



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Leonardo Alberto Fernandes da Costa

Monografia de Graduação

**O LIXO ELETRÔNICO NA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA: UM ESTUDO
EXPLORATÓRIO**

Brasília – DF

2.º/2010



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Leonardo Alberto Fernandes da Costa

**O LIXO ELETRÔNICO NA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA: UM ESTUDO
EXPLORATÓRIO**

*Monografia de Graduação em Ensino de
Química apresentada ao Instituto de Química
da Universidade de Brasília, como requisito l
para a obtenção do título de Licenciado em
Química.*

Orientador: Patrícia Fernandes Lootens Machado

2.º/2010

DEDICATÓRIA

DEDICO ESTE TRABALHO PRIMEIRAMENTE A DEUS E DEPOIS A MEUS PAIS ANA MARIA E JOSÉ ALBERTO.

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO AOS MEUS PAIS, AOS MEUS IRMÃOS ANDRÉ E ANA CAROLINA, AO MEU PRIMO GLAUBER, AOS MEUS TIOS CARLOS ANTÔNIO E LUCIENE POR TODO O AMOR E DEDICAÇÃO DURANTE A MINHA VIDA.

AGRADEÇO AOS MEUS AMIGOS VIANNEY, ROBERTO, LEIDY ANNE E REBECA PELOS MOMENTOS FELIZES QUE ME PROPORCIONARAM DURANTE ESSA JORNADA.

AGRADEÇO À PROFESSORA PATRÍCIA F. L. MACHADO PELA ORIENTAÇÃO E ENSINAMENTOS, E A MINHA NAMORADA KARLA POR TODO O APOIO, AMOR E CARINHO.

SUMÁRIO

RESUMO	7
INTRODUÇÃO	8
DO GRAMOFONE AO I-PHONE: UMA HISTÓRIA COMPACTA	8
CAPÍTULO 1	12
1. GERAÇÃO DE E-LIXO, UM PROBLEMA INTRÍNSECO AO MODO DE VIDA DA SOCIEDADE MODERNA	12
1.1 BREVE LEVANTAMENTO HISTÓRICO DO LIXO	12
1.2 E-LIXO NO CONTEXTO MUNDIAL	16
1.3 LIXO ELETRÔNICO NO BRASIL	26
CAPÍTULO 2	30
2. EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E E-LIXO	30
2.1 ACESSO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA ÀS NOVAS TECNOLOGIAS	30
2.2 E-LIXO MEIO AMBIENTE E SAÚDE	33
2.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EXPERIMENTAÇÃO NO ÂMBITO DO E-LIXO	35
CAPÍTULO 3	40
3. METODOLOGIA	40
CAPÍTULO 4	42
4. O E-LIXO NA UNB	42
4.1 ENTREVISTAS COM FUNCIONÁRIOS	42
4.2 QUESTIONÁRIOS ELETRÔNICOS.	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICES	57
1. QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO: VERSÃO IMPRESSA	57

RESUMO

O aumento da produção de resíduos advindos de equipamentos eletroeletrônicos se tornou um problema de âmbito mundial. Os maiores geradores desse tipo de material são as grandes universidades, empresas e centros tecnológicos. Nessa perspectiva, este trabalho propõe a inserção do tema lixo eletrônico na formação de professores e alunos de química. O objetivo principal desse trabalho foi elucidar a rota desse material na Universidade de Brasília através de um estudo exploratório, aqui apresentado, visando desenvolver valores e atitudes mais críticas da comunidade desta instituição em relação ao e-lixo e ao meio ambiente. Inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura sobre o lixo tecnológico no Brasil e no mundo. Nessa revisão foi apresentada uma retrospectiva desde o surgimento do termo e-lixo como sinônimo de problema até os mais importantes encontros que abordaram a temática, assim como seus principais objetivos. O material aqui proposto poderá esclarecer a relação da UnB com o lixo eletrônico, evidenciando problemas e apontando soluções, mesmo que ainda não institucionalizadas, visando melhorar esta relação e contribuir com a formação de cidadãos mais comprometidos com as questões ambientais.

INTRODUÇÃO

DO GRAMOFONE AO I-PHONE: UMA HISTÓRIA COMPACTA

O tempo de vida dos aparelhos no mundo digital é cada vez menor. No que se refere à música, em pouco mais de duas décadas passamos das antigas vitrolas ou gramofones, que foram a principal forma de reproduzir sons por quase cem anos, para aparelhos que reproduziam vários LPs (*Long Player*) em sequência e virando os lados automaticamente.



Figura 1 - Gramofone inventado Emil Berliner em 1887.

A passagem dos antigos LPs para as fitas cassetes deixou milhares de aparelhos obsoletos, mas ainda assim estas perduraram no mercado por quase duas décadas antes do advento do CD (*Compact Disc*), que apresentava qualidade superior e eliminava a necessidade de rebobinar para ouvi-lo novamente. Mesmo assim, com o surgimento do formato MP3 (*MPEG Audio Layer 3* ou *Moving Picture Experts Group*) para arquivos de áudio, que mantém a qualidade e ocupa cerca de vinte vezes menos espaço, automaticamente todos os “CD players” que reproduziam apenas os formatos WAV-(*Waveform Audio File*

Format) e CDDA-(*Compact Disc Digital Audio system*) tornaram-se obsoletos. Logo, surgiram aparelhos minúsculos específicos para a reprodução de áudio no formato MP3, que armazenam os arquivos em seus minúsculos microchips. A esses aparelhos logo foram incorporadas inúmeras novas funções como: rádio AM/FM, reprodução de filmes etc. A cada nova função incorporada milhares de pessoas se desfazem de seus antigos aparelhos para adquirir o equipamento de “último tipo” que é ditado como moda.

Nessa mesma linha, ocorreu o desenvolvimento dos aparelhos celulares, que nos últimos dez anos passaram de objetos grandes e pesados, que apenas faziam chamadas e enviavam mensagens de texto, para aparelhos muito pequenos como o *I-phone*, com rádio, televisão, reprodutor e gravador de áudio, câmera fotográfica e de vídeo, comunicação sem fio via infravermelho, *Bluethooh*, e *Wi-Fi*, acesso à internet e com uma infinidade de jogos e programas que antes faziam parte apenas do mundo dos computadores.

No contexto atual do mundo industrializado, o desenvolvimento e a utilização de tecnologias que facilitem as tarefas do dia a dia ou que tragam conforto na realização de tarefas consideradas incômodas, tornaram-se imprescindíveis na vida do cidadão comum. Nesse sentido, a indústria de eletroeletrônicos vem crescendo cada vez mais em âmbito mundial. Atualmente, os consumidores desse tipo de produtos estão mais vorazes por equipamentos modernos e com o máximo de funções possíveis, mesmo que boa parte dessas novas funções não tenha nenhuma aplicação na vida deste usuário. Isso é resultado do modo de viver baseado no consumo que vigora praticamente em todo o mundo capitalista. Sendo assim, diante da oportunidade de grandes negócios e, sobretudo, grandes lucros, a indústria mundial de eletroeletrônicos vem renovando seus produtos com enorme rapidez. A todo o momento dezenas de aparelhos celulares com “mil e uma funções” são lançados no mercado. Quanto mais se produz e se vende, menor se torna o custo de produção dessas novas tecnologias e o consumidor se vê diante da possibilidade de trocar o aparelho celular ou

computador portátil, que apesar de ainda atender perfeitamente as suas necessidades está desatualizado, por um aparelho novo com inúmeras outras funções e, tudo isso, a um preço relativamente baixo (WIDMER *et al.*, 2005).

No que diz respeito à evolução dos computadores pessoais, o processo de mudança tecnológica é ainda maior. Em três décadas, passamos dos IBM 286, 386, e 486 que dispunham de menos de 100 MHz de frequência de processamento para processadores com vários núcleos de processamento com alguns GHz de frequência cada um. Isso sem falar no desenvolvimento da interface gráfica dos sistemas operacionais em geral.

O grande resultado dessa explosão tecnológica, sobretudo na última década é que um número imenso de aparelhos tornou-se obsoleto no mundo inteiro. De repente toda essa parafernália eletrônica, que era de alta tecnologia, tornou-se lixo. Surge assim um novo problema que afeta o mundo inteiro: o que fazer com o lixo eletrônico ou “e-lixo”, como vem sendo chamado atualmente?

De forma geral, o e-lixo contém contaminantes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente como metais tóxicos e diversos outros materiais que não são biodegradáveis. A quantidade de e-lixo produzida no mundo inteiro é cada vez maior, sobretudo nos países desenvolvidos, onde o custo da tecnologia para o usuário final é comparativamente menor. No entanto, nos últimos anos, os países em desenvolvimento têm sido detentores das maiores taxas de crescimento do consumo de eletroeletrônicos (SHARPRE, 2005; DENG *et al.*, 2006).

No futuro, todos os produtos eletroeletrônicos se tornarão e-lixo, futuro este que está chegando cada vez mais rápido e, geralmente, bem antes do fim da vida útil dos equipamentos. A grande preocupação é o que fazer com esse resíduo tecnológico da vida moderna. Em média os aparelhos celulares são trocados antes de atingirem vinte por cento de sua vida útil e os computadores estão passando a ter vida útil de menos de dois anos (DENG *et al.*, 2006).

O resultado desse frenesi tecnológico é que milhares de aparelhos eletrônicos são descartados diariamente, mesmo que ainda estejam em perfeito funcionamento eles não atendem mais às “necessidades” de seus donos. Assim, esses equipamentos são considerados inservíveis, sendo geradas toneladas de lixo eletrônico no mundo inteiro e, devido à rapidez desse processo, ainda não estamos preparados para lidar com esse problema relativamente novo. Dessa forma, a avaliação desse fenômeno através de uma proposta para ensino médio, utilizando a produção de e-lixo como tema gerador do ensino de Química, torna-se extremamente relevante (PARENTE, 2007; OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010).

CAPÍTULO 1

GERAÇÃO DE E-LIXO, UM PROBLEMA INTRÍNSECO AO MODO DE VIDA DA SOCIEDADE MODERNA

1.1 BREVE LEVANTAMENTO HISTÓRICO DO LIXO

Existe uma relação estreita entre o nível de desenvolvimento de uma sociedade e os resíduos produzidos por ela. Desde os primórdios de seu desenvolvimento na Terra, o homem gera algum tipo de resíduo, assim, a geração de resíduos parece ser inerente à vida humana. A vida exige renovação, e essa renovação é responsável pelo aparecimento dos mais diversos tipos de **resíduos**¹. No caso do ser humano, historicamente, o desenvolvimento social e tecnológico vem acompanhado de um aumento na quantidade de resíduos gerados ou, no mínimo, pelo surgimento de resíduos novos. Dessa forma, não seria absurdo afirmar que o conceito de **lixo**² é o mais efêmero dos conceitos.

Na pré-história o homem já era um grande gerador de resíduos. Excrementos, restos de caça (alimentos), de moradia, de utensílios e ferramentas eram basicamente os constituintes do lixo no começo da história da humanidade. Pouca coisa mudou quanto à constituição do lixo no período em que o homem vivia basicamente do extrativismo. Com a descoberta do fogo no período paleolítico e o desenvolvimento da agricultura no neolítico, o homem começou a mudar os hábitos nômades. O fato de fixar moradia implicou em crescimento populacional e acúmulo de resíduos, no entanto, quase todo resíduo gerado era constituído de matéria orgânica e se decompunha em um período de tempo relativamente curto. Na idade dos

¹ **Resíduo**: resíduo do que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, químicos, físicos (Dicionário Aurélio, p. 1093).

² **Lixo**: 1.Tudo que não presta e se pode jogar fora. 2.Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. (Dicionário Aurélio, p. 1042).

metais, o homem passa da exploração simples para o beneficiamento de minérios, fazendo uso de metais na fabricação de utensílios e ferramentas. Com o surgimento da metalurgia, a composição do lixo muda, utensílios metálicos passam a compor o que era descartado, assim o lixo produzido pela humanidade vai se tornando cada vez menos orgânico. Quanto mais tecnologia é empregada pelo homem, menor se torna a capacidade da natureza de absorver o lixo produzido (CANTO, 2001; MACHADO; CASADEI, 2007). Cada passo tecnológico na história da humanidade pode ser evidenciado pela composição do lixo.

Na idade antiga, a organização das civilizações clássicas (Grécia, Roma, Mesopotâmia, Egito, Palestina etc.) já pressupunha maior geração de resíduos. Em 2500 a.C., os sumérios já enterravam seu lixo. O primeiro depósito de lixo que se tem notícia foi criado em Atenas, na Grécia, por volta de 500 a.C. (MACHADO; CASADEI, 2007). Com o surgimento das primeiras cidades, o acúmulo de lixo começa a se tornar um problema.

Há dois mil anos, os habitantes de Roma, a primeira metrópole européia, já jogavam o lixo e os esgotos nos rios e nos mares. Naquele tempo, os oceanos ainda conseguiam absorver e transformar esses resíduos, pois só havia no mundo 133 milhões de pessoas. Hoje somos mais de 6 bilhões. (NOVA ESCOLA, 2003, p. 1A).

Na Idade Média, que teve seu início marcado pela queda do Império Romano, houve inicialmente uma retração no comércio e no crescimento das cidades, surgindo depois os pequenos burgos medievais, onde não havia preocupação com o destino do lixo e do esgoto, que se acumulava pelas ruas. O lixo acumulado começou então contaminar a água e a provocar doenças como a Febre Tifóide e a Peste Negra, que causou mais de 25 milhões de mortes entre os anos de 1347 e 1351 (MACHADO; CASADEI, 2007). Nessa época, a precariedade do saneamento urbano e a falta de hábitos de higiene foram responsáveis pela morte de uma parcela significativa da população. Artigos como roupas, vidros e metais já faziam parte do lixo desses povos. No início da idade moderna, surgiu o pensamento renascentista, ocorreram inúmeras descobertas científicas e o homem começou a entender o

funcionamento de alguns mecanismos biológicos como a respiração e a circulação. Estas constatações inspiraram medidas de higiene nas cidades em geral e no modo de vida da população. No entanto, só com os trabalhos de Louis Pasteur no século XIX é que os microrganismos foram associados diretamente às doenças e apareceram medidas de saúde pública, visando o combate destas enfermidades (CRUZ; MARQUES, 2007).

Mesmo tendo obtido significativo desenvolvimento tecnológico com a revolução industrial, até essa época a população mundial ainda era relativamente pequena e a parcela do lixo formada por material biodegradável era muito grande de modo que a natureza acabava absorvendo a maior parte do lixo com o tempo (ver Figura 2). No entanto, a partir da Revolução Industrial, a parcela de lixo advindo das novas tecnologias começou a aumentar como a taxa de crescimento da população (BURSZTYN; PERSEGONA, 2008).

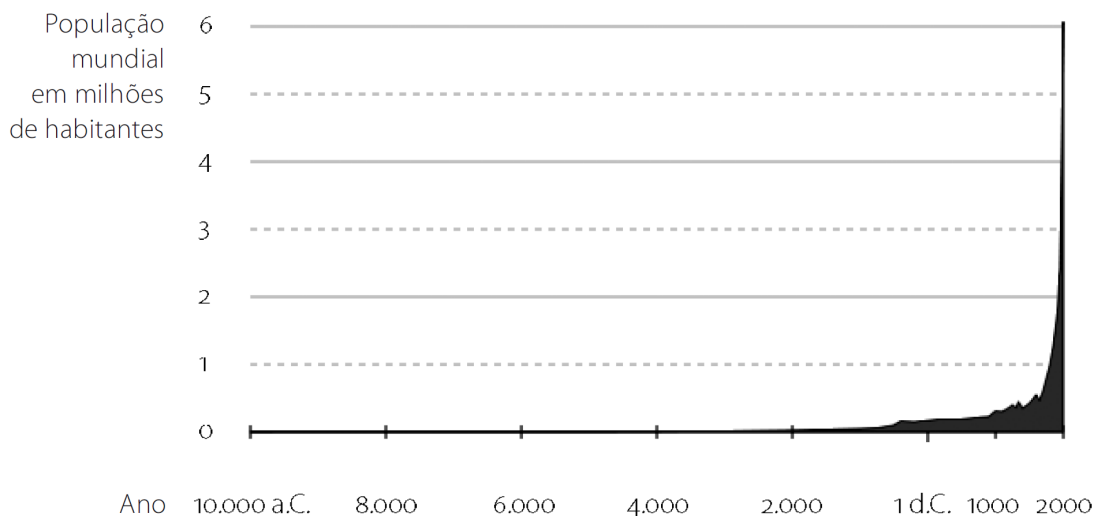


Figura 2 - histórico de crescimento da população mundial.
Fonte: (BURSZTYN E PERSEGONA, 2008, p. 14).

Com o aumento populacional houve aumento no consumo e elevação nos modos de produção. Novos materiais começaram a ser utilizados e conseqüentemente também passaram a compor o lixo. Em 1874 surgiram na cidade de Nothingan, na Inglaterra, as primeiras

incineradoras que queimavam lixo para produzir energia, surgindo assim os primeiros serviços de coleta de lixo (MACHADO; CASADEI, 2007).

No início do século XX, com o surgimento de novos materiais, principalmente os advindos da indústria petroquímica, houve um crescimento exacerbado no consumo, não parecendo haver preocupação com o impacto causado ao ambiente devido a exploração de recursos naturais, nem pela geração inevitável de resíduos. Aparentemente pensava-se apenas em consumir cada vez mais, não havendo preocupação com o impacto desses novos materiais na natureza. Aos poucos a tecnologia foi invadindo a casa dos cidadãos e os primeiros eletrodomésticos começaram a fazer parte do cotidiano das pessoas. As embalagens, antes constituídas basicamente de papel, jornais, vidros e latas, passaram a ser feitas de plástico. De repente, se desenvolveu um modo de vida baseado nos materiais plásticos e regido pelo consumo (LAYRARGUES; LOUREIRO; CASTRO, 2002).

A busca pela praticidade, pela rapidez e eficiência começou a transformar a vida das pessoas. A parcela da população que vivia no campo diminuiu absurdamente em todo o mundo. A ideia de progresso e desenvolvimento provocou uma revolução no modo de vida das pessoas ao redor do mundo. Com essa revolução tecnológica surgiram expressões como “tempo é dinheiro”.

A tecnologia empregada em prol do lucro fez surgir as linhas de montagens, o Taylorismo e Fordismo surgem como consequências desse pensamento de se produzir o máximo, no menor tempo e da forma mais barata possível (VON TUNZELMANN, 1997). Para desenvolver um mercado que absorvesse toda essa tecnologia criou-se um forte apelo para o consumo. Consumir virou sinônimo de felicidade e essa mudança alterou parâmetros culturais no mundo inteiro (LAYRARGUES; LOUREIRO; CASTRO, 2002).

A partir da década de 1950, o impacto dos eletrodomésticos no modo de vida das pessoas começou a crescer; geladeiras e televisores começaram a aparecer nos lares em todo o

mundo. A partir de então muitos valores sociais são mudados, tecnologias simples, como a da fraude descartável, surgem para facilitar a vida: “O labor feminino começa a ser substituído pelo labor mecânico” (Castro 2006, p.113). O advento dos eletrodomésticos, sobretudo na década de 1980, dá um grande impulso para a mudança do papel feminino na sociedade em todo o mundo (CASTRO, 2006). Nesta mesma década, a computação também começou a ganhar força, os primeiros microcomputadores pessoais (PCs) começam a chegar aos lares nos países desenvolvidos. Na década de 1990 uma infinidade de eletrodomésticos micro-processados, principalmente telefones celulares, passaram a fazer parte da vida das pessoas.

Quanto mais desenvolvida é uma nação, mais tecnologia está presente no lixo produzido por ela. Os resíduos produzidos por uma sociedade podem revelar o seu grau de desenvolvimento econômico e tecnológico e, em alguns casos, revela até mesmo o nível de preocupação com o impacto desses resíduos na natureza. A análise do lixo pode dar informações sobre os hábitos e o modo de vida da população. Ao longo da história da humanidade todo desenvolvimento causou modificações nos resíduos produzidos. Muitos arqueólogos, por exemplo, desvendam a organização e a cultura de sociedades que já não existem mais analisando o lixo (DUNNELL, 1999), que pode ser tão revelador a cerca dos mais diversos aspectos de quem o produz, sendo possível até dizer “Mostra-me teu lixo e te direi quem és.”

1.2 E-LIXO NO CONTEXTO MUNDIAL

Nos últimos anos, as indústrias de eletroeletrônicos de todo o mundo têm incentivado e se beneficiado do frenesi de consumo desse tipo de equipamento. Em consequência dessa política, a produção desses equipamentos teve um crescimento vertiginoso na última década. Atrelada ao consumo e produção desses bens está a geração de resíduos advindos do descarte de equipamentos antigos. Muitos equipamentos são descartados apenas por estarem

desatualizados e não atenderem mais aos “anseios” de seus usuários e não por apresentarem algum defeito ou dano que prejudique o seu funcionamento. Assim, quanto mais se produz menor se torna o ciclo de vida desses produtos.

Pode-se supor que a eliminação de equipamentos eletrônicos obsoletos é fundamentalmente impulsionada pela produção de novos. Isto implicou em crescimento global na produção de eletrônicos de 4,4% em 2002, e 6,8% em 2003 que resultou em um crescimento similar na geração de lixo eletrônico. (MACAULEY; PALMER; SHIH, 2003).

O modo de vida das pessoas passou a depender cada vez mais de equipamentos eletroeletrônicos, que passaram a ter grande importância em áreas como produção, saúde, educação, segurança e prestação de serviços em geral. Atualmente, as grandes economias mundiais dependem de equipamentos micro-processados em vários âmbitos. O setor primário depende de máquinas e equipamentos controlados e quase sua totalidade, através de chips e circuitos eletrônicos. A agricultura e a pecuária estão cada vez mais automatizadas e demandam mais investimento em tecnologia e essa dependência de tecnologias se estende para praticamente todos os setores. Na área médica, por exemplo, a tecnologia proporcionou grandes avanços no diagnóstico e cura das mais diversas enfermidades. Os equipamentos ditos *Hi-Tech* estão cada vez mais presentes nos setores de produção e isso, em geral, garante maior volume e menor custo na cadeia produtiva.

Após o advento da computação na década de 1980, o crescimento na produção desse tipo de produtos se tornou absurdamente grande. Em 1989, aproximadamente 21 milhões de PCs (*Personal Computers*) foram vendidos ao redor do mundo (NNOROM; OSIBANJO, 2008 a). Em 2004, mais de 180 milhões de PCs foram vendidos no mundo todo. Estima-se que neste ano 100 milhões de PCs se tornaram obsoletos, passando a ser considerado lixo eletrônico. Um PC pode conter até 4 g de ouro e outros materiais valiosos, que podem ser recuperados e convertidos em lucro, especialmente se o trabalho é feito em países de baixa renda, onde a mão de obra mesmo que especializada ainda é barata. No entanto, um PC, assim como a

maioria dos equipamentos eletrônicos, também contém substâncias tóxicas como chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, selênio etc. Em 2004, nos quinze países constituintes da União Européia gerava-se entre 4 e 20 kg de lixo eletrônico por habitante a cada ano (HILTY, 2005).

Em se tratando da contribuição no lixo eletrônico mundial, os PCs perdem apenas para os CRTs (*Cathode Ray Tubes*), presentes em aparelhos de TV e computadores. Alguns CRTs chegam a conter 8% do seu peso composto por chumbo, cerca de 2 a 4 kg. Em 1986, os CRTs já eram responsáveis por 27% dos descartes de chumbo no lixo sólido municipal nos Estados Unidos, nessa época já se previa que no ano de 2000, os CRTs contribuiriam com 30% do chumbo descartado, o que representa 98,7% do chumbo proveniente de produtos eletrônicos, perdendo apenas para as baterias de chumbo-ácido (MUSSON *et al.*, 2000). Em 1996 existiam mais de 300 milhões de CRTs s (TVs e monitores) na América do Norte e no mesmo ano, 42 milhões de novos CRTs foram vendidos e 79 milhões de computadores se tornaram obsoletos (MUSSON *et al.*, 2000). O crescimento exponencial do número de CRTs e computadores vendidos pode ser explicado pelo decréscimo no preço, devido ao advento da internet na década de 1990 e ao rápido crescimento da taxa de processamento em computadores pessoais. Em 2001 já existiam mais de 300 milhões de usuários da internet no mundo, em 2003 esse número passou para 500 milhões de usuários (NNOROM; OSIBANJO, 2008 b).

Com o passar do tempo, o ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos, principalmente os computadores, tem ficado cada vez mais curto. Em 1994 aproximadamente 20 milhões de PCs ficaram obsoletos, cerca de 7 milhões de toneladas. Em 2004 este número aumentou para mais de 100 milhões de PCs. No período de 1994 a 2003, 500 milhões de PCs, contendo aproximadamente 2.872.000 de toneladas de plástico, 718.000 de toneladas de chumbo, 1363 toneladas de cádmio e 287 toneladas de mercúrio, se tornaram e-lixo. A vida útil de uma CPU era em média de 4 a 6 anos em 1997 e em 2005 essa média foi reduzida para

apenas 2 anos (PUCKETT *et al.*, 2002; WIDMER *et al.*, 2005). A partir da década de 1990 surgiu uma infinidade de equipamentos eletrônicos, cada vez menores e mais modernos. Estima-se que em 2005 aproximadamente 130 milhões de telefones celulares foram descartados. Quantidades similares de e-lixo foram geradas a partir de todos os tipos de equipamentos eletrônicos portáteis como PDAS (*Personal Digital Assistants*), MP3 Players e similares (WIDMER *et al.*, 2005).

A miniaturização dos equipamentos em geral vem acompanhada de um crescimento na quantidade produzida, em 1990 o peso médio de telefone celular era de 350 g, essa média passou para 80 g em 2005, o que corresponde a uma redução de 4,4 vezes no tamanho. Essa redução de tamanho foi acompanhada por um aumento do número de usuários, que por sua vez levou a uma elevação no fluxo de massa total por um fator de 8,0 vezes (HILTY, 2005). No entanto, a IBM estima que até 2015, cerca de 1 bilhão de pessoas estarão usando mais de um trilhão de objetos em rede ao redor do mundo. O que significa que haverá em média 1000 desses equipamentos ditos “*smarts*” por pessoa nos países ricos. Nesse caso, a miniaturização seria tão grande que a quantidade de massa de e-lixo por pessoa seria parecida com as taxas atuais, não havendo um aumento significativo (HILTY, 2005).

Não demorou muitos anos para que os primeiros equipamentos eletroeletrônicos se tornassem obsoletos, na década de 1980 o problema já era grave. Em pouco tempo o lixo eletrônico ou WEEE (*Waste from Electrical and Electronic Equipment*) começou a se tornar um problema, principalmente para os países detentores de maior quantidade de tecnologia. Os países desenvolvidos como Estados Unidos e Japão, onde a industrialização e a produção de alta tecnologia ocorreram antes que em países em desenvolvimento como a China e Índia, tiveram que enfrentar o problema primeiro. Em consequência disso, surge um fluxo de resíduos eletrônicos de países desenvolvidos para países em desenvolvimento como a China e a Índia (WONG *et al.*, 2007; SHINKUMA; NGUYEN, 2009).

Nesse contexto, a produção desenfreada de equipamentos eletroeletrônicos mundialmente chamados de EEE (*Electrical and Electronic Equipment*) já provoca consequências no cenário mundial. De 50 a 80% do e-lixo coletado para reciclagem em países industrializados acabam em centros de reciclagem na China, Índia, Paquistão, Vietnã e Filipinas como pode ser visto na Figura 4. (WONG *et al.*, 2007).



Figura 3 - Mapa do fluxo mundial de lixo eletrônico.
Fonte:(BAKER *et al.*, 2004).

Sobre isso cabem alguns questionamentos como: países menos desenvolvidos têm capacidade para reprocessar estes materiais? Estaria o e-lixo sendo enviado como equipamento usável para estes países?

A essa altura os resíduos advindos de toda essa tecnologia já causam problemas sérios. No início da década de 1990 já havia no mundo esse fluxo de resíduos eletrônicos de países

desenvolvidos para países subdesenvolvidos, sobretudo para países Asiáticos (LEPAWSKY; MCNABB, 2010). O Problema é tão sério que motivou a convenção de Basiléia (*Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal*) realizada em 1988, na cidade de Basiléia na Suíça, sob o auspício da União Européia, a fim de regulamentar o fluxo mundial de resíduos advindos da tecnologia (ROBINSON, 2009). Surgiram também do Parlamento Europeu as diretivas RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) 2002/95/EC, que restringem o uso de substâncias nocivas (chumbo, mercúrio, cádmio etc.) em equipamentos eletrônicos e a diretiva WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*) 2002/96/EC, em janeiro de 2003 sobre o descarte de equipamentos, lixo eletrônico, e-lixo, criada para incentivar a reutilização e a reciclagem de WEEE “Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos”. Essas diretivas são administradas de forma individual pelos membros da União Europeia (SHINKUMA; HUONG, 2009).

Todas essas iniciativas para regulamentar a produção e o fluxo do lixo produzido no mundo são válidas, mas muito ainda precisa ser feito. Os Estados Unidos, por exemplo, é um dos maiores produtores mundiais de resíduos eletrônicos e, no entanto, tem ficado de fora de acordos como a Convenção da Basiléia (KAHHAT *et al.*, 2008; SAPHORES *et al.*, 2009). Atualmente, a produção de equipamentos eletro-eletrônicos está batendo recordes em todo o mundo. Os computadores pessoais estão entre os equipamentos mais produzidos e consequentemente, têm o maior potencial para se tornar e-lixo mais rapidamente.

Outro ponto a ser considerado é o fato de que a produção intensa dos EEE demanda grandes quantidades de recursos naturais específicos, principalmente recursos minerais cuja abundância é baixa. Assim, o suprimento de minerais raros pode se tornar no futuro um fator limitante na produção de eletrônicos. O tântalo, por exemplo, é extraído por apenas duas empresas na República Democrática do Congo e na Austrália (HILTY, 2005). Mesmo assim,

um estudo realizado pela Comissão Europeia a respeito do impacto ambiental futuro causado pelas tecnologias de comunicação e informação, revelou que a produção de EEE dos 15 países da União Europeia pode quadruplicar até o ano de 2020 (HILTY, 2005). Uma situação parecida pode ser observada com o lítio, que tem sua abundância restrita e é apontado como combustível do futuro (CARELLI, 2009). Segundo Edson Ticianelli, diretor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, ainda não há outras substâncias com o mesmo desempenho que as contendo íons lítio no armazenamento de energia (CARELLI, 2009). Metade das reservas mundiais de lítio está na Bolívia e a pouca abundância desse metal pode ser o fator limitante nas novas tecnologias, 90% dos laptops modernos e 60% dos celulares utilizam esse metal em suas baterias. A corrida pelo carro elétrico, por exemplo, pode ser ameaçada pela baixa oferta desse material (KUMMETZ, 2009). Sem contar o caso do lítio e do tântalo sempre vão existir outros cenários onde os recursos naturais e a questão ambiental esbarram no avanço tecnológico, sem falar nos possíveis impactos no meio ambiente ainda não pensados pelo homem, por não fazerem parte do contexto atual.

A maioria dos equipamentos eletroeletrônicos contém grandes quantidades de componentes metálicos e plásticos dos mais diversos tipos. Um telefone celular pode conter substâncias compostas por cerca de 40 átomos de distintos elementos da Tabela Periódica, incluído desde metais mais comuns como cobre, estanho e chumbo até metais preciosos como prata e ouro. Os metais representam cerca de 23% do peso de um celular (UNEP, 2009). A fabricação de cada aparelho contribui para o consumo uma pequena quantidade de recursos naturais. Considerando que cerca de 1,2 bilhões de aparelhos celulares foram vendidos no mundo em 2007, por exemplo (ver Fig. 4), a soma dos computadores e telefone celulares vendidos consumiu uma boa percentagem da oferta mundial das minas de Au, Ag, Pd e de Co (UNEP, 2009).

a) Telefones Celulares:	b) PC & Laptops:	Produção de minério:	Consumo a+b:
1200 Milhões de Unidades	255 milhões de Unidades		
x 250 mg Ag \approx 300 t Ag	x 1000 mg Ag \approx 255 t Ag	Ag: 20.000 t/ano ►	3%
x 24 mg Au \approx 29 t Au	x 220 mg Au \approx 56 t Au	Au: 2.500 t/ano ►	3%
x 9 mg Pd \approx 11 t Pd	x 80 mg Pd \approx 20 t Pd	Ag: 230 t/ano ►	13%
x 9 g Cu \approx 11.000 t Cu	x 500 g Cu \approx 128.000 t Cu	Ag: 16 M t/ano ►	1%
1200 M x 20 g/bateria* x 3,8 g	100 M <u>baterias de Laptops</u> * x		
Co \approx 4500 t Co	65 g Co \approx 6500 t Co	Co: 60,000 t/ano ►	15%
*Ion –Lítio	*Ion-Lítio é usada em 90% dos laptops modernos		

Figura 4 - Impacto dos computadores e celulares na demanda de metais baseado nas vendas de 2007 (Adaptado do Relatório UNEP, 2009, p. 08).

A produção e venda de EEE nos países em desenvolvimento está em ascensão e o mercado para esse tipo de produto tem enorme potencial de expansão quando comparado com países desenvolvidos como Japão e EUA, onde o acesso da população a tecnologia é bem mais amplo. Nos países desenvolvidos, mesmo a população de menor poder aquisitivo tem acesso a EEE devido ao baixo preço da tecnologia em comparação com outros bens de consumo. O gráfico abaixo, elaborado por Widmer e colaboradores (2005, p. 441), mostra uma visão da expansão do mercado de microcomputadores e o crescimento do lixo gerado a partir deles.

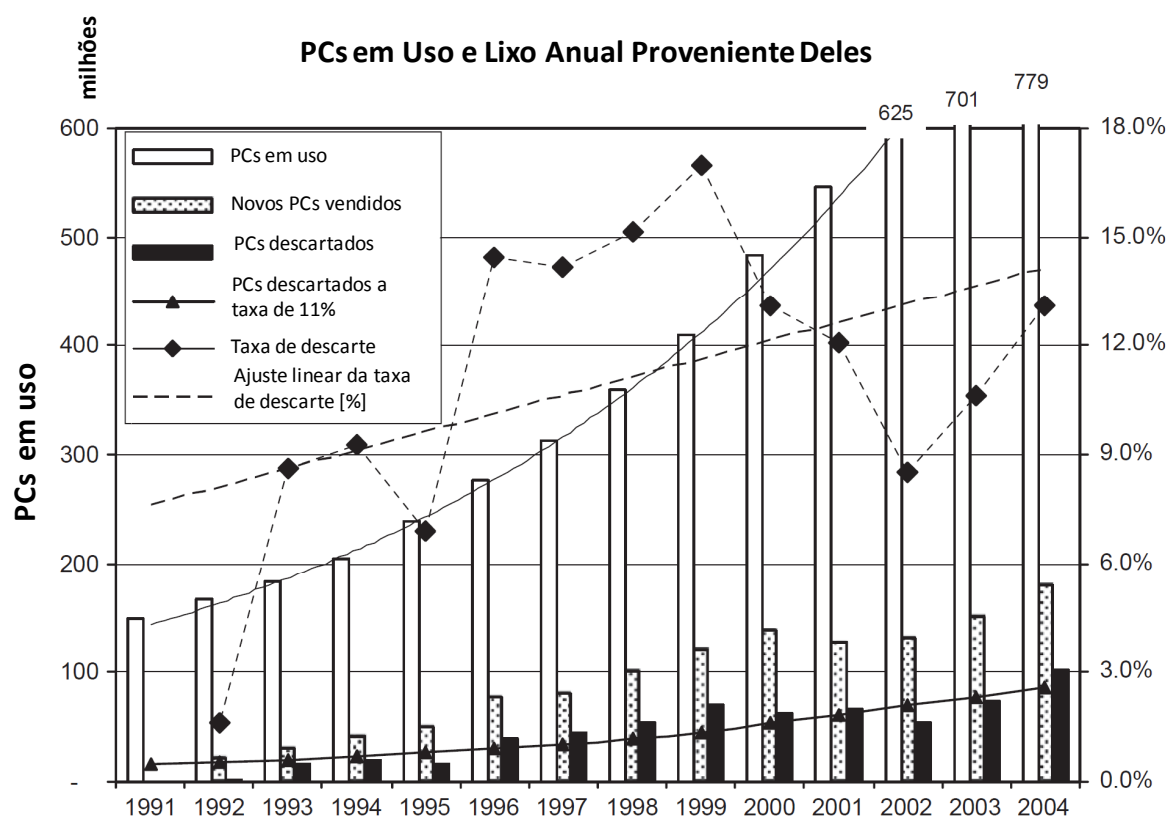


Figura 5 - Computadores pessoais em uso no mundo até 2004 e o lixo eletrônico proveniente deles. (Adaptado de (WIDMER *et al.*, 2005).

O crescimento do mercado de PCs é percentualmente maior em países menos desenvolvidos, o que mostra que o problema do lixo eletrônico no mundo está apenas começando. Países como Zimbábue, China, Sri Lanka e Índia apresentam um crescimento maior que países como EUA, Suécia, Suíça e Dinamarca, em que o número de PCs por habitante já é muito grande. O Zimbábue, por exemplo, apresentou um crescimento de quase 3000% nesse mercado entre 1993 e 2000 (WIDMER *et al.*, 2005).

A quantidade de equipamentos eletroeletrônicos colocados à venda em países desenvolvidos tem aumentado vertiginosamente. Um relatório elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2009 revela o quanto esse mercado tem se expandido. O crescimento das vendas de EEE provoca logo em seguida um aumento na produção de WEEE (ver Figuras 6 e 7).

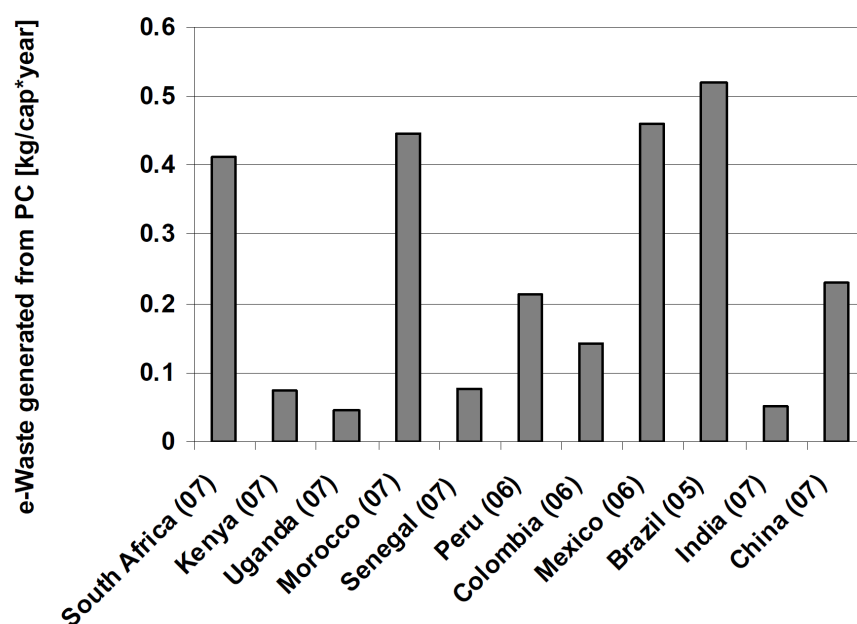


Figura 6 - Quantidade de e-lixo gerado a partir de computadores em Kg/cap* ano em 2007.
(Fonte: Relatório ONU-UNEP, 2009, p. 45)

Esse cenário de expansão extrema da produção de equipamentos eletrônicos no mundo inteiro já foi motivo de debates e conferências mundiais, sendo alvo da legislação de muitos países e também internacional.

O problema se tornou tão grave que fez com que as decisões tomadas na Convenção da Basileia 1988, principalmente quanto ao acordo regulamentando o fluxo internacional de WEEE, entrassem em vigor em 1992. Com o passar dos anos mais países aderiram às decisões tomadas na convenção.

Em 2004 começou uma iniciativa liderada pela ONU em uma conferência em Berlim para construir uma plataforma internacional para a troca e desenvolvimento de conhecimento sobre a destinação de WEEE, “*Electronic Goes Green*”, a fim de coordenar esforços em diversos países. Uma organização não governamental nos Estados Unidos criou uma plataforma online, a BAN (*Basel Action Network*), para tratar assuntos ligados a WEEE, incluindo legislação internacional sobre o assunto e resultados de investigações realizadas, objetivando a promoção de soluções internacionais para a gestão de resíduos perigosos. Em

2002 foi fundado o NEPSI (*National Electronics Product Stewardship Initiative*) que promove diálogo entre os vários interessados no desenvolvimento de um sistema nacional de gestão de WEEE nos Estados Unidos. O NEPSI dialoga com representantes dos fabricantes de produtos eletrônicos, varejistas, governos estaduais e municipais a respeito de reciclagem e meio ambiente, e outros. Também em 2002 surgiu a ERP (*European Recycling Platform*) Plataforma Europeia de Reciclagem instituído pelas empresas Hewlett Packard, Sony, Braun e Electrolux para ajudar os fabricantes a cumprir as diretivas de União Européia sobre WEEE, destinando-se a avaliar, planejar e operar uma plataforma pan-europeia de serviços de gestão e reciclagem de resíduos (WIDMER *et al.*, 2005).

Todas essas iniciativas surgiram diante da necessidade de resolver ou aliviar as consequências e os problemas advindos dos resíduos eletrônicos. O lixo eletrônico, assim como todos os benefícios da tecnologia, não afeta apenas um ou alguns países, afeta todo o planeta. Portanto, a responsabilidade deve ser compartilhada por todos e nesse sentido ainda há muito a ser feito no cenário mundial.

1.3 LIXO ELETRÔNICO NO BRASIL

O Brasil, assim como a grande maioria dos países em desenvolvimento, tem experimentado uma grande expansão na indústria de eletrônicos. Esse crescimento da indústria tem sido impulsionado pelo aumento do consumo. Os brasileiros estão ficando cada vez mais dependentes do uso de equipamentos que há poucos anos nem existiam ou, se existiam, faziam parte do cotidiano apenas da classe média alta. Com o aumento da produção e a redução do preço de eletroeletrônicos em geral, a vida do brasileiro tem sido invadida por *smart phones*, *palmtops*, *netbooks*, *GPSs*, *smart boards*, e *MP3 players*. A era digital já chegou ao Brasil com força total. Salas de aula, cursinhos, cinemas, lanchonetes, em todos os

lugares há alguém portando um telefone celular, um MP3 *player* ou algum tipo de equipamento eletrônico. O impacto de toda essa tecnologia no modo de vida e na cultura brasileira é tremendo. Isso é demonstrado, por exemplo, pela aceitação que as redes sociais da Internet tiveram no Brasil, o fenômeno Orkut, por exemplo, foi criado visando usuários dos EUA e já tem a maior parte de seus usuários composta por brasileiros e indianos que juntos representam 87% dos usuários (ALEXIA, 2010).

Assim como aconteceu com o Orkut, site de relacionamentos sociais mantido pela empresa Google, as demais redes sociais estão ganhando cada vez mais espaço na vida dos brasileiros, principalmente dos jovens. Palavras como *Facebook*, *Orkut*, *Myspace*, *Twitter* já fazem parte do vocabulário e do cotidiano da maioria dos brasileiros, os adolescentes da era digital não tem mais diários, tem *blogs*. O crescimento da popularidade de sites de relacionamento e outras ferramentas da internet como sites de busca e lojas online reflete o crescimento do número de computadores e eletroeletrônicos que estão sendo fabricados e vendidos, sobre tudo em países em desenvolvimento como o Brasil. Junto com o crescimento da indústria de eletroeletrônicos nos países emergentes cresce também a cota de lixo eletrônico gerado a cada dia. Grandes empresas, *Lan Houses*, órgãos governamentais e universidades públicas e particulares são os que mais contribuem para a geração de lixo eletrônico, sobretudo advindo de equipamentos de informática. Ainda assim, o crescimento das economias emergentes aumentou e muito o consumo doméstico de EEE, no Brasil, por exemplo. A estabilidade da economia e a consolidação de uma classe média cada vez mais forte foram fatores determinantes na geração sem precedentes de e-lixo. Só no Brasil 96,8 toneladas métricas de PCs se tornam lixo todo ano; na China esse valor chega as 300 mil toneladas por ano. Apesar de parecer que os números da China são piores, quando consideramos a quantidade de e-lixo por habitante o Brasil está na frente 0,5 kg por ano, enquanto a China descarta 0,23 kg e a Índia 0,1 kg (UNEP, 2009).

O Brasil está se tornando um dos maiores produtores de e-lixo dentre os países em desenvolvimento. Se considerarmos apenas o e-lixo proveniente de PCs, o Brasil já ocupa o primeiro lugar na produção por habitante (ver Figura 6). Somos o quarto maior produtor de e-lixo proveniente de telefones celulares e o terceiro quando se trata de TVs (ver Figura7).

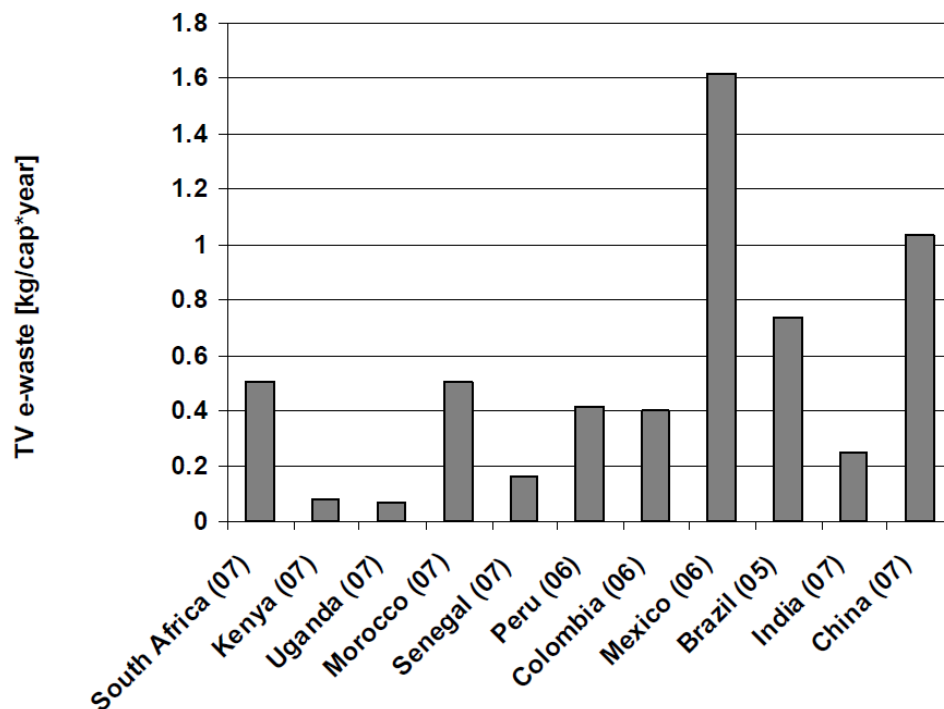


Figura 7 - Quantidade de e-lixo gerado a partir de telefones celulares em Kg/cap* ano em 2007. (Fonte: Relatório UNEP, 2009, p. 48).

Esses números revelam o tamanho do problema que o Brasil deve enfrentar nas próximas décadas. Já existem algumas iniciativas para tentar conter o avanço desenfreado da produção de lixo eletrônico no país. A Universidade de São Paulo (USP), por exemplo, foi pioneira, criando um centro de reciclagem de equipamentos eletrônicos em 2007 e no começo de 2010, abriu para o público um centro de descarte e reuso de resíduos de informática, o primeiro em uma instituição de ensino superior. O objetivo principal é receber o lixo

eletrônico da própria universidade, mas já se pensa em receber também o lixo proveniente da comunidade (SÃO PAULO, 2010)

A legislação de alguns estados brasileiros já começa a tratar a questão do lixo eletrônico. Na tentativa de sanar o problema, o Governo Federal está criando uma rede nacional de reciclagem de computadores. Em 2009, o governador de São Paulo sancionou a Lei 13.576/09, que torna os fabricantes de eletrônicos oficialmente responsáveis pela reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo proveniente de seus produtos. Pela Lei, os fabricantes ficam agora obrigados a informar na embalagem a presença de metais e substâncias tóxicas, o endereço e telefone dos locais de coleta de lixo eletrônico (SÃO PAULO, 2009).

Nessa mesma linha, surgiu também um estudo para a gestão de Resíduos Eletrônicos para América Latina e Caribe (RELAC). Elaborado pela plataforma RELAC, reunindo instrumentos legais vigentes na Caribe e na América Latina e servindo de guia para legisladores futuros (GARCÉS; SILVA, 2010). No Brasil, o Governo Federal trabalha a implantação de uma rede nacional de recondicionamento e reciclagem de computadores e seus derivados por meio do programa Governo Eletrônico. Atualmente, o Brasil conta com três centros de reciclagem de lixo tecnológico, um em Porto Alegre, inaugurado em abril de 2006, outro no Gama, Distrito Federal e o terceiro em Guarulhos, São Paulo (BRASIL, 2007).

CAPÍTULO 2

2. EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E E-LIXO

2.1 -ACESSO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA ÀS NOVAS TECNOLOGIAS

O fato de uma tecnologia não atender mais as necessidades do seu primeiro dono, não significa que necessariamente ela tenha se tornado e-lixo. Uma das soluções para a redução da produção de e-lixo é o aumento da vida útil a partir do remanejamento dessa tecnologia para outros setores, em que ela não seja obsoleta. Por mais antigo que um computador seja, ele não será desatualizado para alguém que nunca teve contato com esses equipamentos. Atualmente, a percentagem da população brasileira que tem acesso a novas tecnologias é relativamente baixa. Mais da metade da população do país nunca utilizou um computador. Segundo dados da pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil, publicado em 2008 pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (Cetic.br) do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br), pouco mais de 11% dos domicílios da região nordeste do país possuem computador. Menos de 30% da população do país tem acesso a algumas tecnologias de informação e comunicação (TIC), como computador, por exemplo, (CGIBR, 2009). Na zona rural o acesso é ainda mais restrito (ver Figura 8). O acesso dos brasileiros a computadores é muito baixo e quando consideramos que boa parte das potencialidades de um computador estão ligadas ao acesso à internet, nos deparamos com o fato de que o número de brasileiros que têm internet em casa é ainda menor (ver Figura 9).

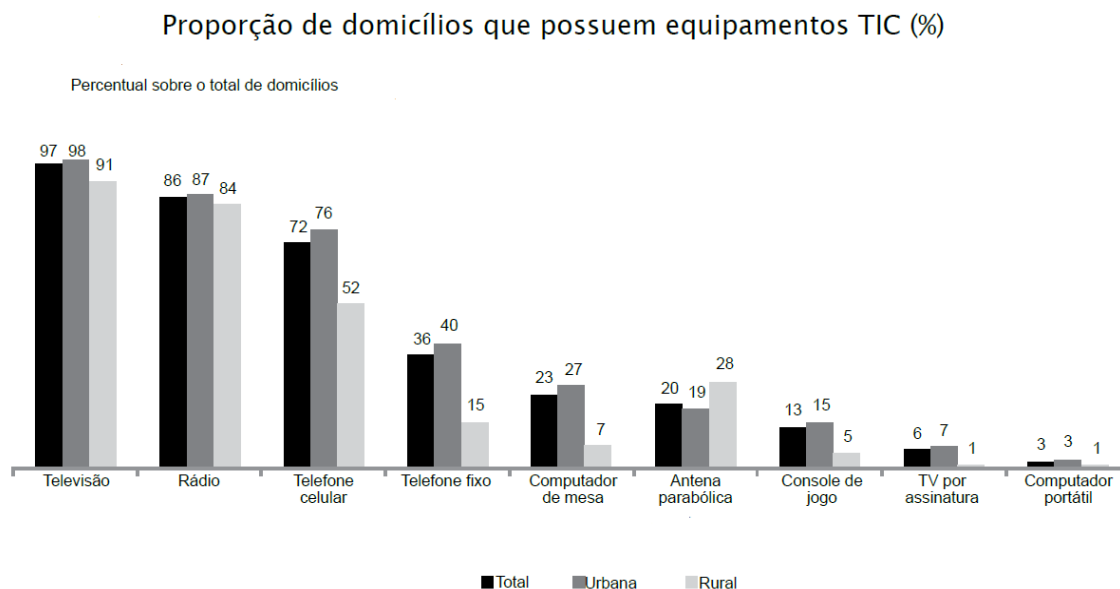


Figura 8 - Adaptado de: Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil 2008, publicada pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (Cetic.br)

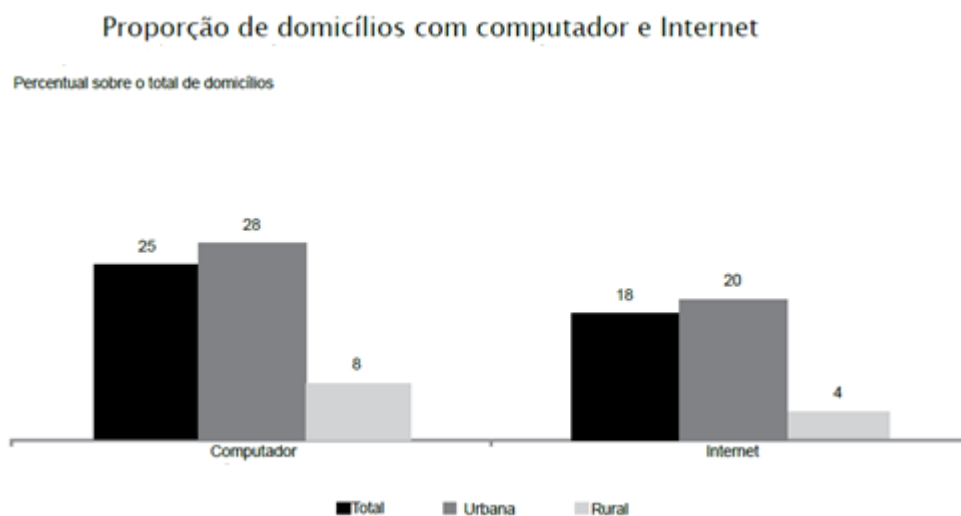


Figura 9 - Adaptado de: Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil 2008, publicada pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (Cetic.br)

Atualmente no Brasil não é difícil encontrar computadores com cerca de cinco a dez anos de uso que foram descartados, sobre tudo, em grandes centros empresariais e universidades, lugares em que a quantidade desses equipamentos por pessoa é relativamente grande e em que o uso de tecnologia obsoleta geralmente representa perda de tempo e

dinheiro, principalmente se for considerado que o preço de um equipamento novo é relativamente baixo comparado aos benefícios.

Nesse contexto, o remanejamento de tecnologias para áreas onde elas não sejam consideradas obsoletas parece ser uma importante alternativa para aumentar a vida útil, não só das tecnologias de informação e comunicação, mas de todo e qualquer tipo de tecnologia (NORRIS, 2001).

Otimistas acreditam que Cyber-Info-Tech tornou-se um mecanismo vital para o crescimento da economia mundial, permitindo que muitas empresas empreendedoras e comunidades respondam aos desafios econômicos e sociais, com maior eficiência. Nas aldeias pobres e comunidades isoladas, um computador bem colocado, como um bem de uso comum ou uma bomba de irrigação, pode se tornar uma outra ferramenta de desenvolvimento, fornecendo informações essenciais sobre os avisos de tempestade e os preços das culturas dos agricultores, ou de serviços médicos e registros de terra legal para os moradores. (NORRIS, 2001, p. 40–41).

Nessa mesma linha, o processo de reaproveitamento e reuso de tecnologias consideradas obsoletas é a principal arma para garantir o aumento da vida útil desses equipamentos. Para alguém que nunca teve contato com um computador por mais obsoleto que seja, qualquer PC será de última tecnologia a seus olhos. Inúmeros computadores e equipamentos eletrônicos se tornam lixo mesmo em perfeito funcionamento apenas porque estão tecnologicamente ultrapassados, quando poderiam ser utilizados para a inclusão digital da população de baixa renda.

Existem no Brasil algumas iniciativas, sobretudo ONGs que procuram redirecionar equipamentos velhos para novos donos. Diante dos inúmeros aspectos negativos da geração de e-lixo e do potencial brasileiro como gerador desse lixo apontados no relatório da ONU sobre resíduos eletrônicos, em 2008, o Governo Federal Brasileiro criou o programa Governo Digital, que trabalha a criação de uma rede nacional de reciclagem de computadores, visando consertar e redirecionar computadores e equipamentos de informática para escolas e

comunidades carentes. Apesar de a iniciativa ser muito boa, por enquanto, só existem três Centros de Reciclagem de Computadores (CRC) no Brasil (BRASIL, 2007).

Considerando o tamanho do território e as desigualdades sociais presentes no Brasil, muito ainda pode ser feito em se tratando de redirecionamento de tecnologias obsoletas para reutilização. Também é necessário investimento em tecnologias de reciclagem, afinal nenhum equipamento pode ser reutilizado infinitamente. Hoje em dia, apesar do crescimento do setor, existem poucas empresas de reciclagem especializadas nesse ramo.

Algumas empresas de logística reversa fazem a desconstrução e separação das peças e componentes de produtos eletroeletrônicos, mas ainda não existe no Brasil tecnologia para fazer o processamento de todos esses componentes, boa parte desses resíduos são enviados para reciclagem final em países como a Bélgica, que dispõe de tecnologia especializada na reciclagem desse tipo de material (REIS, 2009).

2.2 - E-LIXO MEIO AMBIENTE E SAÚDE

O lixo eletrônico pode ser uma ameaça ao meio ambiente e saúde humana em função da gestão e processamento inadequados. Em alguns países onde a reciclagem desse material é feita de forma “artesanal” (ver Figura 10), metais tóxicos são liberados para o ambiente constantemente devido à queima desses resíduos. Em Guiyu, na China, por exemplo, onde existem muitas famílias que subsistem da reciclagem artesanal de e-lixo, esse processo está provocando elevação de níveis de metais tóxicos como cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), e chumbo (Pb) na placenta das mulheres grávidas (GUO *et al.*, 2010).

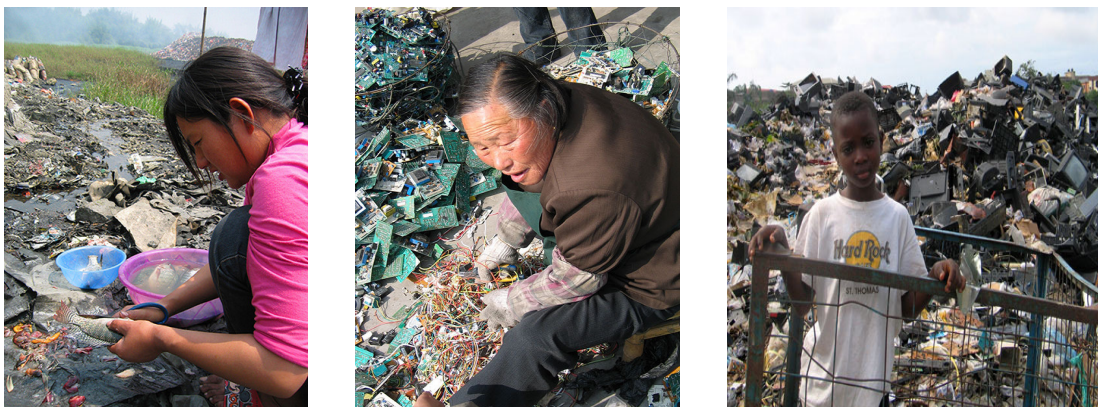


Figura 10 - China, April 2004.
Fonte: Basel Action Network (BAN)

O contato com as substâncias tóxicas presentes no e-lixo pode provocar inúmeros problemas. O chumbo, por exemplo, causa danos ao sistema nervoso e sanguíneo; o mercúrio além de causar danos cerebrais compromete o sistema epático; o cádmio causa envenenamento, danos aos ossos, rins, pulmões e também afeta o sistema nervoso; o berílio causa câncer de pulmão; o arsênio causa doenças na pele, problemas no sistema nervoso central e diversos tipos de câncer (FAVERA, 2008).

Além de todos os problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos eletrônicos e dos graves danos a saúde humana, a indústria de eletroeletrônicos também consome inúmeros recursos naturais, principalmente de fontes não renováveis como os combustíveis fósseis. O processo de fabricação de um computador, por exemplo, consome cerca de 240 kg de combustível, 22 kg de produtos químicos e 1,5 t de água (Relatório da ONU, 2009).

2.3 -EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EXPERIMENTAÇÃO NO ÂMBITO DO E-LIXO

Devido ao impacto cada dia maior que as alterações ambientais têm sobre o planeta, o tema Educação Ambiental (EA) vem ganhando mais espaço e popularidade nas instituições de ensino. Está ficando cada vez mais claro que inúmeras catástrofes, furacões, maremotos, desaparecimentos de espécies animais e vegetais, mudança no regime de chuvas de várias regiões do mundo e inúmeros outros problemas têm como causa direta a poluição, o desmatamento e o desrespeito para com o ambiente. Nesse cenário, a Educação Ambiental vem sendo apontada como a grande esperança na reversão desse quadro. No entanto, a compreensão do que vem a ser Educação Ambiental ainda é pouco clara, até mesmo na visão de professores (MACHADO *et al.*, 2007). EA pode ser considerado um tema polissêmico e, portanto, neste trabalho resolvemos assumir a EA como:

[...] o reconhecimento de valores e classificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para a melhor qualidade de vida (UNESCO, 1977, p.10).

A mudança de atitude de cada cidadão quanto ao problema ambiental faz parte da solução. Quando se trata de mudar hábitos de uma sociedade, o papel da escola torna-se importantíssimo. Aparentemente, a educação ambiental encontra-se inserida nos currículos de escolas do mundo inteiro, no entanto, segundo Tavares (2004), grande parte dos professores se resume à abordagem superficial de temas relacionados ao meio ambiente e quando inserem aspectos ambientais é comum a prática de dar exemplos sem relacioná-los aos conteúdos formais abordados na escola. Para Leal e Marques (2008) são poucos os casos em que se percebe uma preocupação real com a formação de um cidadão consciente e atuante, capaz de mudar os quadros de destruição já estabelecidos. São poucos os professores que percebem a

importância social de incluir em suas aulas temas como consumo consciente, gestão de resíduos, desenvolvimento sustentável e demais práticas voltadas para a preservação do meio ambiente. Se tivessem cientes dessa importância perceberiam que tais abordagens além de contextualizar conteúdos, por vezes difíceis de serem compreendidos, iriam promover significado a determinados conhecimentos.

Muitas vezes os professores, principalmente os de Ciências, levantam a bandeira da ecologia em suas aulas teóricas, mas na hora de adotar atitudes simples que poderiam contribuir de forma positiva para o meio ambiente, eles acabam dando um contraexemplo. É o caso de um professor de Química que ao escolher um experimento para ser abordado em sala, não se preocupa com a disposição dos resíduos gerados ou de um professor de Física que compra componentes eletrônicos novos para fazer demonstrações em sala, sem ao menos considerar a possibilidade de utilizar aqueles provenientes de equipamentos quebrados. Há que se considerar que a maioria dos docentes que atuam hoje em dia não teve em seus cursos de formação abordagens ambientais, mas para o exercício dessa profissão é necessário atualizações constantes, para que a escola possa desempenhar plenamente seu papel na sociedade. Nas Universidades brasileiras, muitos cursos de Licenciatura em Química tiveram seus currículos concebidos como meros apêndices aos currículos de Bacharelado (MACHADO; MÓL, 2008). Isso leva a pouquíssima quantidade de conteúdos que possibilitem que o futuro docente adquira uma visão da Química como área de prevenção e intervenção no meio ambiente (LEAL; MARQUES, 2008).

As possibilidades de se demonstrar para os alunos atitudes ecológicas e trazer para a sala de aula exemplos cotidianos relacionados às disciplinas e ligados a educação ambiental são infinitas, sobretudo através do uso de experimento em sala de aula. A experimentação no ensino de química é essencial para a formação dos alunos, no entanto, um experimento jamais deve ser encarado como mera ilustração ou demonstração de uma fórmula ou teoria. É preciso

que o aluno entenda que, na maioria das vezes, o fenômeno precede a teoria, que a natureza não está sujeita às leis e fórmulas desenvolvidas pelas teorias científicas. É necessária a compreensão de que a ciência não é tão exata, de que as teorias e fórmulas são meras tentativas de explicar fenômenos e, por isso, são incompletas, efêmeras e estarão vigentes até que outra teoria explique de forma mais completa o mesmo fenômeno. A experimentação no ensino é essencial para essa percepção e formação do docente, que tem o papel de conduzir o aluno na formação de uma consciência ecológica (SILVA; MACHADO, 2008).

[...] a aula experimental pode ser considerada uma estratégia pedagógica dinâmica, que tem a função de gerar problematizações, discussões, questionamentos e buscas de respostas e explicações para os fenômenos observados, possibilitando a evolução do aspecto fenomenológico (macroscópico) observado para o teórico (microscópico), e chegando, por consequência, ao representacional. [...] os aspectos socioambientais não foram objeto de consideração na análise da importância da experimentação no ensino, visto que essas questões passaram a ser foco de preocupação mais recentemente. Nesta perspectiva, as questões socioambientais passam a ter um papel crucial, na medida em que propiciam a percepção individual motivadora para uma consciência coletiva, que pode resultar em mudanças de atitudes em relação ao conceito de meio ambiente. (SILVA; MACHADO, 2008, p.235).

Considerando a visão desses autores, a abordagem do tema lixo eletrônico poderá contribuir para formar pessoas mais conscientes e atuantes. A tomada de consciência sobre problemas inerentes ao consumo excessivo de tecnologia pode reverter quadros difíceis, visto que as pessoas criam cada vez mais necessidades materiais. As salas de aulas do mundo inteiro estão cheias de equipamentos eletrônicos, em geral de posse dos alunos, como exemplos temos: *PDA*s (*Personal Digital Assistants*), *paggers*, *MP3 players* e mais uma infinidade de recursos tecnológicos que passaram a fazer parte da vida do cidadão moderno nas últimas décadas. Diante desse quadro, é muito importante que o professor aprenda a utilizar toda essa tecnologia em prol da educação e, nesse sentido, é ainda mais importante que a escola atue junto aos alunos sensibilizando-os quanto aos vários tipos de resíduos que são gerados na própria instituição e estabelecendo programas de gestão dos mesmos. Assim

sendo, a minimização dos materiais usados na escola bem como o reaproveitamento de resíduos, como os eletrônicos, na experimentação em sala de aula pode ser bastante proveitosa no processo de educação.

Não se pode desconsiderar que a geração de resíduos nas escolas é um problema em potencial (MACHADO; MÓL, 2008), portanto, a abordagem sobre a utilização de e-lixo se torna exemplo prático da aplicação de conceitos ambientais e de Química Verde como, por exemplo, a teoria dos 4Rs (Reduzir, Reusar, Reciclar e Recuperar). É necessário que os alunos compreendam a importância que a gestão de resíduos tem para a sociedade, principalmente quando se consideram os avanços tecnológicos e o e-lixo. Nas palavras de Machado e Mól:

A gestão de resíduos [...] favorece a percepção da Química como uma ciência que tem papel fundamental no compromisso ético com a vida. O fazer consciente dessa gestão é também uma ação de Educação Ambiental, uma vez que favorece a obtenção de conhecimento, o desenvolvimento de percepção crítica e a mudança de atitude dos indivíduos. (MACHADO; MÓL, 2008, p.41).

Os resíduos de equipamentos eletrônicos ou e-lixo tem potencial para ser o tema gerador de inúmeros conteúdos nas mais diversas disciplinas, principalmente em se tratando de Química, Física e Biologia. Os produtos eletroeletrônicos são compostos por uma infinidade de plásticos, polímeros, metais e resinas que podem ser tema de uma aula Química. Os métodos de reciclagem e separação desses materiais, que envolvem, ataque ácido, processos eletroquímicos, combustão podem provocar liberação de gases tóxicos também podem tornar-se excelentes temas para aulas de Química. Resistores, capacitores, diodos, motores elétricos, CRTs, engrenagens mecânicas, dissipadores de calor e uma infinidade de outros componentes podem ser utilizados em aulas de Física relacionados a conteúdos como eletricidade, termodinâmica e cinemática. No lixo eletrônico estão presentes inúmeros contaminantes e metais tóxicos que provocam alterações em mecanismos biológicos e quando dispostos de forma errada na natureza podem alterar o nicho ecológico de determinadas espécies, temas que

são pertinentes em uma aula de Química ou Biologia. O lixo eletrônico pode ser utilizado em uma proposta interdisciplinar promovendo a interação entre as mais diversas áreas do conhecimento em uma perspectiva de Educação Ambiental.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento de um projeto de pesquisa necessita que o autor tenha em mente as suas pretensões com relação ao trabalho, de forma a facilitar o trajeto rumo à conclusão do trabalho e evitar que haja perda do foco ou desperdício de tempo e energia. Portanto, a definição da metodologia a ser empregada no desenvolvimento torna-se um fator determinante no desenrolar de todo o projeto.

Considerando que o principal objetivo desse trabalho é a investigação sobre como é gerado lixo eletrônico na Universidade de Brasília e o que tem sido feito com estes materiais, elaborou-se um roteiro de entrevistas a serem realizadas com alguns funcionários do Centro de Manutenção de Equipamentos (CME) da UnB, técnicos de laboratório da engenharia elétrica e encarregados do gerenciamento de móveis e equipamentos novos e usados na UnB. As entrevistas foram gravadas em áudio e posteriormente analisadas. Foi elaborado um questionário específico para cada funcionário entrevistado baseado no cargo que ocupa e nas funções que desempenha na UnB. Além das entrevistas aos funcionários gravadas em áudio, também foi aplicado um questionário eletrônico, visando obter o nível de conhecimento e preocupação que as pessoas ligadas à universidade têm com o e-lixo. Uma versão impressa do questionário eletrônico encontra-se no Apêndice 1. O público alvo desse questionário foi constituído de alunos de e ex-alunos de graduação e pós-graduação, professores, técnicos e demais funcionários da UnB, além de algumas pessoas da comunidade.

Estas entrevistas nos permitiram traçar uma visão panorâmica da problemática. Essas informações poderão ser utilizadas para que se faça uma reflexão sobre o quadro atual na

UnB, para se desenhar o que é desejado dentro de um programa mais abrangente de gestão de resíduos.

Para atingir tais metas, o levantamento de dados se deu através de revisão bibliográfica, entrevistas com pessoas responsáveis por gerir esses resíduos eletrônicos, com professores, alunos e funcionários da Universidade de Brasília que utilizam essas tecnologias ou que estão de alguma forma ligados a rota do lixo eletrônico na Universidade. Esse levantamento também se deu através da aplicação de questionários eletrônicos a usuários das novas tecnologias em geral.

Obviamente, parte da metodologia empregada nesse trabalho foi determinada pela vivência do pesquisador. Nas palavras de Gonçalves (2001)

A metodologia inclui também a criatividade e a experiência do pesquisador. A partir deste entendimento, pesquisadores, de posse de elementos próprios do campo de investigação social, têm o poder de criar o seu próprio caminho e, ao narrarem os seus percursos, poderão evidenciar o método como aquilo se construiu ao caminhar. (Gonçalves, 2001, p. 63)

CAPÍTULO 4

O E-LIXO NA UNB

A Universidade de Brasília, assim como as demais universidades do país, algumas grandes empresas e alguns órgãos governamentais constituem um grande centro de aprendizado e pesquisa, o que conseqüentemente demanda uma quantidade muito grande de equipamentos eletrônicos. Grandes centros de pesquisa necessitam de constante atualização tecnológica e, portanto, acabam se tornando grandes pólos produtores de resíduos eletrônicos. Dessa forma, a investigação e a obtenção de dados sobre a produção e gerência de e-lixo na UnB se revelou uma forma bastante conveniente de elucidar as questões tratadas nesse trabalho.

4.1 –ENTREVISTAS COM FUNCIONÁRIOS

Através das entrevistas com funcionários responsáveis pelos equipamentos eletroeletrônicos foi possível elucidar todo o caminho que esse material percorre na Universidade durante a sua vida útil e quando se tornam obsoletos ou necessitam de reparos. Quando um equipamento eletroeletrônico novo entra na UnB, ele é patrimoniado, recebe uma etiqueta que identifica o responsável por aquele patrimônio e fica aos cuidados dos usuários ou técnicos responsáveis até que se torne ultrapassado ou apresente algum defeito. No caso de apresentar algum defeito ele é encaminhado para o Centro de Manutenção de Equipamentos (CME) da UnB, onde os técnicos vão decidir se o conserto é viável, levando em consideração o preço desse equipamento e o valor das peças de reposição necessárias. Os equipamentos

técnicos, principalmente importados, os quais o CME não tem recursos tecnológicos para realizar reparos, são em geral enviados ao fabricante. Quando constatado que o reparo de um equipamento não é viável, ele é enviado para um depósito e então leilado. O mesmo acontece com os equipamentos obsoletos.

A entrevista com um dos técnicos do CME que já trabalha há sete anos com manutenção de equipamentos na Universidade, o qual não quis ser identificado, revelou que não há uma especificidade quanto ao tipo de equipamento consertado pelos técnicos. São consertados desde fornos e geladeiras até monitores, computadores e material que apresenta risco biológico como estufas para cultivos de bactérias. Segundo ele, qualquer equipamento que possa apresentar risco biológico é previamente descontaminado no setor de origem antes de ser enviado ao CME. Também foi entrevistado o supervisor da seção de eletrônica do CME, que revelou que até mesmo equipamentos de uso hospitalar são consertados lá. Ele também revelou que boa parte das peças de reposição utilizadas nos reparos são peças provenientes de equipamentos cujo reparo foi considerado inviável, mas não há um incentivo ou orientação oficial para esse tipo de reuso, que pode ser muito benéfico. Esse processo acaba acontecendo por iniciativa individual de alguns técnicos que têm consciência da dificuldade em conseguir peças de reposição novas para equipamentos antigos e da economia de recursos que essa iniciativa proporcionaria à universidade. Destacamos algumas falas desse funcionário:

“Se agente juntar muita sucata fica inviável, pois o espaço aqui é pequeno”,

“A sucata agiliza muitos serviços que demorariam muito tempo, mas tem que ser organizada, apenas juntar sucata não é viável”.

Ele disse que não há apoio da UnB quanto à reutilização de sucata:

“Para a UnB a sucata nem existe oficialmente, mas todo técnico em eletrônica sabe da importância da sucata”,

“A UnB não dá apoio para guardarmos sucata”.

O técnico responsável pelo depósito central de móveis e equipamentos da UnB, que já trabalha na universidade há mais de vinte e cinco anos e também não quis ser identificado, revelou em sua entrevista que o depósito recebe dois tipos de material eletrônico: materiais para serem leiloados que serão despatrimoniados e material para redistribuição. O segundo caso compreende, em sua maioria, equipamentos que foram considerados obsoletos ou que não tinham mais uma função no departamento de origem e, então, são realocados em outras unidades da universidade. Segundo ele, o material que hoje vai a leilão, antigamente era doado para instituições onde poderia ser útil, mas esse processo foi abolido. Ele conta que os leilões são organizados por leiloeiros oficiais do governo, que são responsáveis por definir os preços e os lotes de equipamentos. Ele também revela que a quantidade de leilões depende de quanta sucata a UnB produzir, mas que são realizados cerca de dois leilões por ano. Nenhum funcionário entrevistado tem conhecimento do destino final do lixo eletrônico produzido na UnB após leilão. Infelizmente, durante a realização deste trabalho não ocorreu nenhum leilão, o que dificultou uma investigação aprofundada, que levasse em conta o interesse dos compradores desse resíduo e o destino final desse material.

Em paralelo a rota do lixo eletrônico na UnB, ocorrem iniciativas individuais que acabam dando um destino mais nobre ao e-lixo ou até mesmo prolongando o ciclo de vida de equipamentos antigos. Um exemplo já citado é a iniciativa de alguns técnicos em eletrônica do CME de guardar e organizar os componentes que possam ser utilizados em reparos futuros. Outro exemplo que chama bastante atenção é a iniciativa do funcionário Cícero Evimarde Fernandes Costa³, técnico em laboratório do Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Tecnologia. Este funcionário está na UnB há mais de trinta anos e nesse período

³ Não é comum citar nome de pessoas em trabalhos científicos. No entanto devido a relevância do trabalho desenvolvido por Costa, resolvemos citar seu nome completo como uma forma de reconhecimento e homenagem pelo seu compromisso com a coletividade e pela contribuição dada à UnB durante mais de 30 anos de serviço.

vem desenvolvendo, além de suas funções ordinárias, um trabalho voluntário de desmonte e organização de equipamentos eletrônicos considerados sucata.

Após serem desmontados, os componentes são catalogados e separados e ficam disponíveis para alunos e professores que necessitem desse tipo de material no desenvolvimento de algum projeto ou experimento. Pessoas da comunidade também têm acesso a esse material. Os equipamentos desmontados são em geral oriundos de doações de alunos e de equipamentos condenados pelo CME. No caso de equipamentos provenientes do CME, existe uma burocracia maior, para que o equipamento possa ser desmontado é necessário que ele passe por uma avaliação técnica que constate a inviabilidade do conserto. Após o aval dos técnicos do CME, o equipamento é retirado da carga patrimonial da universidade, o que deve ser solicitado através de um memorando, só então o equipamento pode ser desmontado. No laboratório em que o Sr. Cícero trabalha existem diversas estantes onde esse material é organizado e armazenado como pode ser visto na Figura 11.



Figura 11 – Fotos do laboratório do Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de tecnologia da UnB. Na parte superior direita o Sr. Cícero E. F. Costa.

Nesse ambiente a palavra “sucata” não é bem vinda. O Sr. Cícero faz questão de denominar a sucata de ‘material reaproveitável’. Segundo ele, tudo fica a disposição dos alunos dos cursos de engenharia de redes, mecatrônica e elétrica. De motores elétricos a parafusos, fios, resistores, capacitores, tudo é reaproveitado. Algumas doações para as escolas técnicas do DF são frutos desse trabalho de desmonte e organização.

O Sr. Cícero revelou que com o aumento da tecnologia até mesmo aparelhos em perfeito funcionamento são doados pelos alunos, ele disse: *“Esse trabalho ajuda muita gente, então, eu não consigo me ver jogando fora um material que sei que vai servir para alguém”*. E completou: *“Eu falo para os alunos não jogarem fora coisas que para eles já são supérfluas ou que já não utilizam mais, como vídeo cassete etc. Jogar no lixo pode ser perigoso para a natureza, trazendo para cá, eu desmonto para reaproveitar peças e só é*

jogado fora plástico e ferro e materiais que podem ser coletados por catadores. Nada fica sem ser aproveitado”. “Esse material serve a todos, inclusive a comunidade. O certo é a universidade trabalhar para a comunidade, se a UnB não trabalhar para a comunidade que sentido vai ter a Universidade? Essa interação já deveria ocorrer há mais tempo, mas nunca é tarde.”

O coordenador técnico da divisão técnica laboratorial do Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Tecnologia, chefe do Sr. Cícero, revelou que essa iniciativa ajuda alunos de diversos cursos de engenharia no desenvolvimento de projetos científicos além de serem utilizados em algumas aulas de laboratório das engenharias. Segundo ele, o material que é doado pelos alunos provavelmente estaria no lixo comum se não houvesse essa iniciativa.

De forma geral, essa investigação revelou que não há oficialmente na UnB uma iniciativa institucionalizada para reaproveitamento da sucata eletrônica produzida ou para a redução da produção de lixo eletrônico. Também não existe um apoio direto às iniciativas individuais, que surgem de forma voluntária na Universidade. Quando questionados a respeito do apoio da UnB para o reaproveitamento de sucata eletrônica, muitos dos funcionários entrevistados sentem falta de um local apropriado para fazer a triagem e o reaproveitamento desse material. Talvez a criação de um departamento exclusivo para o desmonte, organização e armazenamento do rejeito eletrônico produzido na UnB pudesse facilitar a manutenção dos equipamentos eletrônicos e economizar o dinheiro gasto em peças de reposição além de diminuir a quantidade de e-lixo gerada na universidade. Iniciativas parecidas têm dado certo em outras universidades públicas do país, um exemplo é Universidade de São Paulo que criou seu próprio centro de reciclagem de computadores (SÃO PAULO, 2010).

4.2 – QUESTIONÁRIOS ELETRÔNICOS.

Através de uma pesquisa utilizando questionário eletrônico enviado via email com o auxílio da ferramenta Google Docs, disponível gratuitamente na internet, foi possível ter uma ideia do conhecimento e preocupação da comunidade, principalmente ligada a Universidade de Brasília, a respeito do lixo eletrônico. O questionário foi enviado para aproximadamente 340 pessoas e respondido por quarenta e três pessoas e sua maioria com algum vínculo com a UnB. As perguntas foram feitas visando descobrir o quanto as pessoas conhecem o tema e o conceito de lixo eletrônico, qual o nível de preocupação com a destinação desse tipo de resíduo no meio ambiente, que tipo de atitudes vêm sendo tomadas pela comunidade com relação à destinação do lixo eletrônico produzido em seus domicílios e qual o conhecimento a respeito da destinação correta desse material.

Foram elaboradas cinco questões visando como objetivos listados acima. O questionário foi elaborado de forma que cada entrevistado pudesse marcar apenas uma das cinco respostas possíveis. Após marcar uma das respostas e enviar, a pessoa passa para outra página *online* onde encontraria a próxima questão. A primeira pergunta do questionário foi: **Você sabe o que é e-lixo?** Diante dessa pergunta 23% das pessoas que responderam a pesquisa disseram que e-lixo são **emails de propaganda (SPAM)**, 60% responderam que e-lixo são **resíduos provenientes do descarte de equipamentos eletrônicos**, 9% responderam que e-lixo diz respeito a **sites e conteúdos de má qualidade presentes na internet**, 7% **não souberam dizer o que quer dizer o termo e-lixo**. Analisando as respostas percebe-se que a maioria das pessoas relaciona o termo e-lixo aos resíduos de eletroeletrônicos, embora boa parte associe esse termo a propagandas enviadas por email.

A segunda pergunta do questionário era sobre a destinação normalmente dada para o lixo proveniente de eletroeletrônicos. Mais da metade dos entrevistados, 51%, responderam que **jogam resíduos eletrônicos no lixo comum**, 4% **procuram o fabricante para obter**

orientações quanto a destinação correta, 9% vendem esse tipo de equipamento antes que se torne lixo e 8% procuram locais de coleta apropriados próximos do local onde mora. Em suma, a grande maioria joga esse tipo de resíduo no lixo comum.

A próxima pergunta dizia respeito ao impacto do lixo eletrônico na vida dos entrevistados. Cerca de 19% dos entrevistados **não tem conhecimento de como pode ser afetado pela produção de lixo eletrônico, 2% acreditam que a produção de e-lixo não é um problema grave, 30% dizem saber da gravidade do problema e afirmam procurar o destino correto para esse tipo de resíduo e 49% afirmam ter consciência da gravidade do problema mas não sabem que destino dar ao lixo eletrônico produzido por suas famílias.**

A quarta pergunta era sobre o conhecimento de locais apropriados para destinação ou coleta de lixo eletrônico. A grande maioria, 63% **não conhece nenhum local de coleta onde o lixo eletrônico possa ter destinação adequada, 30% disseram conhecer apenas um local e 7% afirmaram conhecer dois ou três lugares para a destinação correta desse tipo de resíduo.** A última pergunta era sobre o vínculo do entrevistado com UnB. A grande maioria, cerca de 70% **das pessoas que responderam a pesquisa estão vinculadas à Universidade, 23% são alunos de graduação, 28% alunos de pós-graduação, 7% são funcionários ou ex-funcionários, 5% são ex-alunos, 3% são servidores e 30% não tem vínculo com a universidade.**

Analisando os resultados da pesquisa é possível perceber que a grande maioria das pessoas entrevistadas diz ter ciência da gravidade ou da proporção do problema da geração de resíduos eletrônicos na sociedade atual. Muitas pessoas não têm conhecimento dos riscos da disposição inadequada desse tipo de resíduo e nem dos possíveis impactos para a vida do cidadão comum. Outro ponto que fica claro é o fato de a população não saber o que deve ser feito com esse tipo de material. Existem poucos locais de coleta específicos e em geral há pouca informação sobre eles, e em sua maioria esses locais somente recebem baterias e

lâmpadas eletrônicas de forma que a maioria do resíduo eletrônico produzido acaba no lixo comum. Quando levamos em consideração o fato que 70% do público que participou da pesquisa está diretamente ligado a universidade, local onde se presume que o acesso ao conhecimento e informação seja privilegiado em relação aos demais setores da sociedade, torna-se preocupante o fato de tão poucas pessoas saberem o que fazer com os resíduos eletrônicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da produção de lixo eletrônico em todo o mundo faz deste um problema de difícil equacionamento, considerando, principalmente, a relevância do impacto causado nos distintos sistemas ecológicos do planeta por este tipo de material. De forma geral o número de pessoas que tem essa consciência e que tem conhecimento da disposição correta dos resíduos eletrônicos é muito reduzido, o assunto nem sempre é discutido de forma adequada nas grandes empresas e instituições de ensino, apesar da relevância do problema e da importância sua abordagem numa perspectiva de educação ambiental. Mesmo na comunidade ligada à Universidade de Brasília, local onde o acesso à informação e conhecimento são facilitados, pressupondo-se um maior nível de preocupação com a questão, a quantidade de indivíduos conscientes e ativos, quanto a solução do problema, cientes dos pontos de coletas e dos projetos ligados ao tema, também é muito reduzida.

Os questionários e entrevistas realizados neste estudo exploratório mostraram que a quantidade de informação ou a forma de abordagem de temas a respeito não só da questão do lixo eletrônico, mas de toda a temática de Educação Ambiental presente nos conteúdos e, conseqüentemente, na formação dos alunos da UnB, parece não estar sendo suficiente para gerar a conscientização necessária nos indivíduos que compõem a Universidade. A maioria dos entrevistados neste trabalho não tinha conhecimento de como dar destino adequado para os resíduos eletrônicos produzidos por suas famílias e acabavam jogando esse material no lixo comum. No que diz respeito ao ensino de Química, ciência que deve estar sempre comprometida como área de prevenção e intervenção no meio ambiente, é necessário que os docentes tenham uma formação mais voltada para as responsabilidades com gestão de resíduos e cuidados com o meio ambiente, formação esta, que deve ser

contínua. Torna-se extremamente complicado exigir que docentes, que de forma geral não tiveram uma formação na qual se deu a devida importância a questões ambientais, passem a ser guias e conduzam o aluno na formação de uma consciência ecológica.

Deve haver na universidade pública um mecanismo institucionalizado para reconhecer e apoiar iniciativas individuais que surgem de forma voluntária e que sejam benéficas para a universidade e para a comunidade acadêmica como um todo. A universidade deve servir a comunidade ao seu redor, buscando solução para os problemas e melhorando aspectos tecnológicos e sociais dessa comunidade, além de contribuir para a formação de cidadãos socialmente ativos e conscientes.

Este trabalho se deparou com uma situação de desconhecimento e descaso quase que de forma generalizada pela comunidade investigada, por isso, achou importante tirar do anonimato as ações voluntárias como as desenvolvidas por alguns funcionários que assumem, quase solitariamente, as várias etapas da gestão do e-lixo do Campus Darcy Ribeiro, dado seu elevado comprometimento com a coletividade. Desta forma, este trabalho de final de curso tomou rumos não necessariamente pensados no início do percurso, mas em função dos fatos observados e dados coletados, fico a vontade de agradecer ao Sr. Cícero E. F. Costa, pelo comprometimento com a vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXIA, T. W. I. C. **Info Sites**. The Web Information Company. Disponível em: <<http://www.alexia.com/siteinfo/Orkut.com#>>. Acesso em: 04 de novembro de 2010.

BAKER, E.; BOURNAY, E.; HARAYAMA, A.; REKACEWICZ, P. Vital Waste Graphics. p. 1-47, 12 de outubro de 2004 2004.

BRASIL. Governo implanta rede nacional de condicionamento de computadores. Governo Federal, 2007.

BURSZTYN, M.; PERSEGONA, M. **A Grande Transformação Ambiental: uma cronologia da dialética homem-natureza**. Rio de Janeiro: Garamond Ltda., 2008. 412 p.

CANTO, E. L. **Minerais Minérios e Metais: De onde vêm? Para onde vão?** 8. ed. São Paulo: Editora Moderna LTDA., 2001. 128 p (Coleção Polêmica).

CARELLI, G. Lítio: na Bolívia, o combustível do futuro. **Revista Veja**, Brasil. 11 de março de 2009.

CASTRO, M. H. S. D. Tecnologia, mulher e modernidade: o retrospecto. **ALCEU**, v. 7, n. 13, Jul./Dez. 2006.

CGIBR. Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil – TIC Domicílios e TIC Empresas 2008**. . Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. **Relatório**. São Paulo, 2009

CRUZ, I.; MARQUES, F. Lixo através da história. **Revista de Manguinhos**, Rio de Janeiro, p. 40-41. set. 2007.

DENG, W. J.; LOUIE, P. K. K.; LIU, W. K.; BI, X. H.; FU, J. M.; WONG, M. H. Atmospheric levels and cytotoxicity of PAHs and heavy metals in TSP and PM_{2.5} at an electronic waste recycling site in southeast China. **Atmospheric Environment**, v. 40, n. 36, p. 6945-6955, 2006.

DUNNELL, R. C. The Concept of Waste in an Evolutionary Archaeology. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 18, n. 3, p. 243-250, 1999.

FAVERA, E. C. D. *Lixo Eletrônico e a Sociedade*. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2008. Unpublished Work.

FIDALGO-NETO, A. A.; TORNAGHI, A. J. C.; MEIRELLES, R. M. S.; BERÇOT, F. F.; XAVIER, L. L.; CASTRO, M. F. A.; ALVES, L. A. The use of computers in Brazilian primary and secondary schools. **Computers & Education**, v. 53, n. 3, p. 677-685, 2009.

GARCÉS, D.; SILVA, U. Guia de contenidos legales para la gestión de los residuos electrónicos. RELAC. 2010

GUO, Y. Y.; HUO, X.; LI, Y.; WU, K. S.; LIU, J. X.; HUANG, J. R.; ZHENG, G. N.; XIAO, Q. N.; YANG, H.; WANG, Y. P.; CHEN, A. M.; XU, X. J. Monitoring of lead, cadmium, chromium and nickel in placenta from an e-waste recycling town in China. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 16, p. 3113-3117, Jul 2010.

HA, N. N.; AGUSA, T.; RAMU, K.; TU, N. P. C.; MURATA, S.; BULBULE, K. A.; PARTHASARATHY, P.; TAKAHASHI, S.; SUBRAMANIAN, A.; TANABE, S. Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore, India. **Chemosphere**, v. 76, n. 1, p. 9-15, 2009.

HILTY, L. M. Electronic waste--an emerging risk? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 431-435, 2005.

KAHHAT, R.; KIM, J.; XU, M.; ALLENBY, B.; WILLIAMS, E.; ZHANG, P. Exploring e-waste management systems in the United States. **Resources Conservation and Recycling**, v. 52, n. 7, p. 955-964, May 2008.

KUMMETZ, P. Reservas de lítio beneficiam Bolívia na corrida pelo carro elétrico. *Deutsche Welle*, 2009. Disponível em: <<http://www.dw-world.de/dw/article/0,,4435720,00.html>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2011.

LAYRARGUES, P. P.; LOUREIRO, F.; CASTRO, R. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. - *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*: Cortez Editora, 2002. p. 179-220.

LEAL, A. L.; MARQUES, C. A. O Conhecimento Químico e a Questão Ambiental na Formação Docente. **Química Nova na Escola**, v. N°29, Agosto de 2008.

LEPAWSKY, J.; MCNABB, C. Mapping international flows of electronic waste. **Canadian Geographer-Geographe Canadien**, v. 54, n. 2, p. 177-195, Sum 2010.

MACAULEY, M.; PALMER, K.; SHIH, J.-S. Dealing with electronic waste: modeling the costs and environmental benefits of computer monitor disposal. **Journal of Environmental Management**, v. 68, n. 1, p. 13-22, 2003.

MACHADO, N. J.; CASADEI, S. R. **Seis razões para diminuir o lixo no mundo**. 1. ed. São Paulo: Escrituras, 2007. 56 p.

MACHADO, P. F. L.; BAPTISTA, J.; TRINDADE, J. A.; SANTOS, W. L. P. Concepções de professores sobre educação ambiental no ensino de química. . In: *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Florianópolis: **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, 2007.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. D. S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que Fazer? **Química Nova na Escola**, v. N° 29, Agosto de 2008.

MOHABUTH, N.; MILES, N. The recovery of recyclable materials from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) by using vertical vibration separation. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 45, n. 1, p. 60-69, 2005.

MUSSON, S. E.; JANG, Y. C.; TOWNSEND, T. G.; CHUNG, I. H. Characterization of lead leachability from cathode ray tubes using the toxicity characteristic leaching procedure. **Environmental Science & Technology**, v. 34, n. 20, p. 4376-4381, 2000.

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**, v. 52, n. 6, p. 843-858, 2008 a.

NNOROM, I. C.; OSIBANJO, O. Electronic waste (e-waste): Material flows and management practices in Nigeria. **Waste Management**, v. 28, n. 8, p. 1472-1479, 2008 b.

NORRIS, P. Digital divide: Civic engagement, information poverty, and the Internet worldwide. **Cambridge University Press**, 2001.

OLIVEIRA, R. D. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, Novembro de 2010.

PARENTE, V. C. I. *Contextualização do Lixo Eletônico em Aulas de Química no Ensino Médio*. (2007). Monografia de Graduação - Instituto de Química da, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

PUCKETT, J. P.; SMITH, T.; BYSTER, L.; WESTERVELT, S.; GUTIERREZ, R.; DAVIS, S.; HUSSAIN, A.; DUTTA, M. Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia. p.51, 2002. Disponível em:<<http://www.ban.org/E-Waste/technotrashfinalcomp.pdf>>. Acesso em: 25 de Fevereiro.

Globo Ecologia: Lixo Tecnológico. Direção: REIS, V. Produção: Raiz Savaget Comunicação. Apresentação Max Fercondini: Fundação Roberto Marinho. Exibido em 20 de julho de 2009, Canal Futura.

ROBINSON, B. H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 2, p. 183-191, Dec 2009.

SÃOPAULO. *Lei 13.576/09*. 2009.

SÃOPAULO. USP vai reciclar materiais de informática. Portal do Governo de São Paulo. Acesso em: 04 de janeiro de

SAPHORES, J.-D. M.; NIXON, H.; OGUNSEITAN, O. A.; SHAPIRO, A. A. How much e-waste is there in US basements and attics? Results from a national survey. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 11, p. 3322-3331, 2009.

SHARPRE, M. Climbing the e-waste mountain. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 7, p. 933-936, 2005.

SHINKUMA, T.; NGUYEN, H. The flow of E-waste material in the Asian region and a reconsideration of international trade policies on E-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 29, n. 1, p. 25-31, 2009.

SILVA, R. R. D.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de caso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, p. 233-249, 2008.

SINHA-KHETRIWAL, D.; KRAEUCHI, P.; SCHWANINGER, M. A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 492-504, 2005.

STREICHER-PORTE, M.; WIDMER, R.; JAIN, A.; BADER, H.-P.; SCHEIDEGGER, R.; KYTZIA, S. Key drivers of the e-waste recycling system: Assessing and modelling e-waste processing in the informal sector in Delhi. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 472-491, 2005.

UNEP. Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies, **Recycling from e-waste to resources**. United Nations Environment Programme (UNEP) and United Nations University (UNU). **Relatório**. 2009

VON TUNZELMANN, G. N. Innovation and industrialization: A long-term comparison. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 56, n. 1, p. 1-23, 1997.

WAGNER, T. P. Shared responsibility for managing electronic waste: A case study of Maine, USA. **Waste Management**, v. In Press, Corrected Proof.

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 436-458, 2005.

WONG, M. H.; WU, S. C.; DENG, W. J.; YU, X. Z.; LUO, Q.; LEUNG, A. O. W.; WONG, C. S. C.; LUKSEMBURG, W. J.; WONG, A. S. Export of toxic chemicals - A review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling. **Environmental Pollution**, v. 149, n. 2, p. 131-140, Sep 2007.

APÊNDICES

1. QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO: VERSÃO IMPRESSA

Lixo Eletrônico

Por favor responda as perguntas abaixo. Só vai levar um minuto!!! Trata-se de uma pesquisa a respeito do impacto do lixo eletrônico no modo de vida da sociedade atual. As respostas farão parte do meu trabalho de conclusão de curso de licenciatura em Química na Universidade de Brasília. Desde já agradeço a paciência são apenas cinco perguntas.

***Obrigatório**

Você sabe o que é e-lixo? *

Por favor, não mude sua resposta a esta pergunta após responder as demais.

- ☐ Sim. São emails de propaganda (SPAM).
- ☐ Sim. São resíduos provenientes do descarte de equipamentos eletrônicos.
- ☐ Sim. São equipamentos eletrônicos de má qualidade.
- ☐ Sim. São sites e conteúdos de má qualidade presentes na internet.
- ☐ Não faço idéia do que seja e-lixo.

Continuar »

Lixo Eletrônico

*Obrigatório

Lixo Eletrônico

O que você geralmente faz com seu e-lixo? *

- ☐ Jogo no lixo comum.
- ☐ Procuro o fabricante para que ele me oriente quanto a destinação correta.
- ☐ Vendo como sucata.
- ☐ Vendo antes que se torne e-lixo
- ☐ Procuro locais de coleta próximos da minha casa.

Que impacto tem o lixo eletrônico na sua vida? *

- ☐ Não faço idéia de que tipo de impacto a produção de lixo eletrônico possa ter.
- ☐ Não acredito que a produção de lixo eletrônico seja um problema grave.
- ☐ Tenho consciência da gravidade do problema e sempre procuro dar o destino correto para esse tipo de resíduo.
- ☐ Tenho consciência da gravidade do problema mas não sei que destino dar ao lixo eletrônico produzido pela minha família.

Você conhece algum local de coleta de e-lixo? *

- ☐ Não.
- ☐ Sim. Conheço apenas um.
- ☐ Sim. Conheço dois ou três.
- ☐ Sim. Conheço vários.

Qual o seu vínculo com a UnB?

- ☐ Aluno de Graduação.
- ☐ Aluno de Pós-Graduação.
- ☐ Servidor ou Funcionário.
- ☐ Ex-aluno.
- ☐ Não tenho vínculo.

« Voltar

Enviar

