

UMA VISÃO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS DE APARELHOS DE CELULAR.

Aline Guimarães Monteiro Trigo (*), Thainá Rodrigues Antunes, Rodrigo Samico Balter

* CEFET-RJ aj.trigo@ig.com.br

RESUMO

A produção e o consumo acelerado de novos produtos eletroeletrônicos vêm gerando uma gama de “resíduos” em decorrência da revolução tecnológica dos últimos anos que produz equipamentos em larga escala, com muitas utilidades. Isso leva a um aumento na diversidade de equipamentos, que rapidamente caem em desuso, representando uma quantidade significativa dos resíduos descartados. Para que haja um gerenciamento adequado dos impactos ambientais gerados por um produto eletroeletrônico, este trabalho avalia, por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a sustentabilidade social, econômica e ambiental do produto eletroeletrônico em questão, o aparelho de celular. Nesse sentido, diante das questões ambientais levantadas e da preocupação com o descarte do lixo eletrônico, é importante que haja uma conscientização dos consumidores e responsabilidade das empresas quanto ao ciclo de vida de um celular e, além disso, uma maior fiscalização por parte dos órgãos governamentais para que seja cumprida a Política Nacional de Resíduos Sólidos, visto que seus impactos ambientais são de grande extensão. Recomenda-se que empresas de celular desenvolvam programas para dar suporte aos consumidores após o tempo de vida útil de seus aparelhos, a fim de se adequar as normas e leis regulamentadas. Busca-se, com isso, assegurar que todos os produtos recolhidos sejam reciclados da maneira mais eficiente para minimizar o volume de materiais não recuperáveis e maximizar os materiais utilizáveis, atendendo as dimensões da sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de ciclo de vida, Produtos eletroeletrônicos, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A produção e o consumo acelerado de novos produtos eletroeletrônicos vêm gerando uma gama de “resíduos”, principalmente, em decorrência da revolução tecnológica dos últimos anos que produz equipamentos em larga escala, com muitas utilidades. Isso leva a um aumento na quantidade e diversidade de equipamentos, que rapidamente caem em desuso, representando hoje uma “gama” significativa dos resíduos descartados.

Em 2011, o Greenpeace apresentou dados que indicaram a crescente produção de resíduos eletroeletrônicos, como os detritos elétricos e eletrônicos que estão entre as categorias de lixo de mais alto crescimento no mundo. Anualmente são produzidos cerca de 50 milhões de toneladas de dejetos eletrônico no planeta [1].

Compreender o ciclo de vida de um produto eletroeletrônico é conhecer o projeto desenvolvido, iniciando pela escolha das matérias primas, apreciando o processo de beneficiamento, identificando os pontos de venda onde é comercializado e os pontos de recebimento dos resíduos e orientando os consumidores sobre as melhores práticas acerca, principalmente, do encaminhamento pós-consumo do produto. É importante que haja a conscientização daqueles que, direta ou indiretamente, estão envolvidos no ciclo de vida do produto, seja como consumidor, produtor, distribuidor, catador, organizações privadas e governamentais. De forma que, como consumidor, ao adquirir um produto eletroeletrônico, saiba o destino mais ambientalmente adequado para os resíduos provenientes do produto; como catador, identifique, segregue e recolha os resíduos para posterior reciclagem e como demais atores ambientais desse cenário saibam as possíveis reduções de custos e oportunidades de melhoria que surgiram.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é demonstrar a importância da avaliação do ciclo de vida de um produto eletroeletrônico, mais especificamente os aparelhos celulares, visando a sustentabilidade a partir dos seguintes objetivos específicos:

- Identificar os impactos ambientais dos componentes dos celulares, bem como dos resíduos eletroeletrônicos provenientes dos aparelhos celulares;
- Verificar a destinação do resíduo eletroeletrônico quanto à adequação ao princípio da Responsabilidade Compartilhada e à aplicação do instrumento de Sistema de Logística Reversa, da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Este trabalho classifica-se, quanto à natureza, como de pesquisa básica, onde os conhecimentos são utilizados em pesquisa aplicada. Quanto aos objetivos, enquadra-se como uma pesquisa exploratória, proporcionando maior familiaridade com o tema, e quanto aos procedimentos, é um estudo de caso da avaliação do ciclo de vida de um aparelho celular.

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

A Avaliação do Ciclo de Vida - ACV (*Life Cycle Assessment - LCA*) é uma ferramenta utilizada para avaliar o impacto ambiental de todas as etapas necessárias para fabricar, distribuir, utilizar e reuso/reciclagem de produtos ou serviços [2], como verificado na Figura 1.

A partir dessa perspectiva, a ACV funciona como uma metodologia de apoio ao gerenciamento ambiental e ao desenvolvimento sustentável, considerando que o gestor responsável deve ampliar os aspectos econômicos para incluir as dimensões sociais e ambientais em seus projetos. Espera-se que, em seus resultados, haja o equilíbrio entre a proteção do ambiente e recursos com a destinação de forma correta dos resíduos; socialmente, o desenvolvimento de comunidades justas, com o uso da reciclagem e economicamente, a facilidade no acesso a recursos e oportunidades.

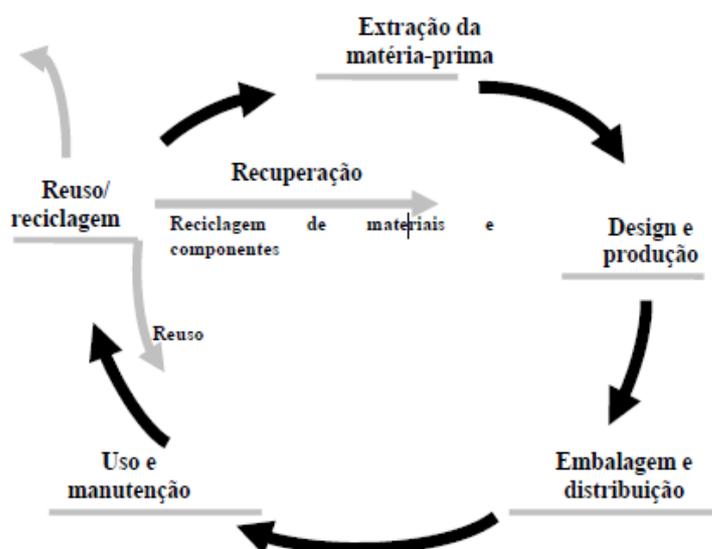


Figura 1: Etapas do ciclo de vida de um produto ou serviço - Fonte: Sonnemann, 2005.

A estrutura conceitual no qual se baseia a ACV foi padronizada pela *International Organization for Standardization* (ISO). Em 2006, as normas de ISO 14040, 14041, 14042 e 14043 foram compiladas nas normas ISO 14040 (2006) e 14044 (2006) [2]:

- ISO 14040: *Life Cycle Assessment, Principles and Framework* (2006) - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura. Estabelece os quatro elementos/ componentes gerais e metodologias para uma ACV de produtos e serviços, os quais são [4]:
 - Definição de objetivos e âmbito – Define e descreve o produto, processo ou atividade. Estabelece o contexto no qual a avaliação é para ser feita e identifica os limites e efeitos ambientais a serem revistos para a avaliação.
 - Análise de inventário – Identifica e quantifica a energia, água e materiais utilizados e descargas ambientais (por exemplo: emissões para o ar, deposição de resíduos sólidos, descargas de efluentes líquidos).
 - Análise de impacto – Analisa os efeitos humanos e ecológicos da utilização de energia, água, e materiais e das descargas ambientais identificadas na análise de inventário.

- Interpretação dos resultados – Avalia os resultados da análise de inventário e análise de impactos para selecionar o produto preferido, processo ou serviço com uma compreensão clara das incertezas e suposições utilizadas para gerar os resultados.
- ISO 14044: *Life Cycle Assessment, Requirements and Guidelines* (2006) - Avaliação do Ciclo de Vida - Requisitos e Diretrizes. Especifica requisitos e proporciona um guia para avaliação do ciclo de vida [4].

Há vários benefícios na elaboração de um estudo de ACV, dentre eles: analisar os balanços (ganhos/perdas) ambientais associadas ao produto ou serviço específico; desenvolver uma avaliação das consequências ambientais associadas a um produto ou serviço; quantificar as descargas ambientais para todo o meio ambiente (seja pelo ar, água ou solo); avaliar os efeitos humanos e ecológicos do consumo de materiais e descargas ambientais para a comunidade local, regional e global, e promover o marketing institucional e do produto [5].

Enquanto as principais dificuldades encontradas para a aplicação dessa metodologia são: a falta de pessoas qualificadas e a disponibilidade de bancos de dados com informações sobre a ACV de insumos industriais básicos como energia, aço, cimento, etc. Além disso, existe a falta de incentivos fiscais por parte do Estado para aquelas empresas que desejam realizar e mudar os pontos críticos identificados na avaliação [6].

PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS

Os produtos eletroeletrônicos, assim como os celulares, são equipamentos alimentados por energia elétrica e constituídos por circuitos eletrônicos. Além disso, são produzidos em alta escala e seus componentes são constituídos por diversos tipos de matérias primas que possuem alto custo ambiental. Isso quer dizer que as substâncias nocivas apresentadas em suas composições possuem um tempo de decomposição extenso e por isso, podem causar graves impactos negativos ao meio ambiente e riscos para a população.

Por esses motivos, é importante evitar o descarte desses produtos de qualquer maneira, providenciando o descarte adequado dos resíduos, contribuindo, assim, para reduzir a extração de matérias primas e a contaminação do solo e da água. É nesse contexto que a aplicação deste instrumento de gestão – ACV, bem como a apresentação de recomendações para interpretação dos resultados da análise dos impactos vem contribuir para a sustentabilidade.

O CICLO DE VIDA DE UM CELULAR

A produção de um celular necessita de recursos naturais minerais como o Cádmiu, Chumbo, Níquel, Paládio, Silício, Antimônio, Arsênio, Tântalo, Cromo, Platina, Bromo, Cloro, Ferro, Cobre, Zinco, Estanho, Alumínio, Prata, Bismuto, Ouro, Berílio e o Petróleo Bruto, sendo eles extraídos das mais variadas localidades do mundo [7].

Logo, o ciclo de vida do produto eletrônico em estudo deve compreender a descrição de cada uma das etapas para a fabricação do celular, passando pela montagem do mesmo e transporte para as lojas revendedoras. Ao chegar ao consumidor, após alguns anos de uso, o mesmo deve ser descartado de forma adequada, atendendo assim as dimensões sociais, ambientais e econômicas, bem como algumas exigências legais.

Na montagem do celular, verificam-se os seguintes elementos. Dentro da carcaça é reunida toda a parte eletrônica. A tela é acoplada diretamente nos circuitos eletrônicos. A carcaça já é planejada para receber a bateria e a capa do celular juntamente com o teclado.

Para a fabricação dos circuitos eletrônicos, são usados circuitos integrados por uma série de benefícios, como a redução do tamanho, o baixo custo, a alta resistência mecânica, bem como a confiabilidade de funcionamento e o grande desempenho. Os circuitos são formados por resistores, transistores, componentes de polarização e regiões isolantes [7].

Quanto à fabricação do teclado, seus principais componentes já foram plásticos, silicone e prata. Com o surgimento de novas tecnologias, esses materiais foram sendo substituídos por outros mais resistentes e leves

[7]. Um avanço tecnológico que contribuiu para a diminuição da extração de matéria prima para esse fim foi o surgimento das telas *touchscreens* (telas sensíveis ao toque), já que os celulares com essa tecnologia não precisam de teclados.

A carcaça é o componente responsável pela proteção de todos os outros elementos do aparelho. Os materiais usados na fabricação da carcaça são derivados da bauxita. Com vistas à otimização da produção e à busca pela sustentabilidade, experimentos foram realizados para a aplicação de polímeros biodegradáveis [7].

O principal composto da tela LCD é um mineral raro, chamado índio. Esse mineral geralmente é encontrado na extração de outros minérios, contudo, o que dificulta ainda mais o seu uso é a separação química necessária para usar o índio “puro”. Por esses motivos, a fabricação da tela LCD é uma das partes mais caras do celular [7].

Em relação à bateria, os principais materiais usados na sua produção eram metais pesados de fácil contaminação ao meio ambiente. Mas, hoje em dia, há outros materiais usados, como íon-lítio, que diminuiu o grau de periculosidade de contaminação.

Cabe destacar os tipos de baterias existentes com suas vantagens e desvantagens [8]:

- Baterias NiCd: A bateria de níquel cádmio foi o primeiro tipo de pilha ou bateria recarregável a ser desenvolvida. Essas baterias eram as mais usadas nos celulares. Atualmente, foi substituída pelas baterias de lítio. A vantagem desse produto é o baixo custo e as desvantagens são: menor tempo de vida útil, menor capacidade de carga e chance maior de sofrer um problema chamado “efeito memória”¹.
- Baterias NiMH: As baterias de níquel-hidreto metálico (NiMH) têm a vantagem de serem menos vulneráveis ao “efeito memória” e também serem menos tóxicas. Além disso, podem armazenar mais energia se comparadas com as baterias NiCd. A desvantagem é o custo elevado.
- Baterias Li-Ion: A bateria de íon lítio é a mais recente dos tipos de bateria de celular citados. Podem armazenar muito mais energia, propiciando maior tempo de uso sem necessidade de recarga, além de serem mais leves. Outra vantagem é que elas não são afetadas pelo “efeito memória” e podem ser recarregadas sem a necessidade de esperar o descarregamento total da bateria.
- Baterias de Polímeros Li: Estas utilizam um polímero seco que permite serem manufaturadas em uma variedade maior de formas e tamanhos do que as baterias de íon lítio. Além disso, elas utilizam também um eletrólito para aumentar a condutância, são mais leves porque não requerem as embalagens do metal como as baterias Li-Ion e são mais seguras. A desvantagem é que são mais caras e não armazenam tanto a carga.

A etapa de transporte para as lojas revendedoras acontece depois que o aparelho é montado e ter passado por todos os testes de qualidade, segurança e atendido os padrões da ISO 9000. O produto é transportado, geralmente, por caminhões até as autorizadas e revendedoras da marca. Depois que o produto é vendido e utilizado até um possível descarte, o mesmo é encaminhado a central de recolhimento do produto de cada empresa para entrar na política de reciclagem. A figura 2 descreve o ciclo de vida de um celular.

¹ O efeito memória se verificou nos celulares, cujas baterias não eram de íon-lítio, com certa constância. As baterias registravam como carga total apenas a diferença entre a capacidade máxima de carga e o ponto inicial da bateria, ou seja, a bateria vazia. Assim, se elas fossem recarregadas com 30% de energia útil sobrando, o carregador, nas próximas vezes, iria carregar somente 70% do restante, mesmo que estivessem esgotadas completamente.



Figura 2: Ciclo de vida de um celular – Fonte: Adaptado ITAUTECH, 2011.

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DO CELULAR

Existem vários problemas causados por alguns componentes utilizados na produção do celular, tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente, que foram levantados a partir da sua ACV, os quais são [8], [10]:

- Circuitos eletrônicos: Metais como o ouro e paládio, usados nessa etapa, são raros. A extração dos mesmos é poluente e pouco produtiva, pois para produzir uma tonelada de ouro, são gerados ao menos 10 mil toneladas de CO₂, o gás carbônico, que contribui para fenômenos como o aquecimento global, “ilhas de calor” e inversão térmica.
- Bateria: No processo de confecção dessa parte, são usados, dentre outros, o níquel e o cobalto. Eles são obtidos pela mineração, por essência altamente impactante.
- Carcaça: Os polímeros, como o PVC e o policarbonato, são derivados do petróleo, que é uma fonte não renovável. Além disso, a produção de alumínio exige um gasto imenso de energia e água.

- Tela de LCD: O índio é um mineral raro em forma pura (normalmente é obtido na extração de outros minérios) e por isso, além do impacto da mineração, ainda há um grande gasto de energia na eletrólise para separar o minério.
- Teclado: A tela sensível ao toque foi um bom avanço tecnológico para o meio ambiente, pois dispensa o uso de silicone e plástico, que são materiais mais difíceis de reutilizar ou reciclar que o vidro. Outros celulares sem essa tecnologia possuem o teclado do mesmo material que a carcaça.

O transporte do produto até as autorizadas geralmente é feito por caminhões que utilizam como combustível o óleo diesel. É um produto derivado do petróleo, inflamável e com nível médio de toxicidade. Durante a sua queima como combustível libera na atmosfera uma grande quantidade de gases poluentes.

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Considerando que os equipamentos eletroeletrônicos são compostos por diversos materiais que podem ou não ser reciclados e causar ou não danos ao meio ambiente e à saúde da população, cabe destacar a característica de periculosidade ao meio ambiente, que possuem os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, também denominados Resíduos Eletroeletrônicos (REEs), Resíduos Tecnológicos, e-resíduos ou popularmente lixo eletrônico,

[...] resíduos da rápida obsolescência de equipamentos eletrônicos, que incluem computadores e eletrodomésticos, entre outros dispositivos. Tais resíduos, descartados em lixões, constituem-se num sério risco para o meio ambiente, pois possuem em sua composição metais pesados altamente tóxicos, como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo. Em contato com o solo estes metais contaminam o lençol freático e, se queimados, poluem o ar além de prejudicar a saúde dos catadores que sobrevivem da venda de materiais coletados em lixões (NATUME, SANT'ANNA, 2011, p.15).

Sob o aspecto legal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – lei nº 12.305, de 2010 - exige que as empresas sejam cobradas e tenham responsabilidade acerca dos impactos que são gerados durante todo o processo de fabricação de seus produtos, incluindo as áreas de extração de matérias primas, a reutilização e a possível reciclagem [11].

Entretanto, é notável que nem toda a população tem conhecimento dos processos de reciclagem de pilhas e baterias. Há também problemas quanto aos postos de coleta das baterias usadas. Visto isso, a Resolução CONAMA nº 257/1999 regulamentou o descarte das baterias [12]:

Art. 1º As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

O CONAMA regulamentou, também, as quantidades de metais pesados, em especial o mercúrio, que podem ser usados em pilhas e baterias. Com isso, os impactos ambientais produzidos podem ser diminuídos significativamente, uma vez que as baterias não podem ser descartadas junto ao lixo doméstico. Por conter altas quantidades de metais pesados, serão coletadas por empresas responsáveis para dar destino adequado a esse material.

A nova lei menciona a “logística reversa”, que obriga fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores a terem uma responsabilidade maior, criando mecanismos para recolher as embalagens após o uso. Nesse mecanismo, todos os processos descritos na logística, porém de modo inverso, do ponto de consumo até seu ponto de origem, têm o propósito de gerar um descarte apropriado para coleta e tratamento do resíduo [13]. Ainda de acordo com a PNRS, todos os geradores de resíduos serão responsáveis, ou seja, os consumidores, importadores e fabricantes terão responsabilidades quanto à sua destinação correta, denominando-se de responsabilidade compartilhada.

Cabe ao consumidor final fazer a sua parte, seguindo as regras estabelecidas para a coleta seletiva com a segregação prévia dos resíduos, principalmente os contemplados pelo sistema de logística reversa: pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

DESTINO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Segundo Rodrigues [8], há uma carência de empresas especializadas no gerenciamento do lixo eletrônico, além de um desinteresse do mercado de materiais pelos resíduos eletrônicos, tendo como consequência o descarte inadequado desses resíduos junto com os demais resíduos domiciliares.

As empresas especializadas no reaproveitamento dos REEs apresentam alternativas para sua minimização. Essas empresas compram materiais eletrônicos descartados de órgãos públicos, bem como de outras empresas, onde fazem os reparos necessários para que voltem a funcionar. Mas, quando isto não é possível, desmontam e reaproveitam suas sucatas. O que permite reduzir a extração de novos recursos que são necessários para a fabricação de aparelhos celulares. De acordo com os dados da CEMPRE (2012), existem no Brasil, 29 recicladoras de resíduos eletroeletrônicos: 1 no Rio Grande do Sul, 2 no Paraná, 4 em Santa Catarina e as demais em São Paulo [14].

Cada empresa de celular desenvolve programas para dar suporte aos consumidores após o tempo de vida útil de seus aparelhos. A seguir, encontram-se alguns exemplos [7]:

- **SAMSUNG:** A Samsung Eletrônicas está desenvolvendo inúmeros programas com o objetivo de assumir a responsabilidade por seus produtos no fim de sua vida útil. Segundo a empresa, esta responsabilidade inclui assegurar que todos os produtos recolhidos sejam reciclados da maneira mais eficiente para minimizar o volume de materiais não recuperáveis e maximizar os materiais utilizáveis. Os consumidores podem dispor os antigos produtos portáteis na reciclagem de caixas disponíveis na rede de centros de serviços da Samsung.
- **MOTOROLA:** A empresa iniciou em 1998 o programa de coleta que segregava as baterias na rede de assistência técnica e com parceiros como as operadoras de telefonia celular. Em 2007, essa iniciativa expandiu, passando a ser um programa global chamado ECOMOTO que ofereceu meios e oportunidades aos consumidores em descartar não só a bateria, mas também aparelhos MOTOROLA de forma ambientalmente correta. Além disso, a empresa assegura que atende os requisitos da PNRS e demais legislações vigentes.
- **LG:** A LG Electronics busca fazer uma análise de ciclo de vida de cada um de seus produtos, baseadas em quatro estratégias principais: redução dos recursos, redução da emissão de CO₂, melhoria na capacidade de reciclagem e melhoria na eficiência energética. A LG também possui postos de coleta de aparelhos obsoletos e busca promover o retorno dos resíduos às fontes geradoras dos mesmos para que sejam tratados e aproveitados de maneira correta.
- **NOKIA:** A empresa criou cerca 6000 pontos de reciclagem em quase 100 países ao redor do mundo.
- **SONYERICSSON:** A empresa possui vários postos de coleta e garante que todos os aparelhos resgatados serão reciclados de forma ambientalmente correta. O aterro de resíduos nesse processo de reciclagem é mantido em uma mínima área. A maioria do material de reciclagem é reutilizado, seja recuperando partes como matéria prima secundária ou como energia. Os materiais restantes serão eliminados de forma ambientalmente consciente, de acordo com as leis e regulamentos aplicáveis.

CONCLUSÕES

Com o avanço tecnológico, as facilidades oferecidas pelo uso das tecnologias de comunicação vêm mudando profundamente o comportamento humano e a relação delas com os aparelhos eletroeletrônicos. Um desses aparelhos é o celular que, ao longo dos anos, deixou de ser um produto de posse das classes mais altas para tornar-se de uso popular, do qual muitas pessoas dependem.

Diante das questões ambientais levantadas e da preocupação com o descarte do lixo eletrônico, é importante que haja uma conscientização dos consumidores e responsabilidade das empresas quanto ao ciclo de vida de um celular e, além disso, uma maior fiscalização por parte dos órgãos governamentais para que seja cumprida a Política Nacional de Resíduos Sólidos, visto que seus impactos ambientais são de grande extensão. Recomenda-se que empresas de celular desenvolvam programas para dar suporte aos consumidores após o tempo de vida útil de seus aparelhos, a fim de se adequar as normas e leis regulamentadas.

Busca-se, com isso, assegurar que todos os produtos recolhidos sejam reciclados da maneira mais eficiente para minimizar o volume de materiais não recuperáveis e maximizar os materiais utilizáveis, atendendo as dimensões da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sato, P. Como funciona a reciclagem de computadores? Revista Nova Escola. Disponível em <http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/como-funciona-reciclagem-computadores-477630.shtml> Data: 2 de abril de 2013.
2. Barbieri, J. C. Cajazeira, J. E. R. Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática. São Paulo: Atlas, 2009.
3. Sonnemann, G. Background report for a UNEP guide to Life Cycle Management – A bridge to sustainable products. 2005. 108 p. Disponível em http://lcinitiative.unep.fr/default.asp?site=lcinit&page_id=A9F77540-6A84-4D7D-F1C-7ED9276EEDE3. Data: 27 de novembro de 2005.
4. ISO 14040, 2006. Environmental management – Lyfe Cicle Assessment – Principles and framework. First edition, Genève: Switzerland.
5. USEPA, 2001. U.S. Environmental Protection Agency and Science Applications International Corporation. LCAccess - LCA 101. 2001.
6. Lima, A.M.F. Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil: Inserção e perspectivas. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2007.
7. Oliveira, A.L.A.R e outros. Análise do ciclo de vida do celular com especificações no elemento lítio. Disciplina ‘Engenharia e Ambiente’ do primeiro semestre dos Cursos de Engenharia Automotiva, Eletrônica, Energia, Software. Faculdade UNB Gama. Universidade de Brasília. Professor orientador: Antônio Carvalho de Oliveira Junior. Dezembro de 2011.
8. Rodrigues, Angela Cassia. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. 2007. 301f. Dissertação (Mestrado). Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Santa Bárbara d’Oeste, SP.
9. ITAUTECH. Itautech e Sustentabilidade. Guia do Usuário Consciente de Produtos Eletrônicos. Itautech. Fevereiro, 2011 Disponível em <http://www.itautech.com.br/sustentabilidade>. Data: 21 de agosto de 2012.
10. Natume, R.Y.; Sant’anna, F.S.P. Resíduos Eletroeletrônicos: Um Desafio Para o Desenvolvimento Sustentável e a Nova Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo. Maio, 2011.
11. BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato-2007-2010/2010/lei/112305.htm. Data: 28 de março de 2013
12. CONAMA. Resolução CONAMA nº 257, 30 de junho de 1999 que estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

13. OLIVEIRA, A.A.; SILVA, J.T.M. A Logística Reversa no Processo de Revalorização dos Bens Manufaturados. Disponível em http://www.google.com.br/#sclient=psy-ab&q=%22logistica+reversa%22%2B%22MAIUSW%22&oq=%22logistica+reversa%22%2B%22MAIUSW%22&gs_l=serp.3...3296.13784.0.16877.23.18.0.5.4.656.6953.2-3j10j2j3.18.0...0.0..1c.1.20.psy-ab.emU0Rm26Y9I&pbx=1&bav=on.2,or.r_qf.&fp=b42019f291af2028&biw=1366&bih=667&bvm=pv.xjs.s.en_US.c75bKy5EQ0A.O. Data: 4 de junho de 2012
14. CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em http://www.cempre.org.br/serv_eletronicos.php>Data:6 de dezembro de 2012.

Agradecimento: Ao programa CEFET/RJ-PIBIC pela oportunidade de realizar esta pesquisa.