eletroeletrônicos

Equipamentos	2008 (kg)	2009 (kg)	2010 (kg)	Total (kg)
Celular	84,1	729,12	362,52	1.175,74
Televisor	12.720,69	11.666,76	29.362,98	53.750,43
PC	788,48	2.805,76	174,08	3.768,32
Portáteis	42,4	258,64	29,68	330,72
Total geral	13.635,67	15.460,28	29.929,26	59.025,21

Como pode ser observado na tabela 3 apesar do grande número de celulares que serão descartados quando se coloca os valores em massa a proporção é bem pequena. Os televisores apresentaram maior quantidade no

descarte em massa com 91,02% da massa total, seguida pelo PCs com 6,3%. Isso porque os dois equipamentos anteriores são maiores no tamanho que os demais, os celulares e portáteis são bem menores em tamanho com respectivamente 2% e 0,56% da massa total. Os dados mostram uma produção média anual na geração de resíduos eletroeletrônicos de aproximadamente 19 000 kg/ano.

ESTIMATIVA DO CONSUMO DE MATERIAIS DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Os equipamentos eletroeletrônicos são compostos de diversos materiais como metais, plásticos e vidro. Vários destes materiais podem ser reaproveitados ou reciclados, e alguns deles, principalmente metais, possuem valores elevados de mercado.

A partir de dados da composição do REEEs, apresentados no quadro 1, e de geração de resíduos eletroeletrônicos em massa, apresentado na tabela 3, pode-se estimar a quantidade de cada material que será descartado; estes resultados são apresentados na figura 4.

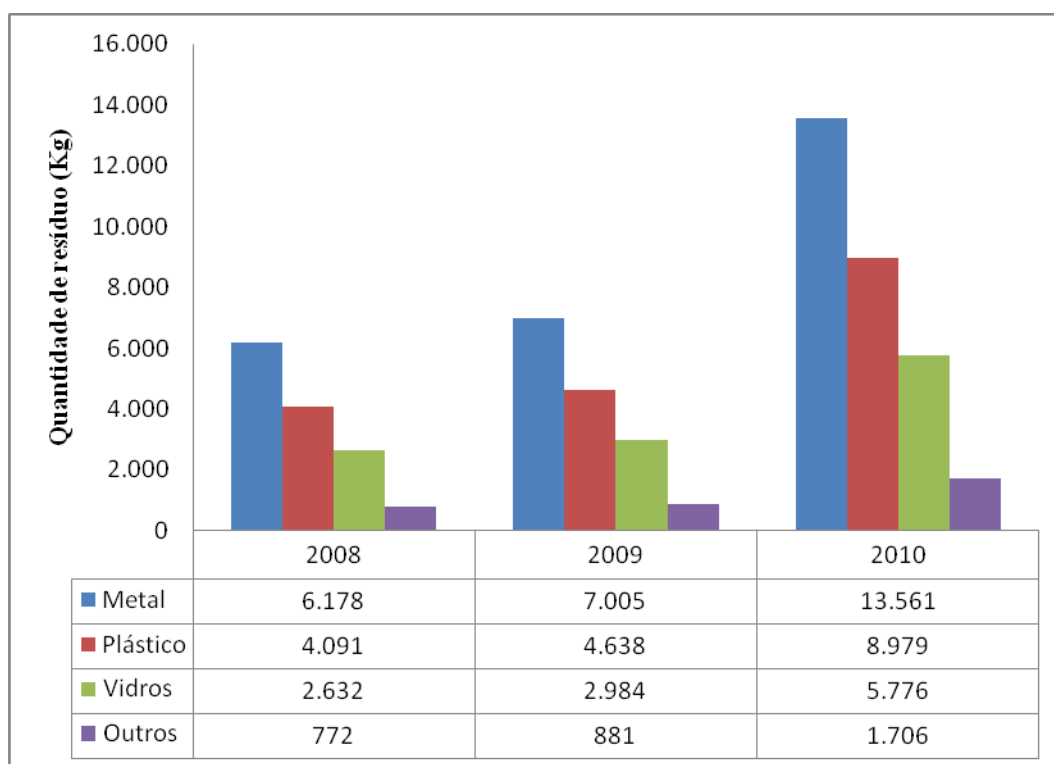


Figura 4: Geração anual de resíduo metal, plástico, vidro e outros.

Conforme pode ser observado na figura 4, a cidade de Palmas está comercializando, em média por ano, aproximadamente 8900 kg de resíduos metálicos (ferro, alumínio, cobre, chumbo, cádmio, mercúrio, ouro, prata, paládio e índio) provenientes dos equipamentos considerados nesse estudo.

Em se tratando de plásticos, são gerados, em média por ano aproximadamente 5900 kg a partir dos resíduos eletroeletrônicos.

No caso de vidros, a produção de resíduos provenientes dos equipamentos eletroeletrônicos, em média por ano, aproximadamente 3700 kg.

Estes números representam quanto de recursos naturais podem ser poupados da natureza se forem tratados os resíduos de maneira adequada, ou seja, reaproveitados ou reciclados. O estudo estimou uma única cidade, imaginemos quanto seria economizado na natureza e em gasto de energia para transformarem novos materiais.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos neste trabalho pode-se afirmar que a venda de celulares, computadores e televisores vêm aumentando consideravelmente na cidade de Palmas-TO.

Levando em consideração a hipótese adotada em este trabalho pode-se afirmar que existe uma quantidade considerável de resíduos eletroeletrônicos sendo gerados.

Verificou-se uma grande quantidade de materiais eletroeletrônicos desperdiçados, que se fossem reciclados poupariam e economizariam recursos naturais e energia para ser transformados.

O levantamento realizado estimou valores de equipamentos comercializados e com a taxa de crescimento foi possível estimar um possível descarte, questão esta que poderia ser superior ou inferior. Mesmo assim percebe-se que recuperando ou reciclando os resíduos eletroeletrônicos existe um ganho ambiental muito elevado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRANTES, R.J.; Reciclagem de Placas de Circuito Impresso: Otimização da Operação de Processamento Físico. Lisboa, Portugal, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
2. BERNARDES, I. P. T. P.; Reciclagem de Placas de Circuito Eletrônico. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Materiais, Monte da Caparica, 2009.
3. EMPA. E-Waste Composition - Material Composition. Disponível em: http://ewasteguide.info/material_composition. Acesso em: 19 de outubro de 2010.
4. MARTINS, A. H.; Recuperação de estanho e cobre a partir da reciclagem de placas de circuito eletrônico de microcomputadores sucata. Belo Horizonte, MG, 2007.
5. PETERSON, B.K.; High-tech firms environmental performance and effect shareholders can have on environmental reformation. Bergen, Spring 2009.
6. PREFEITURA DE PALMAS; Conheça Palmas, Dados geográficos de Palmas. Disponível em: <http://www.palmas.to.gov.br/>. Acesso em: 25 de outubro de 2010.
7. RODRIGUES, A.G.; GUNTHER, W.M.R.; VILELA, R.A.G.; Resíduos dos Equipamentos Elétricos e Eletrônicos no Brasil: Configuração da Cadeia Pós-Consumo. Universidade de São Paulo, 2003.
8. SILVA, B. D.; MARTINS, D.L.; OLIVEIRA, F.C. Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. Santo André, SP, 2007.
9. VEIT, H. M.; BERNARDES, A. M.; Reciclagem de Sucatas Eletrônicas Através da Combinação de Processos Mecânicos e Eletroquímicos. Porto Alegre, RS, 2006