

III-080 - DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NA ZONA DA MATA MINEIRA

Rosane Villanova Borges⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestre em Educação pela Universidade Católica de Petrópolis. Presidente do Conselho Coordenador e Responsável Técnico da Associação Ambiental CASAMUNDO.

Endereço⁽¹⁾: Rua Tomas Loureiro, 93 - Parque Jardim da Serra - Juiz de Fora - MG - CEP: 36.039-115 - Brasil - Tel: (32) 3217-2280 - e-mail: rosanevb@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa busca diagnosticar a situação atual da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEs) na Zona da Mata mineira, com foco no município de Juiz de Fora. Para tanto, a pesquisa foi subdividida nas seguintes fases: (i) identificação da mesorregião da Zona da Mata mineira, de suas sete microrregiões e dos 142 municípios; (ii) obtenção do número de equipamentos por domicílio através da coleta de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - Domicílios particulares permanentes e moradores em domicílios particulares permanentes por situação do domicílio e a existência de serviços e bens duráveis (2000) para geladeira/freezer, aparelho de televisão, máquina de lavar roupa, ar condicionado forno de microondas, computador, rádio e linha telefônica instalada; (iii) identificação da vida útil dos aparelhos citados com base nas pesquisas do EPA (2008) e FEAM (2009); (iv) obtenção do peso dos equipamentos relacionados utilizando-se dados da pesquisa FEAM (2009) e Franco (2008); (v) análise dos dados e diagnóstico de geração de REEs da Zona da Mata mineira. Para atingir estes objetivos e aprofundar tais questões, adotou-se como metodologia a pesquisa quantitativa com caráter descritivo. A pesquisa quantitativa traduz em números as opiniões e informações a serem processadas, nesse caso específico, estimar a geração dos REEs na Zona da Mata mineira. Caracteriza-se também como descritiva, pois segundo Andrade (1997), os fatos em questão serão observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem a interferência do pesquisador. Os resultados da pesquisa ressaltaram uma geração de REEs na Zona da Mata mineira e da microrregião de Juiz de Fora bem próxima da média nacional, justificando-se assim, a necessidade de se formularem políticas públicas específicas para gestão do descarte de REEs na região.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEs), políticas públicas, gestão do descarte de REEs.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos problemas enfrentados na atualidade, pelos centros urbanos, os resíduos sólidos têm sido apontados como um dos mais graves. O volume produzido diariamente, a escassez de áreas para construção de novos aterros, aliados ao alto custo de sua implantação, o baixo desempenho das alternativas de tratamento e reciclagem, constituem hoje um grande desafio, principalmente, nos países emergentes, como o Brasil.

Atualmente no país, revelam-se cada vez mais preocupantes os precários padrões de disposição dos resíduos sólidos, aliados à pouca experiência no setor, à baixa tecnologia e à falta de recursos financeiros. Aproximadamente, 50,8% dos resíduos produzidos nos municípios do país são descartados em lixões, que não possuem qualquer proteção ao meio ambiente, causando impactos irreversíveis aos recursos naturais como água, solo e ar.

Dentro desse contexto, tem-se observado nos últimos anos um aumento na geração de resíduos oriundos do descarte de bens de consumo duráveis e em especial de produtos elétricos e eletrônicos. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2011), houve no setor um aumento de 11% no 1º trimestre de 2011, comparado ao igual período de 2010, conforme apresentado abaixo, na tabela 1:

Tabelas 1: % do Faturamento por área por trimestre.

Áreas	1ºT de 2011 x 1ºT de 2010
Automação Industrial	15%
Componentes	8%
Equipamentos Industriais	14%
GTD *	11%
Informática	14%
Material de Instalação	2%
Telecomunicações	20%
Utilidades Domésticas	2%
Total	11%

GTD* - Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica.

Fonte: ABINEE, 2011.

O descarte desses equipamentos gera um tipo específico de resíduo, conhecidos como lixo *high tech*, e-lixo ou resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEs). A preocupação com os impactos ambientais oriundos desses resíduos justifica-se no fato de que muitos dos componentes dos dispositivos eletroeletrônicos possuem em sua estrutura, materiais e substâncias tóxicas tais como: chumbo, cádmio, mercúrio, bifenilas policloradas (PCBs), éter difenil polibromados (PBDE), dentre outros (ROMAN, 2007).

Tem-se hoje no país uma grande carência de pesquisas no setor, mas estudos apresentados por Rodrigues (2007) sobre o potencial de geração de REEs no Brasil entre 2002 e 2016, apontam para uma média anual em torno de 493.400 toneladas, representando uma média *per capita* de 2,6 Kg/ano. Esta autora considera tal produção *per capita* significativa, pois em sua avaliação foi considerada somente parte das categorias de equipamentos eletroeletrônicos.

Partindo dessas premissas, este estudo visa diagnosticar a situação atual da geração dos REEs na Zona da Mata mineira, com foco no município de Juiz de Fora, considerando o mesmo responsável por mais de 50% do PIB da mesorregião (ROCHA, 2008). Objetiva-se, dessa forma, coletar informações a respeito da geração, tratamento e destinação do REEs, a fim de oferecer subsídios para futuras decisões de solução do problema apresentado.

JUSTIFICATIVA

Apesar da geração anual média de REE no país ser de 493.400 toneladas (RODRIGUES, 2008), correspondendo este valor a aproximadamente de 1% de todo resíduo produzido no território nacional, a importância do tratamento diferenciado desse material justifica-se, pois:

- Devido ao avanço tecnológico no setor de eletroeletrônico, muitos produtos tornam-se obsoletos rapidamente, gerando uma quantidade expressiva de REEs e a necessidade de uma gestão adequada desses materiais;
- A presença de substâncias tóxicas nesses resíduos pode causar danos à saúde pública e ao meio ambiente se não forem corretamente tratados e dispostos;
- A reciclagem desse material possibilita a redução no consumo de energia para produção de novos produtos e poupa recursos não renováveis;
- Por fim, a reutilização/reciclagem possibilita a geração de novos negócios e frentes de trabalho.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste diagnóstico é determinar o potencial de geração de resíduos eletroeletrônicos na Zona da Mata mineira, com foco no município de Juiz de Fora, tendo como base a pesquisa do IBGE, 2000.

Os objetivos específicos: (i) identificar a quantidade e o peso dos equipamentos eletroeletrônico selecionados para este diagnóstico; (ii) estimar a geração de REEs a partir dos dados coletados da Pesquisa Nacional por Amostras em Domicílios (IBGE, 2000), utilizando, como padrões de vida útil dos produtos, os estudos realizados pelo EPA (2007) e FEAM (2009); (iii) Contribuir com elementos da pesquisa para elaboração de

políticas públicas direcionadas à gestão de REEs na Zona da Mata e no município de Juiz de Fora, com foco na sustentabilidade ambiental.

METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

Para atingir estes objetivos e aprofundar tais questões, fez-se necessário um extenso levantamento de dados, possibilitando assim, gerar subsídios para desenvolvimento de uma pesquisa quantitativa com caráter descritivo. A pesquisa quantitativa traduz em números as opiniões e informações a serem processadas, nesse caso específico, estimar a geração dos REEs na Zona da Mata mineira. Caracteriza-se também como descritiva, pois segundo Andrade (1997), os fatos em questão serão observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem a interferência do pesquisador.

A metodologia aplicada para o desenvolvimento da presente pesquisa apresentou as seguintes fases: (i) identificação da mesorregião da Zona da Mata mineira, de suas sete microrregiões e dos 142 municípios; (ii) obtenção do número de equipamentos por domicílio através da coleta de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - Domicílios particulares permanentes e moradores em domicílios particulares permanentes por situação do domicílio e a existência de serviços e bens duráveis (2000) para geladeira/freezer, aparelho de televisão, máquina de lavar roupa, ar condicionado forno de microondas, computador, rádio e linha telefônica instalada; (iii) identificação da vida útil dos aparelhos citados com base nas pesquisas do EPA (2008) e FEAM (2009); (iv) obtenção do peso dos equipamentos relacionados utilizando-se dados da pesquisa FEAM (2009) e Franco (2008); (v) análise dos dados e diagnóstico de geração de REEs da Zona da Mata mineira.

Na tabela 2 abaixo, verifica-se o tipo de equipamento selecionado, tempo de vida útil, peso médio dos aparelhos e ano provável do final da vida útil (FVU):

Tabela 2: Equipamentos selecionados, vida útil, peso médio e ano de FVU

Equipamentos	Vida útil (anos)	Peso médio dos aparelhos (kg)	Ano provável FVU*
1-Televisão	13 anos	32,5	2013
2-Geladeira/freezer	15 anos	53	2015
3-Microcomputador	05anos	29,26	2005
4-Máquina de lavar roupa	11 anos	37,51	2011
5-Rádio	05 anos	10,40	2005
6-Ar condicionado	11 anos	30,92	2011
7-Forno de microondas	15 anos	12,91	2015
8- Linha telefônica instalada	02 anos	0,473	2002

*Este dado apresenta limitações, pois a pesquisa do IBGE não fornece o ano de compra desses equipamentos. Para essa pesquisa trabalhamos com o ano de entrada como sendo o ano da pesquisa do IBGE.

Por critério estabelecido pelo IBGE, Minas Gerais divide-se hierarquicamente em mesorregiões, microrregiões e municípios. Geograficamente, o estado é dividido em 12 mesorregiões, as quais são formadas por 66 microrregiões, conforme apresentado na figura 1:

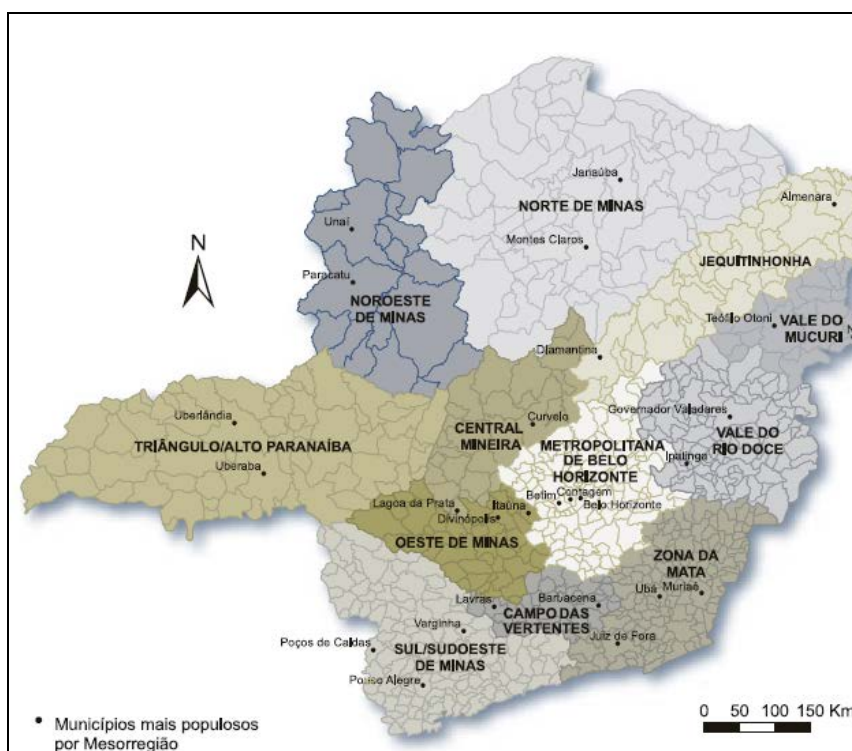


Figura 1: Mesorregiões geográficas de Minas Gerais

Dentre as mesorregiões apresentadas, uma que merece destaque pela sua importância histórica e socioeconômica é a denominada Zona da Mata mineira. Esse nome foi dado à região em virtude da fisionomia de sua vegetação original, a Mata Atlântica, que a diferenciava das regiões contíguas.

A mesorregião da Zona da Mata se localiza no sudeste do estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de 35.726 km², ocupando 6% do território mineiro. Essa região é formada por 142 municípios que estão divididos em sete microrregiões, a saber: Cataguases, Juiz de Fora, Manhuaçu, Muriaé, Ponte Nova, Ubá e Viçosa.

Para calcular o potencial de geração dos REEs dos equipamentos listados, adotou-se os dados da Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílios (IBGE, 2000). Porém, esta avaliação apresenta limitações, uma vez que os números apresentados para as mesorregiões consideraram-se somente um tipo de aparelho por domicílio, pois a pesquisa do IBGE (2000) informa somente a existência do bem durável e não, a sua quantidade. Outro ponto relevante é que a pesquisa não apresenta dados para empresas, instituições públicas e privadas.

No cálculo do potencial de geração dos REEs, utilizou-se a seguinte fórmula:

$RG_{(ano\ FVU)} = UD_{2000} \times PM/1000$, onde teremos:

$RG_{(ano\ FVU)}$ = Resíduos gerados no ano FVU (t).

UD_{2000} = total de unidades por domicílio, tendo como ano base, 2000.

PM = peso médio (Kg).

Os resultados apresentados nesse estudo abrangeu parte das categorias de equipamentos elétricos e eletrônicos disponíveis no mercado, consequentemente, supõem-se um geração superior à aquela apresentada nesse estudo.

RESULTADOS OBTIDOS

Para a obtenção do potencial de geração de REEs, multiplicou-se o peso dos aparelhos pelo número de equipamentos levantados pela pesquisa do IBGE (2000) nos domicílios particulares, chegando ao resultado por microrregião apresentados nas tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9:

Tabela 3: Produção de REEs em toneladas na Microrregião de Cataguases

Microrregião de Cataguases			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	55.078	1.787,28	2013
2- Geladeira ou freezer	53.937	2.858,66	2015
3- Microcomputador	3.466	101,41516	2005
4- Máquina de lavar	17.005	637,86	2011
5- Rádio	53.326	554,59	2005
6- Ar condicionado	4.028	124,54576	2011
7- Forno de microondas	8.050	103,9255	2015
8- Linha telefônica instalada	19.747	9,340331	2002
Total resíduo gerado (t)		6.177,62	

Tabela 4: Produção de REEs em toneladas na Microrregião de Juiz de Fora

Microrregião de Juiz de Fora			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	182.336	5.917,78	2013
2- Geladeira ou freezer	173.767	9.209,65	2015
3- Microcomputador	26.817	784,66	2005
4- Máquina de lavar	89.300	3.349,64	2011
5- Rádio	173.763	1.879,99	2005
6- Ar condicionado	3.307	102,25	2011
7- Forno de microondas	43.716	564,37	2015
8- Linha telefônica instalada	115.126	54,45	2002
Total resíduo gerado (t)		29.192,51	

Tabela 5: Produção de REEs em toneladas na Microrregião Manhuaçu

Microrregião de Manhuaçu			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	55.493	1.800,75	2013
2- Geladeira ou freezer	46.139	2.445,37	2015
3- Microcomputador	2.050	59,98	2005
4- Máquina de lavar	13.610	510,51	2011
5- Rádio	56.274	585,25	2005
6- Ar condicionado	717	22,16	2011
7- Forno de microondas	5.000	64,55	2015
8- Linha telefônica instalada	9001	4,25	2002
Total resíduo gerado (t)		5.492,84	

Tabela 6: Produção de REEs em toneladas na Microrregião Muriaé

Microrregião de Muriaé			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	65.187	2.115,32	2013
2- Geladeira ou freezer	60.085	3.184,51	2015
3- Microcomputador	3.187	93,25	2005
4- Máquina de lavar	16.821	630,96	2011
5- Rádio	65.059	676,96	2005
6- Ar condicionado	3.232	99,93	2011
7- Forno de microondas	6.592	85,10	2015
8- Linha telefônica instalada	18.394	8,70	2002
Total resíduo gerado (t)		6.894,38	

Tabela 7: Produção de REEs em toneladas na Microrregião de Ponte Nova

Microrregião de Ponte Nova			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	41.657	1.351,77	2013
2- Geladeira ou freezer	36.035	1.909,86	2015
3- Microcomputador	1.972	57,70	2005
4- Máquina de lavar	6.639	249,03	2011
5- Rádio	42.610	443,14	2005
6- Ar condicionado	564	17,43	2011
7- Forno de microondas	3.599	46,46	2015
8- Linha telefônica instalada	10.327	4,84	2002
Total resíduo gerado (t)		4.080,25	

Tabela 8: Produção de REEs em toneladas na Microrregião de Ubá

Microrregião de Ubá			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	61.398	1.992,37	2013
2- Geladeira ou freezer	57.142	3.028,53	2015
3- Microcomputador	3.452	101,00	2005
4- Máquina de lavar	14.370	539,02	2011
5- Rádio	60.339	627,53	2005
6- Ar condicionado	2.622	81,19	2011
7- Forno de microondas	7.070	91,27	2015
8- Linha telefônica instalada	16.646	7,87	2002
Total resíduo gerado (t)		6.468,78	

Tabela 9: Produção de REEs em toneladas na Microrregião de Viçosa

Microrregião de Viçosa			
Equipamento Eletroeletrônico	Unidade	Peso total/tonelada	Ano Provável FVU
1- Televisão	44.027	1.428,68	2013
2- Geladeira ou freezer	36.205	1.918,87	2015
3- Microcomputador	4.024	117,77	2005
4- Máquina de lavar	8.706	326,56	2011
5- Rádio	48.166	0,500	2005
6- Ar condicionado	467	0,014	2011
7- Forno de microondas	5.258	67,88	2015
8- Linha telefônica instalada	12.521	5,92	2002
Total resíduo gerado (t)		3.866,19	

Com base nos dados levantados nas tabelas 3,4,5,6,7,8 e 9, calculo-se o total estimado de REEs produzidos na Zona da Mata mineira e o percentual por microrregião, atingindo os valores apresentados na tabela 10:

Tabela 10: Produção de REEs em toneladas e seu percentual/microrregião

Microrregião	Peso total (T)	%
1- Cataguases	6.177,62	9,94%
2- Juiz de Fora	29.192,51	46,95%
3- Manhuaçu	5.492,84	8,83%
4- Muriaé	6.894,38	11,09%
5- Ponte Nova	4.080,25	6,56%
6- Ubá	6.468,78	10,40%
7- Viçosa	3.866,19	6,22%
8- Total	62.172,57	100%

Pelo apresentado na tabela 10, no período compreendido entre 2001 a 2015 o total de REEs gerados pela Zona da Mata mineira é de 62.172,57 toneladas. Com relação à geração per capita anual, a média encontrada para este estudo é de 2,36 Kg/hab/ano, que está próximo da média levanta por Rodrigues (2007), que é 2,6

Kg/hab/ano. A microrregião de Juiz de Fora apresenta uma contribuição de 46,95% no total gerado, com uma produção per capita de 3,38 Kg/hab/ano, conforme figura 2 abaixo:

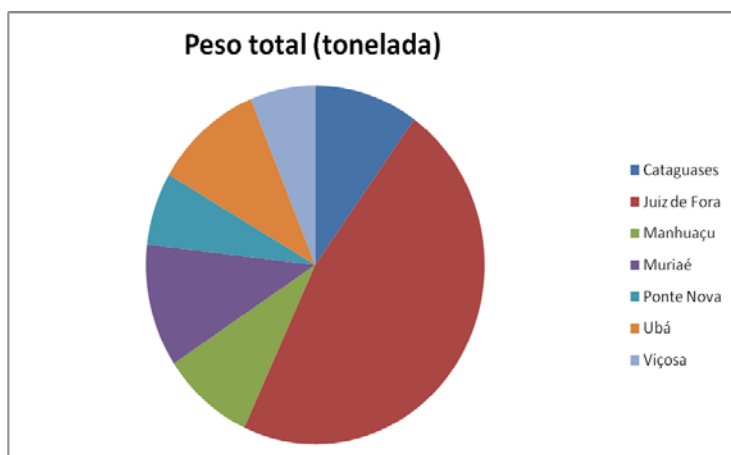


Figura 2: Descarte de REEs/microrregião.

O município de Juiz de Fora, no qual se concentra mais de 50% do PIB da região, apresentou uma geração de 16.211,28 toneladas, contribuindo com 26,07% do total da microrregião, confirmando a conforme apresentado na figura3:

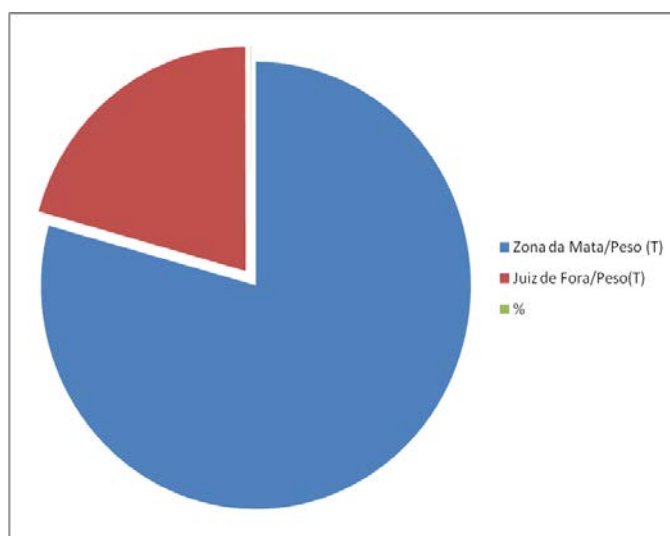


Figura 3: Participação de Juiz de Fora na geração de REEs na Zona da Mata mineira.

CONCLUSÕES

No Brasil, a preocupação com os impactos ambientais e na saúde pública oriunda desse tipo de resíduo ainda é incipiente e a população em sua maioria desconhece os riscos advindos do descarte inadequado desses equipamentos. Quando desmontados, muito de seus componentes passam a ser considerados resíduos perigosos, classificados pela Norma ABNT NBR 10004 de 05/2004, como Resíduos Classe I, pois possuem em sua constituição substâncias contidas no Anexo A e B da referida norma.

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (2010), considerar como responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes no recolhimento dos resíduos e dos produtos remanescentes após o uso, e consequentemente, o tratamento e a destinação ambientalmente adequada, propiciando a implantação da logística reversa, ainda não temos no país um sistema adequado de gestão desse resíduo.

Conforme apresentado, os REEs contêm, em sua estrutura, uma diversidade de substâncias, muitas delas perigosas e a disposição desses resíduos em aterros ou lixões é prejudicial à saúde pública e ao meio ambiente, o que justifica de maneira imperativa o tratamento diferenciado desses materiais. O resultado da pesquisa apresenta uma geração de REEs na Zona da Mata mineira e da microrregião de Juiz de Fora bem próxima da média nacional, justificando-se assim, a necessidade de se formularem políticas específicas para gestão do descarte de REEs na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABINEE, Associação Brasileira da Indústria Nacional Eletro-eletrônica. Avaliação setorial – 1º trimestre de 2011. Desempenho do setor. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon11.htm>. Acesso em: 5 de ago. 2011.
2. ANDRADE, M.M. Introdução à metodologia do trabalho científico. 2º Ed. São Paulo: Atlas, 1997. 151p.
3. FEAM,(2009). Fundação Estadual do Meio Ambiente. Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/4E1B1104/DiagGer_REE_MG_FEAM_EMPA.pdf. Acesso em: 7 de ago. 2011.
4. EPA, (2008). US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Electronic Waste management in the United States, Approach 1, July 2008. Disponível em: <http://www.epa.gov/osw/conserve/materials/ecycling/docs/ap.pdf>. Acesso em: 2 de ago. 2011.
5. FRANCO, R.G.F. Protocolo de Referência para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/BUDB-8AVN33/1/_o.pdf . Acesso em: 20 de jun 2011.
6. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2000/default.shtm>>. Acesso em: 10 de ago. de 2011.
7. RODRIGUES, A.C. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. Dissertação – Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/2006/KFTTMPPV.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2011.
8. ROMAN, G. Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica. Instituto Politécnico Nacional México, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo México D.F., 2007. Disponível em: http://www.ine.gob.mx/descargas/sqre/res_electronicos_.pdf. Acesso em: 20 de jun. 2011.