



Encontro da Sociedade  
Brasileira de Economia  
Ecológica

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO  
Outubro de 2011  
Brasília - DF - Brasil

---

PUBLICAÇÕES SOBRE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS (E-WASTE), DURANTE O PERÍODO  
DE 1990 A 2010

**Aldo Muro Júnior** (IFG/UFG) - muro@ifg.edu.br

*Coordenador e docente do Curso de Meio Ambiente do Instituto Federal de Goiás*

**Rogério Pereira Bastos** (UFG) - rogerio@ufg.edu.br

*Docente*

**Nelson Roberto Antinosi Filho** (UFG) - nelson@quimica.ufg.edu.br

*Docente*

# **PUBLICAÇÕES SOBRE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS (E-WASTE), DURANTE O PERÍODO DE 1990 A 2010.**

**ALDO MURO JR. - CIAMB – UFG<sup>1</sup>**  
**PROF. DR. FAUSTO MIZIARA – IESA – UFG<sup>2</sup>**  
**PROF. DR. ROGÉRIO PEREIRA BASTOS – ICB – UFG<sup>3</sup>**  
**PROF. DR. NELSON ANTONIOSI FILHO – LAMES - IQ – UFG<sup>4</sup>**

1. Discente do Programa de Doutorado em Ciências Ambientais, da Universidade Federal de Goiás.
2. Coordenador do Programa de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás. Docente responsável pela Disciplina de Oficinas em Ciências Ambientais.
3. Docente do Programa de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás. Orientador do trabalho de Oficinas em Ciências Ambientais.
4. Docente do Programa de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás. Orientador da tese de doutorado em Ciências Ambientais.

## **RESUMO**

Foi realizado um estudo cienciométrico objetivando-se caracterizar os estudos acerca dos resíduos sólidos oriundos dos equipamentos eletro-eletrônicos. Os resultados demonstraram que a maioria dos estudos têm como área de concentração a China, os EUA e o Japão, países conhecidamente com tendências ao consumismo exacerbado, o que faz com que os equipamentos eletro-eletrônicos atinjam a obsolescência mais rapidamente. A resposta da comunidade científica para a problemática dos resíduos eletro-eletrônicos e seus efeitos sobre o ambiente e a saúde humana somente teve início no ano de 2.006, com forte incremento até o ano de 2.010. As políticas públicas norteadoras da correta disposição dos resíduos eletro-eletrônicos ainda são incipientes, principalmente em países em desenvolvimento, que ainda contam com problemas básicos de saneamento para serem solucionados, como tratamento de água e de esgoto, relegando a correta disposição dos resíduos eletro-eletrônicos para depois. Iniciativas privadas envolvendo a logística reversa têm sido utilizadas para mitigar os efeitos deletérios da incorreta disposição de equipamentos eletro-eletrônicos sobre o ambiente.

Palavras-chave: e-waste, cienciométrica, resíduos eletro-eletrônicos, política e legislação ambiental.

## **ABSTRACT**

We conducted a study aiming to characterize scientometric studies on solid waste from electrical and electronic equipment. The results showed that most studies is the concentration area of China, the U.S. and Japan, countries with notoriously exacerbated tendencies of consumerism, which makes the consumer electronics reach obsolescence more quickly. The scientific community's response to the problem of electronics waste and its effects on the environment and human health only began in the year 2006, with strong growth by the year 2010. Public policy guiding the proper disposal of waste electronics are still rudimentary, especially in developing countries that still rely on basic sanitation problems to be solved, such as water treatment and sewage, relegating the proper disposal of waste electrical and electronics later. Private initiatives involving reverse logistics have been used to mitigate the deleterious effects of improper disposal of consumer electronics on the environment.

Key-words: e-waste, scientometrics, solid waste, environmental policy and legislation.

## **INTRODUÇÃO**

A cienciometria, vem sendo utilizada como importante ferramenta de gestão e de desenvolvimento de gestão de políticas científicas.

Através desta ciência consegue-se analisar quantitativamente as atividades científicas, através das publicações da área objeto do estudo, mediante análise da frequência de citação de frases, em textos e em índices impressos; características das publicações; relação autor *versus* produtividade e distribuição entre os autores em artigos, instituições, revistas, países e continentes (Macias-Chapula, 1988).

Dessarte, a cienciometria propicia um desenvolvimento científico que não fica restrito somente ao nosso país, porém delinea a situação científica, objeto do estudo, em um aspecto global, haja vista que através da cienciometria consegue-se efetuar uma análise quantitativa temporal do número de citações efetuadas

dentro do escopo que se pretende focar (Kopp et. all., 2007), ajudando a tomada de decisões para o desenvolvimento de uma pesquisa em determinados focos pontuais ou globais.

Em nenhuma hipótese uma linha de pesquisa ou tomada de decisão política que envolva elaboração de normatização através de legislações ordinárias ou infra-legais, dependentes de aspectos científicos e tecnológicos, como as normas ambientais, deveriam ser efetuadas sem uma consulta ao estado da arte sobre o tema, em outros países.

A cienciometria é uma importante e eficaz ferramenta, capaz de delinear o andamento das pesquisas mundiais, através do acompanhamento das publicações nas áreas envolvidas na tomada de decisões científicas ou políticas, que deveria ser utilizada toda vez que um Estado enveredasse por caminhos de elaboração legislativa originária ou derivada.

Em 02 agosto de 2.010, entrou em vigor, no Brasil, a Lei n.º 12.305, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com mais de duas décadas de inércia normativa, haja vista que a gênese da lei é o Projeto de Lei n.º 203/2001, tendo havido um substitutivo no ano de 2.006 – PL 1991/2007 (Brasil, 2010).

A lei que trata da política nacional de resíduos sólidos, apesar de regrar diversas formas de lançamento e de destinação de resíduos, foi jejuna de qualquer aprofundamento científico, haja vista que não levou em consideração as experiências globais atuais de destinação de resíduos, principalmente no que tange aos resíduos oriundos de equipamentos eletro-eletrônicos, onde os países do oriente, lideram o índice de publicações na área.

## **JUSTIFICATIVAS**

Por muitos anos a contaminação do meio ambiente por metais foi atribuída somente aos procedimentos de mineração.

Todavia, com o exacerbado desenvolvimento tecnológico e com a premente preocupação com a redução do consumo energético, os equipamentos eletro-eletrônicos se tornam obsoletos em lapsos de tempo cada vez menores O

lançamento de metais tóxicos, como mercúrio, cobalto, chumbo, cádmio (dentre outros), oriundos de resíduos eletro-eletrônicos e lâmpadas, passaram a ter um papel mais importante no efetivo de lançamentos de metais deletérios ao ambiente.

A falta de correta destinação dos resíduos oriundos dos equipamentos eletro-eletrônicos, produz sérios impactos sobre o meio ambiente, haja vista que a rápida obsolescência das peças eletrônicas faz com que os equipamentos elétricos e eletrônicos, se tornem resíduos sem qualquer utilidade tecnológica ou econômica, fazendo com que as pessoas simplesmente os “joguem fora”, juntamente com os resíduos comuns, acarretando em sua incorreta destinação final em lixões ou em aterros sanitários (quando é o caso de municípios que os possuem).

A mistura dos resíduos de componentes eletro-eletrônicos, com resíduos sólidos comuns, finda por majorar a degradação e a poluição ambiental, haja vista que as peças elétricas e eletrônicas, decompõem-se rapidamente pela ação do tempo e pela ação de resíduos líquidos oriundos do “lixo comum”. Como os resíduos eletrônicos normalmente possuem metais como ouro, prata, gálio, índio, chumbo, cádmio e mercúrio (Baid, 2002) (ABNT, 2004), como seus constituintes primários, a sua decomposição acarreta a contaminação por carreação e percolação destes elementos para o meio.

A incorreta deposição desses resíduos em aterros e lixões faz com que os metais que existem nos componentes eletro-eletrônicos encontrem os aquíferos como seu destino final, após longa e contínua contaminação do solo, atingindo os lençóis freáticos, chegando nos rios, afetando, pois, a saúde de todos os seres vivos (CEMIG, 2008).

A maioria desses metais são altamente tóxicos e bioacumulativos nos seres vivos, propiciando o desenvolvimento de carcinogênese, problemas mentais, neurológicos, patologias renais, anemia crônica e surdez (CEMIG, 2008) (Mamani, 2002) (Zavariz, 1999).

As Nações Unidas, preocupadas com a gravidade do problema ambiental gerado pelo aumento de resíduos eletro-eletrônicos, divulgou um estudo do

professor e pesquisador Ruediger Kuehr (2003), onde há o esclarecimento de que um único computador pessoal consome ao menos 1.800 quilogramas de materiais, sendo que, desse quantitativo, aproximadamente, 240 quilos são combustíveis fósseis; 22 quilos são oriundos de produtos químicos; e 1.500 quilos vêm da água (ONU, 2010).

A China desenvolveu um projeto piloto de manejo de resíduos sólidos que envolve a colocação formal e informal de 706.000 empregados do setor da indústria de reciclagem de resíduos eletro-eletrônicos, em uma proposta de política pública de inclusão social através da reutilização de componentes eletro-eletrônicos (Jingley Yu, *et. all.*, 2010).

A preocupação da China não é infundada, haja vista que em um estudo realizado em mulheres grávidas, na cidade de Guiyu, também na China, grandes quantidades de chumbo e de outros metais tóxicos, decorrentes de atividades irregulares de reciclagem de resíduos eletro-eletrônicos, foram encontrados nas placentas das gestantes, com influência na saúde dos neonatos (Yongyong, G. *et all*, 2010).

Considerando-se que a multiplicação dos computadores pessoais alavancou-se em progressão geométrica nas últimas duas décadas, a tônica da incorreta destinação dos resíduos eletro-eletrônicos salta aos olhos, atingindo os seres vivos como um todo, acertando o alvo nos seres humanos, que já sofrem há muito a influência da antropização de áreas anteriormente intocadas, tendo sua saúde prejudicada não somente pelo meio ambiente artificial urbano a que têm de se subsumir, mas a uma gama enorme de fatores patogênicos oriundos de rejeitos urbanos e industriais, exacerbados ultimamente, pela explosão *high tech*, fomentada pelas empresas de fabricação de computadores, que movimentam bilhões de dólares anualmente, através de massivas campanhas publicitárias com mensagens sub-liminares, para a troca constante de aparelhos celulares, *note* e *netbooks*, *desknotes*, impressoras, *modems*; enfim, toda a parafernália tecnológica, sem a qual o ser humano não conseguiria mais se incluir no meio social, sem preocupar-se, todavia, ao menos até agora, com a destinação dos resíduos oriundos dessa explosão inovadora de mercado de informática, que

cumula a problemática ambiental planetária, já em crise há muito (Bello, 2008) (MMA, 2010).

#### **SITUAÇÃO DO PROBLEMA NO MUNDO.**

Pululam diversas ações ao redor do mundo, no sentido de encontrar soluções para a problemática dos resíduos sólidos oriundos dos componentes eletro-eletrônicos, haja vista que o mundo possui, hodiernamente, 70 milhões de toneladas de resíduos oriundos de componentes eletro-eletrônicos, sendo que a maior concentração localiza-se na China, com 13.000.000 de toneladas/ano, seguida pela União Européia, com 4,6 T/ano e pelos Estados Unidos e Brasil, a emissão de aproximada de 3.000.000 e 2.000.000 toneladas/ano, respectivamente, de resíduos eletro-eletrônicos (Bello, 2008).

A estimativa de geração de resíduos eletro-eletrônicos, gira em torno de 10 quilos para cada habitante do planeta.

A Organização das Nações Unidas - ONU, através de seu braço ambiental: o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, vem promovendo fóruns internacionais, de sorte a envolver pessoas jurídicas de direito público, de direito privado e de organizações não governamentais - ONGs, para encontrar uma solução para a questão da reciclagem do lixo tecnológico e a responsabilização de todos pela problemática dos resíduos sólidos eletro-eletrônicos.

A União Européia, em 2003, aprovou a diretiva n.º 2002/95/EC, restringindo a utilização de certas substâncias tóxicas na produção de equipamentos eletro-eletrônicos.

A Itália, saiu na vanguarda mundial do que concerne à correta destinação dos resíduos e, principalmente, no que tange à sua reutilização e reaproveitamento. Através do Decreto n.º 369 de 18.04.2000, criou o *Osservatorio Nazionale dei Rifiutti* – ONR (Observatório Nacional dos Resíduos), para gerir a política nacional italiana de gestão de resíduos sólidos, haja vista que está

inserida na União Européia, que, por sua vez, contabilizou no ano de 2.002, uma média de 516 Kg de resíduos por habitante ao ano (ENEA, 2006).

Outros países, como os EUA, adotaram a política da logística reversa para a mitigação dos efeitos deletérios dos resíduos eletro-eletrônicos, que consiste no incentivo da devolução do equipamento antigo e usado, para a aquisição de um novo, todavia, não há obrigatoriedade de efetuar-se a devolução, restando para o consumidor o ônus da política da logística reversa, mesmo que já haja praticamente 30% de componentes reutilizados, em computadores novos, colocados no mercado como sendo equipamentos considerados como de segunda linha.

No contexto da América Latina (incluindo-se o México e Caribe - acompanhando os ditames da ONU), o Brasil lidera o "ranking de produção de resíduos eletro-eletrônicos, seguido pelo México; Colômbia; Argentina; Peru; Venezuela; Chile; Equador; e Guatemala (EMPA, 2010).

#### **SITUAÇÃO NO BRASIL.**

No Brasil a problemática é muito distinta dos países desenvolvidos (Milaré, 2003), haja vista que a situação socioeconômica brasileira propicia o reuso dos equipamentos eletroeletrônicos, mediante transferência de equipamentos obsoletos para indivíduos menos favorecidos economicamente.

Exsurge-se, todavia, que existe uma média de vida útil para todos os equipamentos eletro-eletrônicos. A de computadores, por exemplo era de 4,5 anos em 1992, decrescendo para 2 anos, em 2.006.

Pode-se presumir, portanto, que em dois anos um computador troque de mãos, com possibilidade de reuso por mais dois anos, pelo novo proprietário, até que, por fim, o equipamento obsoleto por impossibilidade de processar programas ou por problemas irreparáveis em seu *hardware*, por falta de peças para aquele computador ou por inviabilidade financeira, atinja sua inoperatividade funcional, indo parar nos lixões, agravando a crise da incorreta destinação de resíduos



sólidos no Brasil, consubstanciadamente nos municípios pequenos das regiões pátrias menos desenvolvidas (Farah, 2008).

Estima-se que somente 600 mil toneladas dos 2,9 milhões de toneladas de resíduos perigosos produzidos anualmente têm o devido tratamento. Em termos percentuais, significaria dizer, objetivamente, que 79,31% de tudo o que se produz de resíduos perigosos, são lançados no meio ambiente (Bello, 2008).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, 77% do lixo urbano é apostado incorretamente em lixões ou em fundos de vale, sendo mormente queimados a céu aberto (MMA, 2010) .

O último estudo realizado em 2.008, denominado Ciclossoft, aduziu que somente 7% dos municípios brasileiros têm sistema de coleta seletiva, das quais 49% é realizada por catadores que desconhecem o material que estão manuseando e a forma correta da destinação dos resíduos que operam (CEMPRE, 2008) .

A Região Centro-Oeste ocupa a penúltima colocação no ranking das regiões atendidas pelo sistema de coleta seletiva, apresentando o pífio percentual de 4% de coleta, perdendo somente para o Nordeste que tem como índice 2% de coleta seletiva (CEMPRE, 2008).

Todo esse quadro negativo em relação à contaminação ambiental por resíduos de toda a espécie e a tônica sobre os resíduos eletro-eletrônicos, parece não ter sido afetado pela Constituição Brasileira de 1988, que saiu na frente de normas constitucionais de países que têm tradição na tutela ambiental, como as constituições da Bulgária, da extinta URSS, de Portugal e da Espanha, respectivamente em seus arts. 31, 18, 66 e 45 (Silva, 1999).

As normas balizadoras do licenciamento ambiental somente atingem as empresas que têm em seu objeto produtivo, atividades de alto potencial lesivo ao meio ambiente, seguindo o que estatui o art. 225 da Carta Política de 1988 (BRASIL, 2010) e as resoluções do CONAMA n.º 001/96; e 237/97 (BRASIL, 2010), deixando mercê do esquecimento todas as demais pessoas jurídicas e os poluidores domésticos que lançam toneladas de resíduos no ambiente, sem

qualquer separação ou cuidados, jejunos de conhecimento dos riscos no seu manuseio e dos efeitos da incorreta deposição dos rejeitos eletro-eletrônicos que estão sendo colocados no lixo, juntamente com o “lixo comum”.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram pesquisados todos os trabalhos científicos que contivessem os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e health*, no sitio de busca de publicações utilizado pela comunidade científica mundial: *ISI Web of Science*.

O critério de busca utilizado foi o “*General Search*”, com os termos acrescidos de asterisco (“\*”) e separadores OR ou AND, de forma a abranger artigos com os termos grafados no singular ou no plural.

Como o objetivo precípua foi a avaliação do impacto dos resíduos sólidos sobre a saúde, o separador AND foi utilizado somente para o termo “*health*”, de maneira a limitar a pesquisa a artigos que correlacionassem os resíduos sólidos dos componentes eletro-eletrônicos ou os metais deles oriundos, obrigatoriamente, ao termo “Saúde”.

A pesquisa foi utilizada sem limitação temporal inicial, apesar de normalmente pesquisadores da área cienciométrica efetuarem a busca a partir do ano em que os artigos relacionados ao tema começaram a ser indexados no sistema ISI (Kopp et. all, 2007), objetivando-se encontrar, de fato, todos os artigos indexados relacionados ao tema resíduos sólidos oriundos de componentes eletro-eletrônicos.

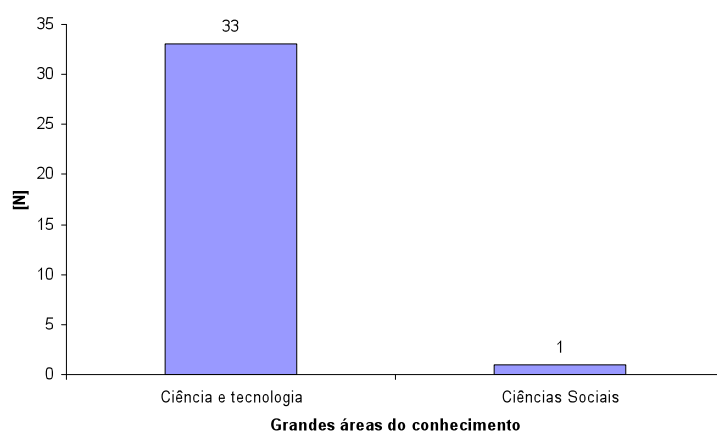
A data final da busca foi o dia 18 de novembro de 2010.

Foram coletadas as seguintes informações do sistema ISI: a) número de trabalhos publicados divididos em grandes áreas do conhecimento; b) classificação do documento, se artigo ou resumo; c) área de concentração da publicação; d) numero de trabalhos publicados por ano; e) língua em que foi publicado o periódico; f) nome do periódico em que ocorreu a publicação; g) número de trabalhos publicados por autor principal; h) país da sede onde se

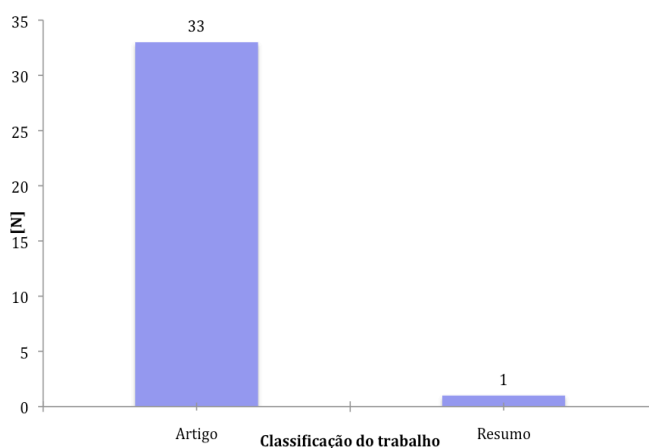
encontra a instituição à qual está vinculado o autor principal; i) número de trabalhos publicados divididos por continente; e j) número de trabalhos publicados cuja publicação teve seu foco experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se os termos *e-waste*, *heavy metal*, *waste eletronic* e *health*, foram encontradas somente 34 publicações, divididas em duas grandes áreas distintas: ciência e tecnologia; e ciências sociais, sendo que dos 34 artigos, 29 apresentam-se na forma de artigos completa, os demais somente em resumos.

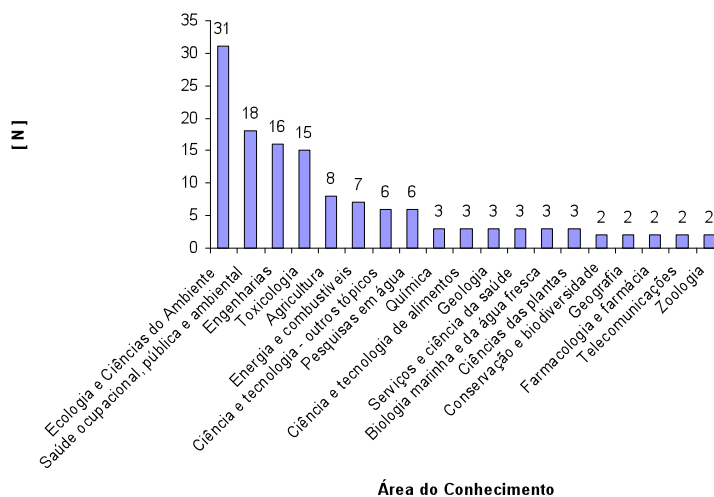


**Figura 1.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1990 a 2010, divididos em categorias gerais (grandes áreas) com os termos *eletronic waste*; *waste eletronic*; *e-waste*; *heavy metal*; *e-waste*; e *health*.



**Figura 2.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1990 a 2010, separados em função de serem encontrados os artigos completos ou somente os resumos, todos com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

Refinando-se mais as áreas de concentração das publicações, observou-se uma divisão em diversas áreas: a) ecologia e ciências ambientais (N=31); b) saúde ocupacional, pública e ambiental (N=18); c) engenharias (N=16); d) toxicologia (N=15); agricultura (N=8); energia e combustíveis (N=7); ciência e tecnologia – outro tópicos (N=6); pesquisas em água (N=6); ciência e tecnologia de alimentos (N=3); geologia (N=3); serviços e ciências da saúde (N=3); ciências das plantas (N=3); conservação e biodiversidade (N=2); geografia (N=2); farmacologia e farmácia (N=2); telecomunicações (N=2); e zoologia (N=2).



**Figura 3.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1950 a 2010, dividido em áreas de conhecimento, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

Depreende-se que a maioria dos artigos publicados, foi dentro da área do meio ambiente, saúde ambiental, das engenharias e toxicologia.

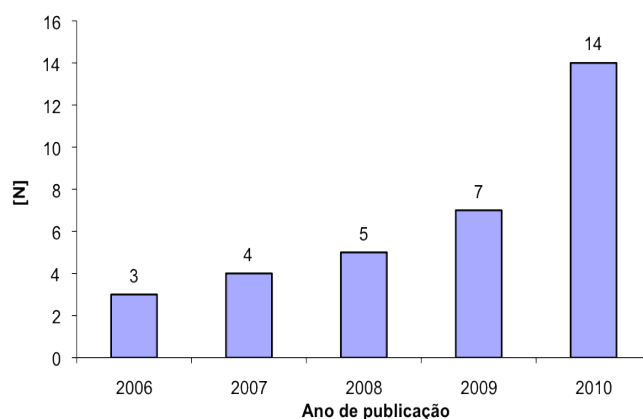
A tônica da publicação nestas áreas se dá, provavelmente, pelo fato do incremento da preocupação das empresas do ramo elétrico-eletrônico, em melhorar seus projetos para garantir a colocação de seus produtos no mercado, daí o envolvimento das engenharias com a área ambiental, haja vista que somente através de melhoria nos projetos e uma logística de reciclagem e reutilização dos

equipamentos eletro-eletrônicos utilizados, se faz possível a mitigação dos efeitos deletérios decorrentes do lançamento dos resíduos eletro-eletrônicos.

A grande ocorrência de trabalhos na área de saúde pública, toxicologia e agricultura, N=18; N=15; e N=8, respectivamente, demonstra o interesse do estudo nos locais mais sensíveis à influência dos resíduos sólidos dos componentes eletro-eletrônicos, invariavelmente, o problema da incorreta destinação, que envolve a necessidade de atenção da área pública em promover ações de logística reversa de sorte a evitar que os resíduos sejam apostos em lixões ou em contato com resíduos comuns e a afetação da saúde humana, que sofre com os efeitos bioacumulativos dos metais que contaminam o solo, chegando aos seres vivos através da água e dos alimentos ingeridos, daí o importante quantitativo de publicações na área da agricultura (Figura 3).

O baixo número de publicações em Ciências Marinhas e das Águas (N=3), bem como na área de zoologia (N=2), demonstra que essas ciências ainda não atentaram para o problema da contaminação ambiental decorrente dos resíduos eletro-eletrônicos em seus campos de estudo, bem como por constituírem o veículo de contaminação para os seres vivos, principalmente o homem.

Apesar do sistema *ISI Web of Science* somente indexar as publicações a partir do ano de 1990, a ocorrência da primeira publicação encontrada, contendo os termos de pesquisa utilizados no presente trabalho, somente se deu no ano de 2.006 (Figura 4).



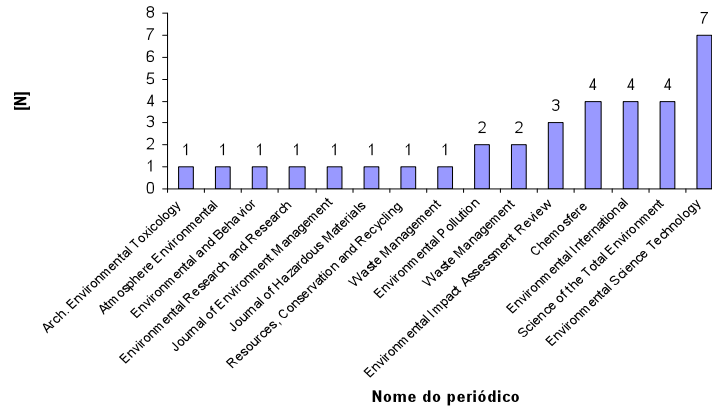
**Figura 4.** Número de trabalhos publicados [N] durante os anos de 2006 a 2010, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

A inexistência de publicações anteriores ao ano de 2006 e expressiva assimetria à esquerda da curva  $N \times \text{Ano de publicação}$  (Figura 4), se deve à explosão do consumo e facilidade de acesso a equipamentos pessoais no início desse século, bem como a minimização e evolução dos *microchips*, que culminou com o descarte de computadores pessoais e, em especial, dos monitores VGA, que foram substituídos por *notebooks* e *netbooks* e os monitores VGA por monitores de LCD, gerando grandes volumes de resíduos eletro-eletrônicos.

Obviamente os efeitos sobre a saúde pública e a biota somente foram sentidos quando o ambiente já havia sido afetado e os seres vivos atingidos pelos elementos tóxicos dos resíduos eletrônicos, após a afetação do solo e dos aquíferos, que constituem o veículo de transporte dos elementos tóxicos aos seres vivos.

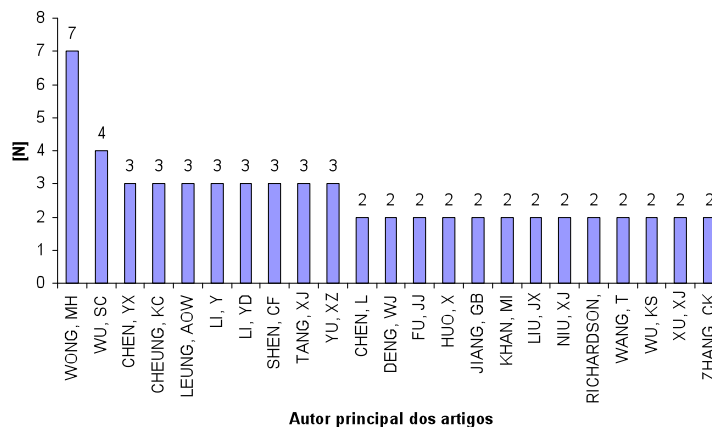
A dispersão à direita na curva  $N \times \text{Ano de publicação}$  (Figura 4), demonstra a preocupação da comunidade científica com os efeitos da poluição gerada pelos elementos tóxicos oriundos dos resíduos dos equipamentos eletro-eletrônicos, de sorte a dar guarida para tomada de decisões para as políticas públicas de saneamento, no que tange a medidas mitigadoras dos efeitos deletérios dos resíduos eletro-eletrônicos sobre o ambiente e sobre a saúde humana.

Analisando-se os periódicos onde foram publicados os artigos (Figura 5), observa-se que o “Environmental Science of Technology” (7 artigos em N=34, 20,59%), foi o principal meio de divulgação do tema que envolve contaminação do meio ambiente por resíduos eletro-eletrônicos, sendo que as revistas que publicaram sobre o tema em quantitativos imediatamente inferior à máxima distribuição da curva “N x periódicos” (Figura 5), também tinham o meio ambiente como escopo principal de publicação.



**Figura 5.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1950 a 2010, nos diversos periódicos, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

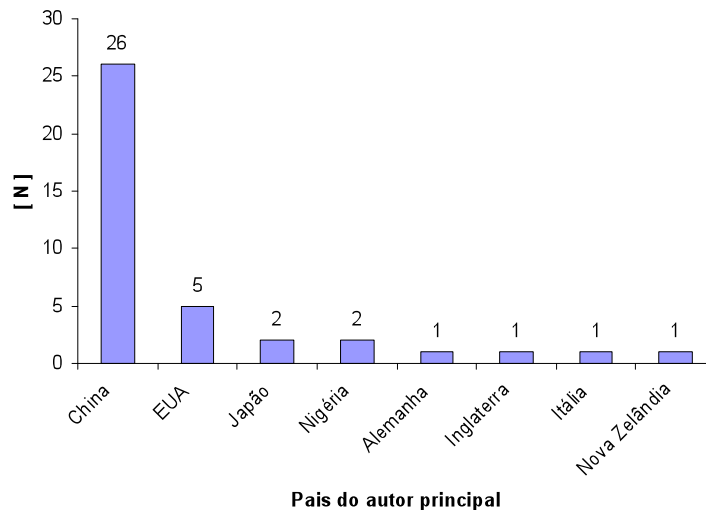
Foi levantado o número de trabalhos divididos em relação ao autor principal do artigo, distribuídos em ordem decrescente de publicações, conforme se pode depreender da Figura 6.



**Figura 6.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1990 a 2010, em relação ao autor principal do artigo, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

Invariavelmente observam-se autores chineses como os principais responsáveis pelas publicações, tendo o autor Wong, MH, publicado 7 artigos sobre o tema (7 ocorrências de N=34), representando, aproximadamente 21% do total das publicações (Figura 6).

A China foi o país onde houve o maior número de publicações, com 26 artigos, seguida pelos EUA, com 5 artigos; Japão, com 2; e Alemanha; Itália e Nova Zelândia, com a contribuição de 1 artigo cada.



**Figura 7.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1990 a 2010, dividido por país da instituição onde está vinculado o autor principal, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

Este resultado denota o crescente consumismo e obsolescência dos equipamentos eletrônicos na China, nos EUA e no Japão, onde há muito se conhece do consumo exacerbado de equipamentos eletro-eletrônicos, que são substituídos tão logo equipamentos mais modernos, velozes e menores são colocados no mercado.

As publicações nestes três países refletem as políticas que grandes empresas de computadores e de equipamentos eletro-eletrônicos vêm desenvolvendo para reduzirem seus custos e minimizarem os passivos ambientais que geram, impingidas por políticas tributárias existentes nos EUA e Japão, principalmente, responsabilizando os fabricantes de equipamentos eletrônicos pelo descarte indevido daqueles equipamentos que já não têm mais uso.

Forçadas, pois, pelas políticas públicas de redução dos resíduos eletrônicos – *e-waste* -, os grandes fabricantes buscaram a ciência para minimizar seus custos com a tributação e com a responsabilidade pelo passivo gerado, uma vez que a primeira solução apontada de repassar o valor do descarte dos equipamentos usados para o consumidor final, não foi bem aceita para o mercado de alhures.



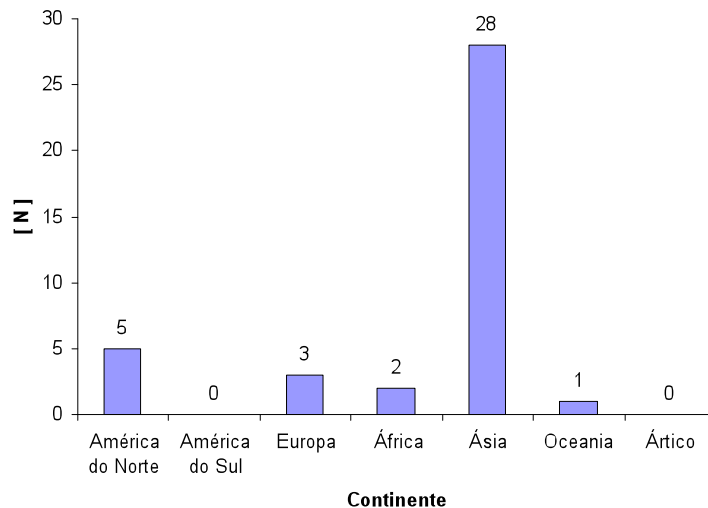
A logística reversa começou a ser aplicada pelas empresas do ramo de equipamentos eletro-eletrônicos, de maneira a aproveitar os componentes que ainda têm sobrelva na fabricação de computadores de segunda e de terceira linhas, destinados a países em desenvolvimento ou com grandes discrepâncias sociais, que fazem com que pessoas mais carentes possam adquirir computadores e equipamentos eletrônicos com preços mais baixos e, conseqüentemente, minimizar os efeitos do descarte indevido dos resíduos desses equipamentos, quando atingirem sua obsolescência.

Separando as publicações por continente, a Ásia ocupa o primeiro lugar no número de publicações, com 28 artigos; a América do Norte, vem em segundo lugar, com 5 artigos; a Europa, segue em terceiro, com 3 artigos; a África, com 2 artigos; a Oceania, com 1 artigo; sendo que a América do Sul e o Ártico, não contam com nenhum artigo publicado (Figura 8).

A tônica das publicações acompanha os países mais populosos e com tradição em consumo exacerbado e desenfreado.

Países em desenvolvimento, situados na América Latina e Central sequer figuram na dispersão apresentada na Figura 8, pelo fato de que nesses países os equipamentos eletro-eletrônicos mudam de dono quando há troca por equipamentos mais modernos, inexistindo, portanto, o fator da logística reversa.

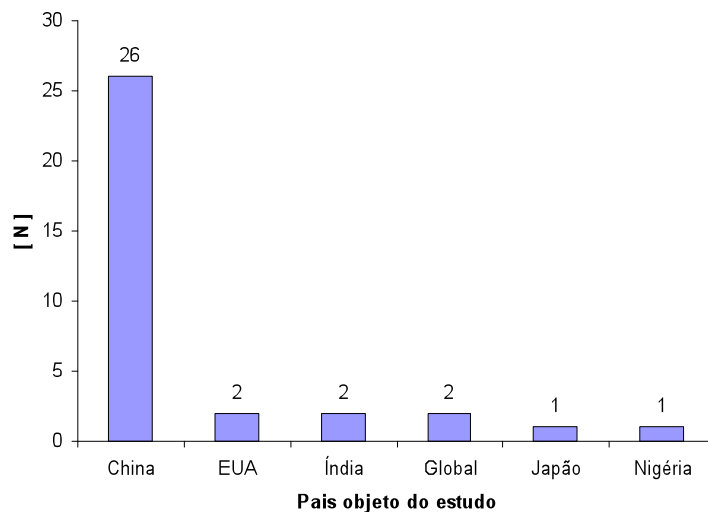
Outrossim, o nível de consciência ambiental ainda não atingiu o amadurecimento capaz de sensibilizar os estados em desenvolvimento, a implementarem políticas públicas que envolvam legislações e normas que balizem a correta destinação dos resíduos eletrônicos, haja vista que os países em desenvolvimento ainda têm problemas gravíssimos com saneamento básico, como por exemplo, tratamento de água e de esgoto, doenças causadas por vetores, sendo a temática do resíduo sólido eletrônico, secundária.



**Figura 8.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1990 a 2010, por continente, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

Mais importante, talvez, seja a análise de cujo país foi foco do estudo do artigo publicado.

A China foi objeto de estudo em 26 artigos (26 artigos em N=34; 76,47% das publicações); os Estados Unidos da América do Norte, a Índia, bem como assuntos globais, tiveram dois artigos cada; o Japão e a Nigéria, somente 1 (Figura 9).



**Figura 9.** Número de trabalhos publicados [N] no período de 1990 a 2010, em função do país objeto de estudo, com os termos *eletronic waste; waste eletronic; e-waste; heavy metal; e-waste; e health*.

A maioria dos trabalhos teve como escopo a saúde pública e elementos da biota de cidades situadas na China.

A enorme concentração populacional e a ausência de centros de reciclagem em cidades do interior da República Chinesa fazem com que a saúde humana chinesa tenha sido seriamente afetada (Liangkai, Z, 2008) (Wong et. all, 2008), assim como a biota local.

#### **POLÍTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.**

No dia 3 de agosto de 2010, entrou em vigor, no Brasil, a Lei n.º 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A referida lei instituiu a obrigatoriedade da coleta seletiva e a logística reversa como instrumentos econômicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes ficaram responsáveis, solidariamente pela coleta para reciclagem, reuso ou correta destinação, dos resíduos eletro-eletrônicos, sendo que possuem um lapso temporal de quatro anos para adequarem-se às exigências da legislação.

Observa-se que o Brasil não prosperou na redação da legislação de resíduos sólidos, haja vista que NUNCA houve nenhuma publicação científica em veículo de grande importância, cujo objeto de estudo tenha sido focado na problemática brasileira ou em área de deposição de resíduos eletro-eletrônicos situada em território pátrio.

Obviamente a problemática existente alhures não se aplica integralmente no Brasil, que possui uma realidade completamente diversa daquela observada na China, no Japão e nos EUA.

A ausência de trabalhos científicos importantes a darem guarida à elaboração legislativa demonstra o afastamento da política pública do elemento produtor de ciência e tecnologia, que é o único capaz de apresentar respostas profícuas a uma problemática de vulto de atingimento ambiental ímpar, haja vista que, conforme observado alhures, os resíduos eletro-eletrônicos são capazes de afetar a vida humana ainda em sua fase embrionária (Yongyong, G. *et all*, 2010).

## **CONCLUSÕES.**

A abordagem cienciométrica indica que a preocupação com os resíduos eletro-eletrônicos é muito recente. A quantidade de publicações existente na China, nos EUA e no Japão, indicam que somente os países com grande passivo ambiental oriundo de resíduos eletro-eletrônicos despertaram para a problemática decorrente deste tipo de resíduo e seus efeitos futuros.

A baixa frequência de publicações em ciências da água e zoologia, envolvendo resíduos eletro-eletrônicos, indica que essas ciências ainda não se sensibilizaram para o problema da contaminação ambiental decorrente dos resíduos eletro-eletrônicos, apesar de constituírem principal veículo de contaminação para os todos os seres vivos e para o homem, caso se dê uma visão mais antropocêntrica ao problema.

A inexistência de publicações na área, em veículos importantes, de autores brasileiros ou cujo foco tenha sido uma região brasileira, demonstra que, assim, como outros países em desenvolvimento, o Brasil ainda não demonstrou interesse científico para um problema ambiental tão grave.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, inserida na legislação positiva pátria, jejuna de estudos científicos prévios, tende a ser mais uma lei sem aplicabilidade plena, pois não tem base científica a lhe dar guarida de como ocorre contaminação ambiental por resíduos eletro-eletrônicos, no Brasil, tampouco de quem são seus sujeitos passivos, sempre relegados à última posição no alvo das políticas públicas de cunho ambiental, que somente vêm à tona, quando os efeitos patogênicos sobre os seres humanos, atingem vulto capaz de afetar os gastos com a saúde pública.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABTN. NBR 10004/87 – Resíduos Sólidos – Classificação. 2004.

ALBUMI.In.<[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E73C8D/ABilumi\\_16\\_Out\\_2008.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E73C8D/ABilumi_16_Out_2008.pdf)>. [Consultado aos 16/10/2008].

BAIRD, COLIN. Química Ambiental. 2.<sup>a</sup> Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002 p.

BRASIL, In: <http://www.planalto.gov.br/legislação/constituições/>. [Consultado aos 18.11.2010].

BRASIL, In: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>. [Consultado aos 18.11.2010].

CEMIG. Manual de gerenciamento de resíduos sólidos. Belo Horizonte: 2008.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. In: [http://www.cempre.org.br/ciclosoft\\_2008.php](http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php). [Consultado aos 17.11.2010].

CETESB. A geração de Metano por Resíduos Sólidos. In: BRASIL. MCT. Inventário Brasileiro das Emissões Antrópicas por Fontes e Remições por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa. In: [http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/resid5\\_1.htm](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/resid5_1.htm). Consultado aos [11.11.2010].

CETESB. Resíduos Sólidos. In: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/residuos/urbanos\\_saude.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/residuos/urbanos_saude.asp). [Consultado aos 11.11.2010].

ENEA - Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente. In: <http://www.enea.it/>. [Consultado aos 10.11.2010].

FARAH, M. F. S. Governo local, políticas públicas e novas formas de gestão pública no Brasil. In: O & S – Organizações e Sociedade **7** (2008), São Paulo.

ISI. *Institute for Scientific Information* <<http://isi1.isiknowledge.com/portal.cgi>>. [Consultado aos 05 de novembro de 2.010].

JINGLEI YU *at all*. *Managing e-waste in China: Policies, pilot projects and alternative approaches*. Resources, Conservation and Recycling **54** (2010) 991–999.

KUER, R. United Nations University Zero Emissions Forum, European Focal Point. The Web of Power: Japanese and German Development Cooperation Policy. Organização das Nações Unidas. In.: <<http://ssjj.oxfordjournals.org/cgi/reprint/7/1/137.pdf>>. [Consultado aos 23.10.2010].

KOPP, K. et all. Publicações Sobre Efeitos de Pesticidas em Anfíbios no Período de 1980 a 2007. Revista Multiciência, Campinas **8** (2007), 173-186.

LIANGKAI, Z et. all. Blood lead and cadmium levels and relevant factors among children from an e-waste recycling town in China. Environmental Research

**108** (2008), 15-20.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ci. Inf., Brasília* **27** (1998), 134-140.

MAMANI, E. B. Modelo Institucional de gestão de resíduos sólidos: implementação da lei geral de resíduos sólidos do Peru. Tese de Doutorado. USP. Faculdade de Saúde Pública: 2002, 224 p.

M. H. WONG et. all. Export of toxic chemicals – A review of the case of uncontrolled eletronic-waste recycling. *Environmental Pollution* **149** (2007) 131-140.

MILARÉ, E. Direito do Ambiente. Doutrina – jurisprudência – glossário. 3.<sup>a</sup> Ed., RT, São Paulo: 2003. pp. 780-782.

MMA. Brasil Joga Limpo. In: <http://www.mma.gov.br>. [Consultado aos 11.11.2010].

MMA In: CONAMA: In.:  
<<http://www.mma.gov.br/conama/processo.cfm?processo=02000.001522/2001-43>>. [Consultado aos 11.11.2010].

MMA In: CONAMA:  
[http://www.mma.gov.br/cgmi/institu/pesquisas/protocolo\\_resultado.cfm](http://www.mma.gov.br/cgmi/institu/pesquisas/protocolo_resultado.cfm).  
[Consultado aos 10.11.2010].

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. In: [http://www.onu-brasil.org.br/agencias\\_pnuma.php](http://www.onu-brasil.org.br/agencias_pnuma.php). [Consultado aos 23.03.2010].

YONGYONH GUO, et. all. *Monitoring of lead, cadmium, chromium and nickel in placenta from e-waste recycling town in China*. *Science of the Total Environment* **408** (2010) 3113–3117.