

## LIXO TECNOLÓGICO/ELETRÔNICO: UM BREVE HISTÓRICO DO PROBLEMA A POSSÍVEIS SOLUÇÕES NO CASO BRASILEIRO

MAZZOLI, Monique Dias (\*), DOMICIANO, Giselli Cristini, VIEIRA, Rafael

\* Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro, e-mail: mazzolinj@yahoo.com.br

### RESUMO

O presente trabalho discorre sobre o ‘problema’ da segregação de lixo eletrônico e as potenciais formas de (re)utilizá-lo, reduzindo e/ou mitigando seus possíveis impactos ambientais decorrentes desse processo. O mesmo objetiva destacar as possíveis soluções de forma que o mercado produtor seja o elo da cadeia produtiva da reciclagem deste tipo de material com o mercado consumidor, fundamentado na prática da logística reversa, proporcionando desenvolvimento de instrumentos direcionados à educação ambiental para reuso deste tipo de material.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos eletrônicos; impactos ambientais; gestão ambiental de resíduos; reciclagem de resíduos eletrônicos.

### INTRODUÇÃO

Dada a dicotomia entre os termos lixo (resíduos) e tecnologia num mesmo cenário, há pontuais combinações entre elas, pois com o avanço tecnológico associado a elevação do consumo de produtos eletrônicos, celulares, computadores, deriva a acumulação de resíduos provenientes das relações de produção e consumo de bens (destes bens), dos quais o descarte, no caso brasileiro, tem sido efetuado de modo precário e diferente do que estabelece a legislação aplicável para a destinação final.

Considerando o conceito de e-waste – lixo eletrônico – apresentado na lei nº 12.305, este estudo destaca a forma de segregação como elemento promotor das ações em educação ambiental, que traduzem eficiência e melhor desempenho no processo de gestão/gerenciamento ambiental na indústria.

A questão do resíduo eletrônico, no Brasil, é exatamente igual a de outros resíduos dispostos indiscriminadamente, pois estes ocupam um espaço indevido, promovendo possíveis efeitos de contaminação e poluição no meio ambiente em que são descartados.

Deste modo, de acordo com o que argumenta Vieira et al (2009), entende-se que “Grande parte do que é utilizado na fabricação dos produtos tecnológicos são recursos não renováveis a exemplos da energia. Além disso, esses produtos acompanham metais pesados e plásticos retardantes de chama em sua composição. Para se produzir um único computador é preciso duas toneladas de matéria – prima. Como bilhões de computadores são produzidos todo ano no mundo, tal quantidade descartada pode representar grande impacto ambiental como poluição das águas, solo, ar, contaminação de plantas e outros problemas.”

Enfim, ressalta-se, especificamente, que este estudo admite perspectivas de gestão de resíduo eletrônico, em especial, seus efeitos e sua capacidade de reaproveitamento, como uma tendência a geração de valor agregado no mercado e de redução de custos no processo produtivo dos equipamentos.

A água, ao ser lançada em corpos hídricos, pode promover significativo decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio, levando-se em consideração a carga orgânica e a quantidade lançada além da vazão do curso d’água receptor. Estes fatores além de provocar a morte de peixes e animais aquáticos aeróbios, por asfixia, exalam fétidos odores e gases agressivos, podendo causar eutrofização de rios e lagos e dificuldade no tratamento de água para o abastecimento público (MATOS, 2005).

No solo, além da contaminação direta, os maiores impactos ambientais negativos causados por resíduos sólidos orgânicos são provocados pela fermentação do material, quando pode acarretar a formação de ácidos orgânicos (“chorume”- líquido de elevada demanda biológica de oxigênio) e a lixiviação de substâncias tóxicas.

Na atmosfera, a formação de gases fétidos causa desconforto aos seres humanos e animais, além de atrair agentes patogênicos pelo material orgânico e a proliferação de micro (bactérias, fungos, vírus, protozoários etc.) e macro vetores (insetos, roedores, aves etc.).

Como a quantidade de descartes gerada em agroindústrias de polpas e sucos situa-se entre 30 e 40% de resíduos, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental, precisando de investigação científica e tecnológica que possibilite sua utilização eficiente, econômica e segura (SCHIEBER *et al.*, 2001).

## **LIXO ELETRÔNICO: Contextualização**

De acordo com a Lei do Lixo Tecnológico nº 13.576, de 6 de julho de 2009 de São Paulo:

“Consideram-se lixo tecnológico os aparelhos eletrodomésticos e os equipamentos e componentes eletroeletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial ou no setor de serviços que estejam em desuso e sujeitos à disposição final, tais como:

I - componentes e periféricos de computadores; II - monitores e televisores; III - acumuladores de energia (baterias e pilhas); IV - produtos magnetizados”.<sup>1</sup>

No que se refere ao cenário global sobre as discussões que afetam o gerenciamento do resíduo eletrônico, compreende-se que a construção deste conceito fundamenta-se na Diretiva Européia, no ano de 2003, que propunha um processo gestor a segregação de resíduos de aparelhos eletrônicos.

Desta forma destaca-se que, a partir da Convenção de Basileia<sup>3</sup>, adquiriu-se uma nova perspectiva sobre o tema “Resíduos Eletrônicos”. Pois, a partir desta convenção surgiu um novo interesse no que se trata de proteção ambiental relacionado aos impactos oriundos da destinação do “Lixo eletroeletrônico”. Desenvolvendo novos métodos que envolvem área de produção, restringindo algumas substâncias tóxicas com o intuito de diminuir o impacto ambiental causado pela disposição desses materiais no ambiente, e ainda impondo aos fabricantes que uma porcentagem desses materiais eletrônicos sejam recicláveis de forma a melhorar as relações custo-benefício destes materiais, ao em vez de apresentarem novas matérias-primas aos produtos.

Outros países como, os Estados Unidos e África, não possuem uma política que envolva a reciclagem dos eletroeletrônicos. Países da Oceania, como Nova Zelândia e Austrália, possuem uma legislação pré aprovada, e deram início em 2012, a implantação de processos de reciclagem de REEE. E no Brasil, em 2010, através da Lei nº 12.305 Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi inserida em sua legislação um trecho a respeito dos cuidados a serem tomados com resíduos eletrônicos.

Em fim, no que se refere ao caso brasileiro, o Lixo Eletrônico está tomando um rumo preocupante devido a grande quantidade de produtos eletroeletrônicos produzidos anualmente, e por consequência, descartado também em larga escala e na maioria das vezes indo parar em lixões e aterros comuns, sem nenhum tipo de tratamento. Claro que, existem muitos projetos relacionados a coleta/reciclagem desse material mas, não são projetos que acontecem constantemente. É necessário ressaltar que, de acordo com o exposto cabe um amplo exercício de Educação Ambiental por parte da população e, sobretudo, das empresas geradoras desse tipo de resíduo.

### **Breve Histórico da Geração de Resíduos Eletrônicos no Brasil**

No caso brasileiro a adoção de limites legalistas para com a preservação do meio ambiente, foi traduzida por mudanças comportamentais decorrentes dos acordos internacionais firmados na Conferência do Rio de Janeiro para o Meio Ambiente- Eco 92, o que, em algum grau, promoveria a transformação gradual da indústria mundial e nacional, na assunção de um papel diferenciado frente ao processo produtivo que elevava descarte de resíduos e uma diminuta capacidade de segregação destes.

<sup>1</sup> Citação extraída da Lei do lixo tecnológico, nº 13.576, de 6 de julho de 2009 de São Paulo. Fonte: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao>

<sup>2</sup> A diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE) Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:345:0106:0107:PT:PDF>

<sup>3</sup> A Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, foi concluída em Basileia, Suíça, em 22 de março de 1989. Ao aderir à convenção, o governo brasileiro adotou um instrumento que considerava positivo, uma vez que estabelece mecanismos internacionais de controle desses movimentos, baseados no princípio do consentimento prévio e explícito para a importação, exportação e o trânsito de resíduos perigosos. Extraído do site <http://www.mma.gov.br>

De acordo com o site, Meta Rede

“O Brasil ainda não tem um plano de reciclagem e de descarte seguro para o lixo tecnológico, e as iniciativas de regulamentação do lixo eletrônico no Brasil ainda são incipientes e a gerência do ciclo de vida dos produtos e destinação de seus resíduos tóxicos permanece como uma questão de consciência de fabricantes e usuários. A Política Nacional de Resíduos Sólidos sancionados pelo Presidente Lula em agosto de 2010 ainda deixa muito a desejar quanto a alguns aspectos (...)”<sup>4</sup>.

Assim, considera-se que a Política Nacional de Resíduos Sólidos tenha agregado responsabilidades às empresas em relação aos rejeitos dos eletroeletrônicos, sabendo-se que no Brasil esta prática ainda não é de uso comum entre as empresas, não havendo no hábito cotidiano a prática da logística reversa, tão pouco incentivo a coleta e reciclagem dos eletrônicos uma vez que não tem mais “nenhum valor” para seus donos.

Ações posteriores ao descarte de resíduos, de forma a reaproveitá-lo, são muito individuais/marginais, dada a realidade de cada município e/ou localidade. Os resíduos de materiais eletrônicos não recebem o mesmo tratamento em todos locais no Brasil, a considerar que o local efetua a destinação correta do resíduo, pois, é uma realidade brasileira que boa parte da população desconheça a importância da destinação adequada para esse tipo de material, tão pouco seus danos a saúde e ao meio ambiente.

A falta de incentivo governamental impede que tanto a população, quanto as empresas a se preocuparem mais com os resíduos de seus eletroeletrônicos e as consequências do seu descarte incorreto. Apesar das circunstâncias de precarização da realidade ambiental no Brasil, quando se trata de instrumento de gestão de descarte de resíduos eletrônicos como leis mais claras e específicas, definindo responsabilidades, sobretudo atribuindo metas graduais para a indústria, o comércio e a população, compreende-se que caberá uma adaptação às novas normas de descarte e reciclagem dos REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Assim, é possível argumentar que um dos muitos inconvenientes a respeito dos eletroeletrônicos é a falta do marco regulatório que define as práticas de gestão, referentes ao descarte; à segregação; à coleta e à destinação final e/ou reaproveitamento. Segue, em anexo, o Quadro 2, demonstrando a relação entre princípios legais e a base temporal sobre a questão ambiental direcionados aos resíduos eletroeletrônicos e outros.

Anualmente, o Brasil produz de 20 a 50 toneladas de lixo eletrônico, de acordo com pesquisa do Greenpeace (2010). E com a falta de políticas públicas e programas que incentivem o descarte correto, esse número tende a aumentar e a porcentagem desses produtos que podem ser reciclados/reaproveitados tendem a cair cada vez mais. É importante destacar ainda que a capacidade de reuso dos resíduos eletrônicos proporciona um dinamismo econômico com o viés de sustentabilidade ambiental, no processo de transformação de equipamentos.

Grande parte dos metais utilizados na fabricação dos eletroeletrônicos podem e devem ser reaproveitados. O reaproveitamento desses metais é benéfico para o meio ambiente, uma vez que deixa-se de extraí-los da natureza. Como por exemplo o alumínio que é um metal 100% reciclável, o cobre que tem 85% do seu material reaproveitado, e o chumbo que seu reaproveitamento também é feito devido à escassez nas jazidas existentes. A reutilização desses metais através da reciclagem fazem com que esses elementos possam voltar a cadeia de produção, serem vendidos em forma de outros produtos, e minimizam os impactos ambientais.

A partir deste cenário de reutilização compreende-se que há um processo precedente para a garantia do reuso dos materiais reciclados, dada a capacidade de contribuição dos mesmos em uma cadeia produtiva e de manufatura de produtos.

Para tanto o conceito e aplicação do termo “mineração urbana<sup>5</sup>” revela a real capacidade do reuso/reaproveitamento, de forma significativa para outras cadeias de produção de bens no mercado nacional e internacional.

Assim a reutilização dos eletroeletrônicos tem sido um bom investimento econômico-financeiro, que pode crescer ainda mais se as pessoas passarem a entender o valor que esse “lixo” tem.

<sup>4</sup>Matéria Brasil x Lixo eletrônico, disponível no site <http://www.metarede.org/index.php> Consultado em 07/11/2012

<sup>5</sup>Conceito de mineração urbana: é como tem sido chamada esse processo de reaproveitamento dos metais.

Considerando o que estabelece o Manual da Mineração e Lixo Eletrônico do Greenpeace<sup>6</sup>, apenas na Argentina, caso houvesse uma forma adequada de reciclagem dos eletrônicos, seria evitado que cerca de 228 kg de ouro; 1,7 mil kg de prata e 81 mil kg de cobre, fossem descartados de forma irregular sem cuidados posteriores ao descarte.

No Brasil, a situação não é diferente, já que em 2010, de acordo com o Pnuma (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) o país apresentou-se como líder na geração de lixo eletrônico per capita entre os países emergentes, ou seja, descartando então, 0,5kg/ano.

E ainda, de acordo com o mesmo relatório, a “mineração urbana” deve ser incentivada, pois minimiza os impactos ambientais de duas formas:

1) Permite recuperar metais ou materiais que são cada vez mais escassos (como o ouro e a prata) e cuja obtenção, por meio da mineração, gera um alto impacto ambiental e social;

2) Ao mesmo tempo, freia o impacto que estes resíduos geram no ambiente ao degradar-se em lixões ou aterros, contaminando os lençóis freáticos, o solo e o ar.<sup>7</sup>

Pelo exposto é apontada a importância de levar esses materiais à pontos de coletas em vez de descartá-los como lixo comum, e também, incentivar que hajam postos de coleta acessíveis, considerando que aproximadamente 90% dos materiais contidos nos eletroeletrônicos podem ser reciclados ou reutilizados, e 3% desses materiais são de substâncias tóxicas, como mercúrio, o cádmio e o amianto, nocivas ao indivíduo.

Esse é um fator importante, pois, reduz a mineração, uso de material não renovável, que pode ser reaproveitado de forma consciente, evitando mais impactos ao meio ambiente. Isso, no Brasil, ainda iria gerar uma fonte de recursos econômicos, projetos de inclusão social; gestão ambiental; responsabilidade social, entretanto, cabe ressaltar se essa ideia teria inserção de forma ampla em todo país.

De acordo com estudos apresentados nos EUA, em 2010, esta discussão é colocada da seguinte forma, “Atualmente, o lixo eletrônico representa cerca de 5% de todo o lixo urbano produzido ao redor do mundo. Este percentual cresce a cada ano devido ao fato de as pessoas estarem trocando seus telefones celulares, computadores, televisores e eletrodomésticos com maior frequência.”<sup>8</sup>

Considerando o caso brasileiro, segundo estatística apresentada, o descarte de resíduos eletrônicos é igual a 500g/ano, entretanto não há um dado concreto a respeito do volume reciclado, porém, há no senso comum, a crença de que apenas 2% desses materiais são reaproveitados.

Tal circunstância ocorre pois, no caso brasileiro ainda não há, dispositivos legais, que priorizem a destinação correta dos eletroeletrônicos, tão pouco projetos de logística reversa. Os projetos existentes para o tratamento dos eletroeletrônicos são tímidos, acontecendo isoladamente, de acordo com estado ou município.

Algumas cidades possuem projetos de coleta e reciclagem que não abrangem todo o seu território regional, e alguns estados como São Paulo, já possuem uma lei específica para o descarte dos eletrônicos, isto é, a Lei do lixo tecnológico nº 13.576/09, de autoria do deputado estadual Paulo Alexandre Barbosa (PSDB), institui que as empresas fabricantes de eletrônicos sejam responsáveis pela reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo tecnológico, ou seja, determinando responsabilidade.

Dentre as diversas formas de reutilizar os resíduos dos eletroeletrônicos e está sendo citado de forma específica a “reutilização” para afirmar que o reaproveitamento desses materiais não é devido apenas à reciclagem, que pessoas comuns que não estejam envolvidas em atividades industriais de reutilização através da reciclagem também podem reaproveitar seus produtos eletrônicos quando esses chegarem ao fim da sua vida útil.

Reutilizar: Reutilizar é simplesmente usar mais de uma vez o mesmo produto, em seu estado natural, ainda que não seja para os mesmos fins que originalmente foi criado.

Reciclar: Por outro lado, na reciclagem, o produto através de processos industriais irá se tornar em um novo produto, para os mesmos fins originais ou não.

<sup>6</sup>Ano de publicação 2011

<sup>7</sup>Trechos extraídos do Manual de Mineração e Lixo Eletrônico. Fonte: <http://www.greenpeace.org>

<sup>8</sup>O Site [Comppet.ufo.br](http://Comppet.ufo.br) afirma em citação a respeito do relatório "Recycling - from E-Waste to Resources ( Reciclando- do Lixo eletrônico aos Recursos) -2010.

Observando outras formas de se reutilizar o lixo eletrônico, a arte tem contribuído muito para que esses materiais possam estar de volta ao ciclo de utilização, através de Tecnojóias, quadros, esculturas, artigos de decoração, etc. A partir disto, é possível citar como exemplo as figuras a seguir. Sejam:

Tecnojóias: A reutilização através das Tecnojóias faz uso de peças de eletrônicas como, computadores, impressoras que já chegaram ao final da sua vida útil. Além de dar uma nova utilidade para produtos que usualmente vão parar no lixo, ainda conseguem ser produtos belos, de fácil utilização no dia-a-dia. Aqui no Brasil, em São Paulo, existe uma artesã e artista plástica chamada Naná Hayne que trabalha com as Tecnojóias e outras artes oriundas do lixo eletrônico transformando-as em peças lindas e únicas, bem como as peças produzidas pela Universidade Federal da Paraíba, UFPb.



**Figura 1.** Tecnojóias

Fonte: <http://nanahayne.wordpress.com/>



**Figura 2.** Quadro feito a partir de resíduos de componentes eletrônicos

Fonte: <http://www.ufpb.br/>



**Figura 3.** Banqueta feita a partir de resíduos de componentes eletrônicos [ criada pelo designer chileno Rodrigo Alonso.]

Fonte: <http://ciclovivo.com.br/>



**Figura 4.** Letreiro feito a partir de resíduos de componentes eletrônicos

Fonte: <http://lixoeletronico.org/blog/empresa-inova-com-outdoor-de-eletronicos-usados>

Conforme nas figuras acima, o lixo eletrônico é um material muito rico, no qual muitas coisas podem ser reaproveitadas, como fios, plásticos, PVC, ouro, platina, prata. Porém, mesmo que esses produtos tenham uma capacidade de reaproveitamento muito grande, existem também em seus componentes materiais altamente poluentes e contaminantes, por esse motivo deve-se ter muita cautela ao descartá-los, tendo a preocupação com a forma correta de descarte para evitar a contaminação ambiental e os danos à saúde.

Admitindo que existem formas diferentes para separação dos resíduos eletrônicos, e elas dependem do tipo de lixo coletado e do que vai ser reaproveitado. São alguns processos mais descomplicados, como a separação para obter o plástico PVC, por exemplo, e outros exigem processos mais complexos tecnologicamente, cuidados de segurança, uma vez que os produtos participantes deste processo de separação envolvem metais nobres e tóxicos. Por esse motivo a reciclagem dos eletro-eletrônicos enfrenta uma certa dificuldade pois, não é um processo tão simples como separar materiais para coleta seletiva comum.

Este processo é uma reciclagem que envolve processos industriais mais elaborados, e a associação de catadores não teria equipamentos com tanta tecnologia para fazer a separação desses materiais uma vez que esse é um processo que envolve muitas etapas.

Por fim, de acordo com o Prof. Hugo Veit, da UFRGS<sup>9</sup>, do curso de Engenharia de Materiais, a respeito da reciclagem de eletrônicos, existem dois tipos de reciclagem para o lixo eletrônico, a dos metais e dos plásticos. Na reciclagem dos metais são utilizados 4 etapas que se baseiam em processos metalúrgicos, e na reciclagem dos plásticos são utilizadas 3 etapas. Segue abaixo a descrição desses processos.

### Classificação de Resíduos

A criação de uma norma que orienta a classificação de resíduos é considerada um avanço na gestão ambiental brasileira, pois a sua utilização é de grande importância para identificar o grau de periculosidade dos resíduos sólidos gerados, para que sejam manipulados de forma segura, garantindo assim, a salubridade do ambiente e a preservação dos recursos naturais (CONAMA, 1993).

Resíduos podem ser considerados todos e quaisquer materiais que sobram após uma ação antrópica ou processo produtivo (CONAMA, 2002). Há diversos tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) que são provenientes ou gerados nos processos de extração de recursos naturais, na transformação, fabricação ou consumo de produtos e serviços.

A responsabilidade pela coleta e destinação do lixo gerado pode variar de estado para estado e de município para município de acordo com a legislação local, porém geralmente se distribui da seguinte forma: os municípios são responsáveis pela coleta e destinação dos resíduos domiciliares, comerciais e públicos; e os resíduos de serviços de saúde, industrial, de portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, agrícolas e entulhos, são de responsabilidade de quem os gerou (PNRS, 2010).

Quadro 3 - Processos metalúrgicos da reciclagem dos metais

Pirometalurgia	São processos térmicos com a fundição do resíduo, onde ele é queimado. A parte plástica evapora e a metálica vira uma liga metálica. (Liga metálica é a união de dois ou mais metais, podendo até apresentar semimetais e não-metais, mas sempre com predominância dos elementos metálicos.) E é a partir dessa liga que se separa o cobre do ferro, do alumínio etc. O problema dessa rota é que, como estamos queimando o lixo, e a parte plástica é tóxica, e é preciso ter um bom sistema de escapamento. Porém, processos térmicos têm um grande consumo energético, já que exigem altas temperaturas.
Hidrometalurgia	Neste processo o resíduo é lavado para dissolver a parte metálica e levar os metais para uma solução iônica. Assim, podemos separá-los entre si.
Processamento mecânicos	Nesta etapa se utiliza a diferença de propriedades físicas. Alguns metais são mais pesados, magnéticos ou condutores.

Fonte: <http://www.observatoriodorecife.org.br/> Adaptado pela autora.

É de fato lamentável verificar que este processo de reaproveitamento dos eletrônicos não aconteça em larga escala no país, pois, muitos componentes eletrônicos podem ser reaproveitados de diversas formas, seja pela reutilização em forma de arte, seja pela reciclagem onde as peças desses produtos podem ser inseridas novamente na linha de produção

<sup>9</sup>Escola de Engenharia- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

se transformando em novos produtos. Por fim, há uma diversidade de opções para fins mais sustentáveis para que os resíduos eletrônicos não sejam associados ao lixo (RSU – Resíduo Sólido Urbano).

Assim, é possível visualizar que a preocupação em relação aos danos dos eletroeletrônicos ao meio ambiente existe, mas ainda faltam ferramentas que possam oficializar o cumprimento dessas ações, delegando responsabilidades tanto ao segmento industrial brasileiro, quanto à população, entendendo que a popularização dos aparelhos eletrônicos e a produção cada vez mais frequente dos mesmos, têm feito crescer a necessidade da reutilização e reciclagem desses produtos/componentes.

Enfim, é possível destacar, dada a discussão aqui colocada, que a destinação adequada do “lixo eletrônico” pode evitar danos à saúde, além de que o incentivo a reciclagem em países em desenvolvimento pode ainda gerar empregos, reduzir as emissões de gases-estufa e fazer o reaproveitamento de metais valiosos, como paládio, prata, ouro, cobre e índio, ampliando o dinamismo econômico do mercado.

## **MARCO LEGAL E TECNOLOGIA VERDE NA GESTÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS**

Não é nova a percepção de que os eletrônicos ganharam muita força no mercado, onde nos últimos 20 anos, a indústria dos eletroeletrônicos cresceu de tal forma que a cada dia um novo produto é lançado, com cada vez mais tecnologia, bons preços, e mais pessoas para comercializá-los e consumi-los.

Com esse crescimento de forma acelerada, novos problemas em relação à saúde pública e impactos ambientais também surgiram, onde viu-se a necessidade de uma postura mais séria em relação ao destino desses resíduos que são descartados em aterros comuns diariamente.

Com isso, obteve-se a necessidade de se gerar leis mais específicas para uma possível resolução do problema. Estas são: Lei do lixo tecnológico - Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009, que foi sancionada apenas para o estado de São Paulo. “Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico”

Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008 que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio das pilhas e baterias. “Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.”

Lei nº 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos – (PNRS), que dispõe do seguinte termo inicial. Qual seja: “Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis”.

O Brasil é o mercado emergente que gera o maior volume de lixo eletrônico per capita a cada ano (UNEP, 2009). Com isso, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, constitui-se em uma ferramenta essencial vinda da extrema necessidade de proteção do meio ambiente, dando margem ainda, para o surgimento de novos projetos socioambientais.

Desta forma, as chamadas Tecnologias verdes, também são identificadas como grande avanço no quesito da gestão dos resíduos eletrônicos pois, elas trazem novos ideais para o mercado produtivo e também para o consumo sustentável. As concepções criadas no âmbito da tecnologia verde tem por objetivo gerar tecnologias que sejam menos impactantes ao meio ambiente, seja consumindo menos energia – tanto na produção, quanto no consumo –, seja pelo uso de matérias que não sejam agressivos ao meio ambiente, reaproveitamento, reciclagem dos produtos, a partir de fontes renováveis de energia e com produtos reutilizáveis. Por fim, utilizando o conceito de tecnologia, só que de uma forma mais “ecologicamente correta”, conforme amplamente discutido no ambiente acadêmico.

### **Aplicações para Resíduos Eletrônicos: Conforme a PNRS e a Resolução do Conama 401 /2008**

A Resolução do CONAMA 401/2008, foi uma medida legal criada com a intenção de se estabelecer os limites tóxicos contidos nas pilhas e baterias e também os critérios para sua comercialização em território nacional.

As pilhas e baterias são objetos usados com grande frequência, e descartados com frequência igual, pois não são produtos que possuem uma vida útil muito duradoura, e por terem em sua composição elementos nocivos a saúde e ao meio ambiente, foi vista uma necessidade de se criar uma legislação específica, decretando as formas adequadas para o sua produção e eventual descarte.

Essa lei prevê as quantidades máximas dos metais pesados utilizados nesses produtos em território nacional, ou seja, as pilhas e baterias fabricadas no Brasil possuem um padrão diferenciado, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental causado na hora do seu descarte.

“Considerando a necessidade de reduzir, tanto quanto possível, a geração de resíduos, como parte de um sistema integrado de Produção Mais Limpa, estimulando o desenvolvimento de técnicas e processos limpos na produção de pilhas e baterias produzidas no Brasil ou importadas;

Considerando a ampla disseminação do uso de pilhas e baterias no território brasileiro e a conseqüente necessidade de conscientizar o consumidor desses produtos sobre os riscos à saúde e ao meio ambiente do descarte inadequado;

Considerando que há a necessidade de conduzir estudos para substituir as substâncias tóxicas potencialmente perigosas ou reduzir o seu teor até os valores mais baixos viáveis tecnologicamente; e Considerando a necessidade de atualizar, em razão da maior conscientização pública e evolução das técnicas e processos mais limpos, o disposto na Resolução CONAMA nº257/99”.

Considerando que essa lei prevê as quantidades máximas dos metais pesados utilizados nesses produtos em território nacional, ou seja, as pilhas e baterias fabricadas no Brasil possuem um padrão diferenciado, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental causado na hora do seu descarte. Sendo assim, pode-se dizer que é suma importância que uma determinação legal tenha sido estabelecida, uma vez que que pilhas e baterias são muito usuais no território brasileiro, de fácil acesso, com grande possibilidade de substituição, logo, são descartadas com muita facilidade, o que poderia vir a se tornar um grande problema ao meio ambiente se esse descarte não fosse feito de forma correta, vide a legislação vigente.

A PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, foi criada em 03 de agosto de 2010 como uma forma de garantir (legalmente) que as empresas sejam responsáveis pelos seus resíduos, dando uma sanção para cada impacto, de acordo com tipo de resíduo, local impactado, gravidade do impacto.

Esta lei não trata individualmente os resíduos eletroeletrônicos, ela dá uma especificação para (diversos) resíduos, entretanto não se aplica aos rejeitos radiotivos, pois estes possuem legislação outra, igualmente específica.

Pelo exposto, o art. 33 da PNRS, especifica que “São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes

Deste modo, percebe-se que a atenção dada, por parte do poder público, ao tema gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos estão inseridos nesta Lei, especificando que a Logística Reversa é umas das formas de se manter os resíduos gerados com capacidade potencial em retroalimentar o processo produtivo, numa proposta de reciclagem/reuso amenizando, assim, os impactos ambientais causados pela destinação irresponsável destes resíduos, de acordo com a legislação vigente.

Por fim, dado o contexto, este marco legal tem sido responsável pelo processo transformador do mercado, isto é, ambiente corporativo, pois determinou um avanço na capacidade gestora e, sobretudo, nas boas práticas em gestão ambiental empresarial

## **Educação ambiental x TI verde: breves concepções**

A Educação Ambiental é uma ferramenta que possibilita uma visão do mundo através do viés ambiental. Permitindo assim, uma aprendizagem que envolve a experiência de vida do indivíduo com o meio, e como o mesmo lida com o meio ambiente em sociedade, sabendo que o preservar é para si e para o seu próximo.

De acordo com o que dispõe a Lei 9795 de 27 de abril de 1999 – A Política Nacional de Educação Ambiental.

“Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

“Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.”

A Educação Ambiental é um processo essencial para o sucesso dos projetos de cunho socioambiental pois, se admitida como um vetor de informação, que irá vender uma imagem positiva, fundamentará o motivo da funcionalidade da ideia da Tecnologia verde, e, irá demonstrar que a mesma poderá trazer avanços nesta Era Digital, com inovações no ramo da

tecnologia que beneficiem tanto ao seu usuário, quanto ao meio ambiente, com produtos que sejam capazes de reduzir sua ação impactante, se utilizando de materiais com o efeito sustentável e de fontes renováveis de energia.

A partir deste ponto há a difusão do conhecimento sobre os efeitos da Tecnologia Verde, onde os cidadãos vão tomar conhecimento da importância dos cuidados básicos com o meio ambiente, reutilização, reciclagem, consumo consciente, dentre outros. Assim, ela (Educação Ambiental), passa a ser vital pois, dará oportunidade à população para o acúmulo de conhecimento, fundamental para manter a qualidade de vida, e também um meio ambiente saudável para atingir objetivos intrageracionais e intergeracionais, vide Agenda 2110.

Para facilitar o conhecimento sobre que é o TI verde, a Educação Ambiental virá como uma peça chave pois, as pessoas tem que saber o porquê de se usar produtos de fontes renováveis, que sejam reutilizáveis, "A pessoa tem que ser informada sobre o porquê de fazer a coleta e como aquilo se reverterá em benefícios, não só para a família dela e seus descendentes", explicou o coordenador do núcleo de Educação Ambiental do Prevfogo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), 11 Genebaldo Freire.

De acordo com o que foi dito, é possível ver os benefícios que a T.I verde traz, não possuem sua origem, diretamente ligada ao material reciclado, mas também de produtos que diminuem o impacto no meio ambiente.

Enfim, percebe-se então, que fazer o uso da Educação Ambiental como instrumento para maximizar o número de indivíduos que podem vir a participar dessa atitudesocioeducativa/socioeconômica, sendo a própria população responsável por parte da diminuição dos resíduos descartados de forma incorreta, e por serem também agentes promotores dessa diferença na história de um país livre, com o viés da auto-suficiência no processo gerenciamento de resíduos tecnológicos gerados e descartados inadequadamente junto ao meio ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo foram obtidos resultados do quão prejudicial são os resíduos eletrônicos dispostos na natureza, sem tratamento prévio, para a saúde humana e ambiental, tendo visto que seus elementos tóxicos podem deixar imprópria para o uso o local afetado, e impróprios para o consumo a água e os alimentos plantados em local contaminado. Permitindo também, que os seres humanos expostos a estes resíduos tenham sua saúde postas em riscos, desde o momento que esses elementos tóxicos, que contém metais pesados, entrem em contato com seu organismo, e até mesmo com a pele, pois estes causam sérios danos ao sistema nervoso central, problemas respiratórios, propensão ao câncer cerebral, de pulmão, de pele, doenças cardiovasculares, dentre outros.

Foi possível constatar ainda, os benefícios oriundos que empresas especializadas no recolhimento de produtos eletrônicos para um posterior reaproveitamento proporcionam ao impedirem que esses elementos tenham a natureza como destino final e que com o trabalho realizado ainda proporcionam uma iniciação a inclusão digital, assim como foi usado o exemplo da Fábrica Verde do Complexo do Alemão no RJ, que foi visitada durante a produção deste trabalho, com o objetivo de obtenção de conhecimento a respeito do reaproveitamento de resíduos eletrônicos e seus impactos positivos socioambientais. Uma vez que, a Fábrica verde, beneficia ambos os campos, o social e o ambiental, com trabalho que tem realizado.

O estudo teve também o objetivo de demonstrar que a Educação Ambiental é a ferramenta chave para dar início a uma nova Era de atitudes sustentáveis. Uma vez que, através dela, é possível transmitir o conhecimento das "boas práticas ambientais", passando a diante, para a população, o quão importante é que a consciência ambiental exista dentre os cidadãos como uma forma de "conciliar métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica."<sup>12</sup> Isso, para que se haja consciência dos efeitos dos metais pesados oriundos da má disposição dos resíduos eletrônicos no ambiente e as formas corretas de descarte de acordo com as "boas práticas ambientais" e com a legislação ambiental brasileira de descarte de resíduos – Lei nº12.305/2010 que institui a Política Nacional de resíduos Sólidos, e a Lei de crimes ambientais – Lei nº9.605/1998 .

Através do trabalho realizado, foi possível perceber as carências que o gerenciamento de resíduos sólidos, em específico o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos, enfrentam ao se deparar com o que foi sancionado legalmente na Política Nacional de Resíduos Sólidos e o que ocorre na prática desse gerenciamento.

<sup>10</sup> A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Extraído do site <http://www.mma.gov.br/>

<sup>10</sup> Entrevistado por Ana Lúcia Caldas Repórter do *Radiojornalismo*, em matéria: "Educação é fundamental para a coleta seletiva e reciclagem do lixo" para o site <http://agenciabrasil.etc.com.br/>

<sup>12</sup> Trecho extraído da definição de Agenda 21 fornecido pelo Ministério do Meio Ambiente. Fonte: <http://www.mma.gov.br/>

Foi constatado ainda, que um dos principais fatores responsáveis pela falta da estrutura necessária para que se dê continuidade ao projeto de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos é a falta de uma legislação específica e a carência informativa a respeito do tema. Pois, essa é vista como uma forma de passar para população, e, para as indústrias/empresas como os efeitos da destinação incorreta são danosos ao meio ambiente e à saúde, e ainda, a importância de se rever a forma de como o tema é abordado perante a sociedade, dadas as suas repercussões e desdobramentos, no que se refere ao avanço tecnológico e ao descarte do mesmo.

É necessário destacar também o quanto o trabalho socioambiental é importante para esse tipo de projeto pois, auxilia não apenas na propagação de informação sobre o problema em si, mas vem também como uma forma de ajudar que se formem novos projetos de cunho social com o intuito de passar a diante os problemas da má segregação do lixo eletrônico e encontro com essa ideia, ainda auxiliar a população no que se trata de formação/capacitação no que se refere ao reparo desses aparelhos para um uso posterior, quanto a geração de emprego oficinas de reciclagem de eletrônicos.

Pelo exposto, é possível ressaltar que para atingir a funcionalidade de um adequado trabalho de gerenciamento de resíduos eletrônicos no Brasil, deve-se levar em consideração um conjunto de fatores associados, que devem funcionar para o potencial alcance das metas estabelecidas no projeto, garantindo assim resultados positivos para a discussão em questão.

Alguns dos fatores para tanto reside na ampliação dos serviços de reciclagem dos eletrônicos, juntamente com seus pontos de coleta, indicando de forma transparente as ações e boas práticas ambientais nesta ordem. Um outro fator é o trabalho de educação ambiental para “(re)educar” a população no que se refere ao descarte correto dos eletrônicos, sendo essa uma ação em conjunto com os serviços de cunho socioambiental, apontando para o estabelecimento de um marco legal com um viés específico para o caso, onde assim ocorra um processo harmonizador e/ou consorciado entre o trabalho prestado, reconhecimento e entendimento da população.

Enfim, conclui-se que deve-se ter uma preocupação maior vinda do poder público como base (legal) para que isto ocorra. Sendo assim, tendo um apoio vindo da legislação, será possível por em prática projetos que possam mudar o cenário atual do gerenciamento de resíduos sólidos dos eletrônicos, para que possa se obter benefícios ambientais, sociais, econômicos e à saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAZZOLI, M. D. & VIEIRA, R. Lixo tecnológico/eletroeletrônico: do problema a possíveis soluções ambientais no caso brasileiro. Anais da XXI Jornada de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. CD-ROM, 2011. ISSN 1809-1342.

MAZZA, A & ALMEIDA, A. L. P de. VADE MECUM ambiental. Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008.

MURO, A. Publicações Sobre Contaminação Ambiental Decorrente De Resíduos Sólidos De Equipamentos Eletro-Eletrônicos (E-waste), Durante O Período De 1990 A 2010. Ano 2011 Consultado em 28-08-2012

SILVA, B. D. et all. RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL 2007  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/br/> Consultado em 29/10/2012

VIEIRA, K. N. et all A Logística Reversa Do Lixo Tecnológico: Um Estudo Sobre O Projeto De Coleta De Lâmpadas, Pilhas E Baterias Da Braskem. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental. Set.- Dez. 2009, V.3, Nº.3, p.120-136 Consultado em 28-08-2012

Sites Consultados

<http://www.agenciabrasil.ebc.com.br>. Consultado em 28/03/2013

<http://www.comppet.ufo.br>Citação do relatório Recycling-from e-waste to resources Consultado em 20/11/2012

<http://www.facadiferente.sebrae.com.br>. Consultado em 05/03/2013

<http://www.greenpeace.org>Manual da mineração e Lixo Eletrônico do greenpeace (2011). Consultado em 20/02/2013

<http://www.hsw.uol.com.br>Os perigos do lixo eletrônico Consultado em 12/11/2012

<http://www.ibama.gov.br>Consultado em 10/11/2012

<http://www.istoedinheiro.com.br>Conceito de Fábrica Verde. Consultado em 28/03/2013

<http://www.jusbrasil.com.br>legislacaoLei do lixo tecnológico, Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009 de São Paulo. Consultado em 07/11/2012

<http://www.jus.com.br> Consultado em 10/05/2013

<http://www.lixoeletronico.org> Consultado em 13/11/2012