UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA AMBIENTAL

LUCIA LUCENA MORALES

GESTÃO DO RESÍDUO ELETRÔNICO EM UNIVERSIDADE: ESTUDO DE
CASO NO CENTRO DE DESCARTE E REÚSO DE RESÍDUOS DE
INFORMÁTICA (CEDIR) USP

SÃO PAULO
2014

LUCIA LUCENA MORALES

GESTÃO DO RESÍDUO ELETRÔNICO EM UNIVERSIDADE ESTUDO DE CASO
CEDIR USP

Tese Apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciência Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cecília Loschiavo dos Santos

Versão Revisada

SÃO PAULO
2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Morales, Lucia Lucena.

Gestão do resíduo eletrônico em Universidade: estudo de caso no centro de descarte e reúso de resíduos de informática (CEDIR) USP./ Lucia Lucena Morales; orientadora : Maria Cecilia Loschiavo dos Santos. – São Paulo, 2014.

109 f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo

1. Resíduos eletrônicos. 2. Sustentabilidade. I. Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Para minha filha, Catherine.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha Orientadora, Profa. Maria Cecília Loschiavo por me acolher desde o primeiro momento, e ser uma pessoa e uma profissional única.

Agradeço as pessoas que me apoiaram em diversos momentos, a Profa Sylmara Gonçalves Dias, Profa Lucia Helena Xavier, Profa.Tereza Cristina Carvalho e Neuci Bicov.

Agradeço ao Prof. Isak Kruglianskas por me acompanhar desde o Mestrado, e por ser uma pessoa e um profissional exemplar.

Agradeço a minha filha, Catherine, que no meio de tantos acontecimentos, me dá alegria e amor incondicional.

Agradeço a minha mãe, que sempre me deu exemplo de tranquilidade e superação.

Agradeço a meu marido, Eduardo, que sempre me incentivou nos momentos difíceis.

RESUMO

A geração de resíduos eletrônicos no mundo vem apresentando um problema para a Sustentabilidade, já que traz impactos ambientais, sociais e econômicos. Esse resíduo, algumas vezes ainda não identificado nas estatísticas de forma clara, proporciona um impacto relevante por se tratar de produtos baseados em elementos químicos pesados e contaminantes, como o mercúrio. As Universidades, assim como residências e organizações, também geram resíduos eletrônicos, e podem servir com exemplo na boa gestão dos mesmos. Assim, esse trabalho teve como objetivo estudar o caso do CEDIR/USP (Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática da Universidade de São Paulo), relatando as atividades realizadas desde o início dos trabalhos, as dificuldades encontradas e os benefícios alcançados até o momento.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo Eletrônico, CEDIR USP, Universidade Sustentável

ABSTRACT

The generation of electronic waste in the world is presenting a problem for Sustainability, as it brings environmental, social and economic impacts. This residue, sometimes not even identified in the statistics clearly provides a significant impact because it is based products in heavy chemical elements and contaminants such as mercury. Universities, as well as residences and organizations also generate electronic waste, and can serve as an example in good management. Thus, this work aimed to study the case of CEDIR / USP (Centre for Waste Disposal and Reuse of Informatics, University of São Paulo), reporting the work done since the start of work, the difficulties encountered and the benefits achieved to time.

KEYWORDS: Eletronic Waste, CEDIR USP, Sustainable University

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição de um Desktop	39
Tabela 2 – Recomendações ONU	52
Tabela 3 – Planejamento Financeiro	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do ciclo de vida de um produto	33
Figura 2 – Ciclo de Vida de REEEs	41
Figura 3 – CEDIR USP	69
Figura 4 – Imagem Interna do galpão do CEDIR após reforma	70
Figura 5 – Transformação de Lixo Eletrônico da USP	71
Figura 6 – Efeito multiplicador do centro para bordas da cadeia de regulação e consumo	80
Figura 7 – Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico da US	85
Figura 8 – Etapas do REEE no CEDIR USP	86
Figura 9 – Entrada do Galpão – Carga e Descarga	88
Figura 10 – Área de pré- triagem	89
Figura 11 – Área de Descaracterização	90
Figura 12 – Área de Triagem	91
Figura 13 – Área de Pesagem	92
Figura 14 – Área de Prensagem	93
Figura 15 – Área de Estoque	94
Figura 16 – Área de Descaracterização	95
Figura 17 – Área de Estoque	96
Figura 18 – Área de Triagem e Estoque	97
Figura 19 – Área de Triagem e Estoque	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dezesesseis Princípios da Carta Empresarial de 1991	28
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 Meio Ambiente	20
2.2 Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade	23
2.3 Empresas e Produtos	27
2.4 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) – Resíduo Eletrônico	35
2.5 Sustentabilidade na Universidade	48
3. ESTUDO DE CASO: CEDIR USP	65
3.1 Universidade de São Paulo - A Cidade Universitária	66
3.2 CEDIR	68
4. CONCLUSÃO	100
5. REFERÊNCIAS	103

1 - INTRODUÇÃO

É perceptível no dia a dia da sociedade, do governo e das empresas como o tema Meio Ambiente ganhou grande destaque nos últimos anos. Nas diversas mídias, documentários e notícias sobre questões ambientais são cada vez mais frequentes. Em Junho de 2012, com a reunião da ONU, a Rio + 20, os assuntos relacionados a Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade ocuparam grande espaço na televisão, internet e outros meios de comunicação.

Muitas organizações também exibem produtos e propagandas com referências a importância da preservação do meio ambiente. Assim como nas empresas, ONGs e outras instituições, as universidades tem papel relevante em diversas situações, como por exemplo, na geração de conhecimento sobre as questões ambientais e na disseminação do mesmo para toda a sociedade. Portanto, nesse trabalho, os temas Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável, Gestão de Resíduos Sólidos e Gestão do Resíduo Eletrônico serão abordados com foco nas implicações ambientais, sociais e econômicas para uma Universidade.

Sendo assim, ao tratar do tema Desenvolvimento Sustentável, é importante citar a definição da Comissão Brundtland: “[...] é o desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de satisfazer suas necessidades” (ANDRADE; TACHIZAWA; CARVALHO, 2002). A partir dessa definição, entende-se que é preciso preservar os diversos recursos naturais hoje para que esses recursos não falem no futuro. Muitas empresas e grandes indústrias utilizam as mais variadas matérias-primas extraídas da natureza em seus processos produtivos ou prestação de serviços.

Outro conceito aqui considerado, o de Sustentabilidade, já é bastante disseminado na sociedade atualmente, principalmente na mídia, por muitas empresas que se denominam empresas Sustentáveis. Para Sachs (2007), Sustentabilidade evoca constância, regularidade e perenidade. Portanto, pode-se dizer que a proposta da Sustentabilidade é que haja uma manutenção da condição atual de mundo, tanto socialmente, como economicamente e ambientalmente.

A Gestão dos Resíduos Sólidos é outro assunto abordado nessa tese. O problema dos resíduos sólidos urbanos no mundo é crítico para a Sustentabilidade. No Brasil, no ano 2000, segundo o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e sua Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, mais de 228 toneladas de lixo eram coletadas por dia (IBGE, 2009). Ainda segundo o IBGE, os conhecidos “lixões”, são o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, e os programas de coleta seletiva de resíduos sólidos aumentaram de 58 identificados em 1989 para 451 em 2000 e alcançando o patamar de 994 em 2008. Só na cidade de São Paulo, segundo Relatório da CETESB de 2011, Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, são geradas 26 mil toneladas de resíduos sólidos domiciliares diariamente (CETESB, 2012).

Mais especificamente, para essa tese, a compreensão da gestão do resíduo eletrônico é de alta relevância. Foi a partir da década de 1980, que um novo tipo de componente, quando descartado inadequadamente, tornou-se prejudicial ao meio ambiente: o resíduo ou lixo eletrônico (IDEC, 2009). O chamado resíduo eletrônico, lixo eletrônico ou tecnológico corresponde ao equipamento eletrônico que não possui mais utilidade. Também conhecido como “e-lixo” (*e-waste*, em inglês), inclui materiais como pilhas, baterias, celulares, computadores, televisores, DVD’s, CD’s, rádios, lâmpadas fluorescentes e muitos outros, que se não tiverem uma destinação adequada, vão para aterros comuns contaminando o solo e as águas, trazendo danos para o meio ambiente e para a saúde humana (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2009). Esse resíduo, algumas vezes ainda não identificado nas estatísticas de forma clara, proporciona um impacto relevante por se tratar de produtos baseados em elementos químicos pesados e contaminantes, como o mercúrio.

Um tipo de resíduo eletrônico é o Computador Pessoal (*Personal Computers* ou PCs) presente em parte da rotina de trabalho e de lazer de muitas pessoas, trazendo conforto e agilidade no dia a dia. Contudo, essas máquinas passaram a fazer parte da preocupação ambiental pelo crescente volume descartado diariamente no mundo todo. Por serem cada vez mais acessíveis pelos baixos preços e também facilmente substituídos por sua obsolescência programada pelos fabricantes, a quantidade de lixo eletrônico é uma preocupação crescente.

Portanto, a informação e a educação são fundamentais para que haja o descarte correto de produtos e embalagens, especialmente, produtos eletroeletrônicos. As escolas e universidades

devem então exercer o papel de orientar e dar exemplo de como, por exemplo, um celular ou computador, devem ser descartados. devem não somente advertir, ou mesmo dar o alarme, mas também conceber soluções racionais.

Segundo Mayor (1998), a educação é a chave do desenvolvimento sustentável. Os trabalhos desenvolvidos dentro das instituições de ensino de nível superior têm um efeito multiplicador, pois cada estudante, convencido das boas idéias e práticas da sustentabilidade, influencia o conjunto, a sociedade, nas mais variadas áreas de atuação.

Para Kornhauser (2001), a educação é o cimento da construção do desenvolvimento humano sustentável. É preciso elaborar estratégias e programas de educação relacionados com o ambiente, que abranjam tanto o ensino escolar como a educação informal, que adotem a perspectiva da educação permanente a ser desenvolvida pelos poderes públicos, o setor produtivo, o comércio e as comunidades locais.

OBJETIVOS DA TESE

Após uma breve introdução, foram então definidos os objetivos da tese.

Geral: Realizar mapeamento e análise da geração e gestão de resíduo eletrônico, mais especificamente dos computadores pessoais, e seus impactos ambientais, econômicos e sociais em uma Universidade, entendendo assim, o processo de gestão de centros de destinação de resíduo eletrônico em instituições acadêmicas.

Específicos:

- Analisar o processo de reuso, reciclagem, reutilização e reaproveitamento dos equipamentos e de componentes de computadores pessoais em um centro de reciclagem de eletrônicos de uma Universidade pública.
- Identificar novas formas de reuso, reciclagem e reaproveitamento dos computadores evitando descarte inadequado dos resíduos eletrônicos em uma Universidade, de maneira a minimizar o impacto ambiental, buscando também a responsabilidade e inclusão social, como parcerias com cooperativas.
- Identificar desafios para a implantação de um centro de tratamento de resíduo eletrônico no contexto de um campus universitário e mais especificamente o caso de CEDIR.
- Analisar fatores críticos e lições aprendidas na gestão de um centro de tratamento de resíduos eletrônicos
- Compreender os aspectos inovadores realizados pelos trabalhos do CEDIR USP.

JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O problema dos resíduos sólidos urbanos no mundo, no Brasil, e para esse estudo em especial em São Paulo, é crítico para a Sustentabilidade. Segundo CDI – Comitê para democratização da Informática, em 2008 foram geradas 149 mil toneladas de lixo eletrônico no Brasil, e somente 1% desse lixo é reciclado em nosso país (CDI, 2009). De acordo com o relatório da ONU, no Brasil geramos 0,5 kg de lixo eletrônico por pessoa. É o maior produtor per capita de resíduos eletrônicos entre os países emergentes, segundo o mais recente estudo da ONU sobre o tema. O Brasil também foi cotado como campeão em outro quesito: faltam dados e estudos sobre a situação da produção, reaproveitamento e reciclagem de eletrônicos (CIRP, 2014).

A reciclagem, reuso, reutilização dos produtos eletrônicos, como o computador, podem beneficiar o meio ambiente evitando a poluição e contaminação, e também a sociedade e saúde de pessoas, e também quando servem para o aprendizado e inclusão social e digital. Portanto, o foco nesse estudo está no fim de vida dos computadores, o que inclui uma possível reutilização, reuso, reciclagem e descarte, considerando os impactos econômicos, ambientais e sociais.

Quanto à questão de impactos ambientais, entende-se, por exemplo, a gestão de resíduos no fim de vida do produto; evitando emissão de gases poluentes e a contaminação do solo e água; gerenciando o descarte de produtos, entre outras ações de preservação do ecossistema. Há também questões sociais importantes como: impactos na saúde das pessoas, a geração de emprego e renda possível da reciclagem e reutilização dos produtos, entre outras questões. Ações voltadas a Sustentabilidade, então, devem trazer benefícios para uma comunidade ou para a sociedade com a inclusão social daqueles que hoje são excluídos, trazendo esses indivíduos para a convivência em um mercado de trabalho.

Em 2007, no Brasil, foram comercializados cerca de 10,5 milhões de computadores e a previsão era de que o Brasil duplicaria o número de computadores existentes até 2012, chegando à marca dos 100 milhões. O lixo eletrônico já responde por 5% dos detritos gerados pela população mundial, segundo o CEMPRE (2009). Conforme pesquisa da consultoria IDC

Brasil, nosso país se manteve na quinta posição entre os maiores mercados de PCs do mundo, que é liderado pelos Estados Unidos (os EUA é seguido por China, Japão e Reino Unido).

É importante ressaltar que o crescimento de lixo eletrônico no mundo já chega a 50 milhões toneladas por ano, e que o destino de 80% desse material é para países em desenvolvimento. O Brasil produz 97 mil/t por ano, o consumo anual de eletroeletrônicos no país fica em torno de 120 milhões de equipamentos, além disso, o Brasil chegou a marca de 256,41 milhões de linhas ativas de celulares em julho de 2012.

Assim como as empresas, as Universidades também são usuárias de computadores em diversas áreas, como bibliotecas, salas de aula, laboratórios e outros. Sendo assim, são também geradoras dos resíduos eletroeletrônicos e devem portanto gerenciar esses equipamentos e peças.

Para Tauchen e Brandli (2006), as Instituições de Ensino Superior ou IES, podem assumir duas preocupações principais no tocante ao desenvolvimento sustentável. A primeira destaca a questão educacional contribuindo na qualificação de seus egressos. A segunda corrente destaca a postura de algumas IES na implementação de Sistemas de Gestão Ambiental ou SGAs, em seus campi, como modelos e exemplos práticos de gestão sustentável para a sociedade.

O papel de destaque assumido pelas IES no processo de desenvolvimento tecnológico, na preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento, pode e deve ser utilizado também para incorporar os princípios e práticas da sustentabilidade.

Para melhor compreensão da importância da gestão de resíduos eletrônicos em uma Universidade, o CEDIR - Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática, na Universidade de São Paulo implementa as práticas de reuso e descarte sustentável de lixo eletrônico, tratando-se então, de uma referencia para outras Instituições de Ensino Superior (IES). O projeto do CEDIR iniciou-se com um plano piloto realizado no CCE para coleta de resíduos eletrônicos de funcionários da própria unidade, ocorrido em junho de 2008 e que foi denominado “Operação Descarte Legal”. Neste dia, foram coletadas por volta de 5,2

toneladas de peças e equipamentos obsoletos. Esta experiência permitiu a visualização do volume de lixo eletrônico existente na USP.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção da tese apresenta uma revisão bibliográfica dos temas que apoiam a compreensão dos conceitos de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável; Universidade Sustentável, Resíduos Sólidos Urbanos; e Resíduo Eletrônico.

2.1 Histórico Ambiental

A partir de um levantamento histórico, identifica-se que a crise ambiental se tornou evidente por volta dos anos de 1960 (LEFF, 2009). O livro Primavera Silenciosa (*Silent Spring*) de Rachel Carlson, publicado em 1962, foi um marco para os estudos ambientais, pois alertava para os efeitos negativos do uso de agrotóxicos, mais especificamente para o uso do inseticida conhecido como DDT (diclorodifeniltricloroetano) e o que ele causava à natureza. O livro tratava de um assunto pontual que naquele momento era identificado como um mal à natureza.

A crescente preocupação com a contaminação ambiental resultou em dois eventos no início da década de 1970 (DIAS, 2007): a divulgação do Relatório de Roma, em 1970, e a realização da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972, em Estocolmo. As informações que passaram a ser divulgadas a partir desses eventos trouxeram uma nova perspectiva para a Conferência da ONU em 1972, que teve como objetivo estabelecer algumas diretrizes para que os Estados-membros adotassem procedimentos visando à redução dos impactos negativos que a industrialização trouxe ao meio ambiente.

Antes mesmo do Relatório de Roma e da Conferência da ONU, o Brasil criou, em julho de 1968, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, uma agência do Governo do Estado de São Paulo hoje responsável pela fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição. Além disso, a CETESB tornou-se uma das cinco instituições mundiais da Organização Mundial da Saúde – OMS, para questões de abastecimento de água e saneamento (CETESB, 2008).

Para fortalecer as bases ambientais após a Conferência Mundial em Estocolmo, o Brasil viu a oportunidade de criar órgãos em todos os estados brasileiros a partir da instituição, em outubro de 1973, da Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA, que tinha como objetivo abrir à discussão pública a questão ambiental para que a sociedade se preocupasse com o meio ambiente. Contudo, esse órgão não possuía atuação policial para fiscalizar ações contra a natureza e, em 1981, propôs a criação da primeira lei ambiental do país (CAMPOS, 1996).

Entre os anos de 1983 e 1987, o problema ambiental foi oficializado mundialmente com o relatório *Nosso Futuro Comum*, elaborado pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland). Foi também nesse relatório que o conceito de Desenvolvimento Sustentável surgiu, trazendo a idéia de que são três os componentes que o constituem: o ambiental, o social e o econômico (OECD, 2004).

No Brasil, em fevereiro de 1989, foi criado o IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, que consolidou algumas entidades brasileiras voltadas ao tema ambiental, incluindo a SEMA e o IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBAMA, 2008). Como objetivos principais, o IBAMA trata de licenciamento ambiental, controle da qualidade ambiental, autorização do uso de recursos naturais, bem como da fiscalização, monitoramento e controle ambiental.

Com a consolidação da questão ambiental após o surgimento do IBAMA, criou-se, em 1992, o Ministério do Meio Ambiente – MMA, que possui diversos órgãos subordinados, como a Agência Nacional de Águas – ANA, e o IBAMA (IBAMA, 2008). O estabelecimento de programas ambientais para a Amazônia e de políticas nacionais para o meio ambiente, políticas para a utilização de recursos hídricos, políticas de preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, biodiversidades e florestas são as principais responsabilidades desse Ministério.

Apesar do surgimento de organizações para defesa do meio ambiente no Brasil e em muitos outros países, ainda era preciso ratificar a necessidade de cuidar do ecossistema. Logo, visando a alertar sociedade, empresas e governo, organizou-se, em 1992 no Rio de Janeiro, a Conferência Mundial para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente, consolidando a importância do Desenvolvimento Sustentável. Foi nesse evento, também chamado *Earth*

Summit Rio 92, ou somente Rio 92, realizado pelas Nações Unidas, que se ressaltou a importância da questão ambiental para o futuro do planeta. Os documentos oficiais aprovados nessa ocasião foram: A Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Convenção sobre Mudanças Climáticas, a Declaração de Princípios sobre Florestas, a Convenção sobre a Biodiversidade e a Agenda 21.

Em 2002, aconteceu em Johannesburgo, África do Sul, a Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável, também chamada de Rio +10, com o objetivo de avaliar se os compromissos assumidos em 1992 estavam sendo cumpridos (DIAS, 2008). A avaliação do então Secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, professor José Goldemberg, foi que o evento não produziu os resultados desejados em relação a metas e prazos (AMBIENTE, 2012).

Mais recentemente, aconteceu a Rio +20, de 20 a 22 de junho de 2012, também com a proposta de identificar o que foi realizado desde a primeira edição da reunião até o ano de 2012, propondo novas ações. O resultado do encontro foi registrado no documento intitulado O Futuro que Queremos, cujo conteúdo abrange temas como a erradicação da pobreza, os direitos das mulheres, e que reafirma compromissos assumidos nos encontros anteriores (ONU, 2012).

2.2 Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade

Ao abordar o tema desenvolvimento, com frequência, relaciona-se esse assunto com crescimento econômico (VEIGA, 2008). Contudo, nem sempre essa relação é verdadeira, já que segundo Veiga (2008), evidências surgiram ao longo do tempo, após a forte industrialização, em países semi-industrializados de que o crescimento econômico não resultava obrigatoriamente na melhoria de vida dos cidadãos em geral. Ainda segundo o mesmo autor, crescimento é fator importante para o desenvolvimento, contudo, no crescimento há uma mudança quantitativa, enquanto que no desenvolvimento ela é qualitativa. Para Sachs (2007, pag 97), “o crescimento pode conduzir ao desenvolvimento ou ao mau-desenvolvimento, em função dos seus impactos sobre a qualidade de vida da população”.

Para Furtado (2004), o crescimento econômico, como o conhecemos, vem se fundando na preservação dos privilégios das elites. Dispor de recursos para investir está longe de ser condição suficiente para preparar um melhor futuro para a massa da população. Mas quando o projeto social prioriza a efetiva melhoria das condições de vida dessa população, o crescimento pode se transformar em desenvolvimento.

A partir de 1972, surgiu a iniciativa no sentido de incentivar outro tipo de crescimento econômico, com a difusão do conceito de ecodesenvolvimento (SACHS, 2007). Para Sachs (2007) esse novo conceito designava um novo estilo de desenvolvimento e um novo enfoque, ambos baseados no atendimento de necessidades humanas fundamentais, na promoção da autoconfiança das populações e na prudência ecológica. E ainda, “uma estratégia de desenvolvimento socioeconômico de longo prazo e ecologicamente consciente deve aspirar à minimização das retiradas sobre os estoques de recursos naturais não renováveis, afinal de contas limitados” (...) (SACHS, 2007, pag. 77). Para esse autor, são cinco as dimensões do ecodesenvolvimento:

1. Sustentabilidade Social – equidade na distribuição de renda, reduzindo as diferenças entre ricos e pobres.

2. Sustentabilidade Econômica – gerenciar melhor recursos e investimentos, avaliando a eficiência econômica em aspectos macrossociais e não somente no critério da rentabilidade das empresas.
3. Sustentabilidade Ecológica – limitar consumo de combustíveis fósseis, reduzir a geração de resíduos e poluição, buscar tecnologias para o desenvolvimento urbano, rural e industrial.
4. Sustentabilidade Espacial – busca de uma configuração rural urbana equilibrada e melhor distribuição dos assentamentos humanos
5. Sustentabilidade Cultural – buscar manter as raízes e continuidade cultural em paralelo com a busca de novas soluções para o desenvolvimento.

Para Leff (2009), o discurso do desenvolvimento sustentável tenta um equilíbrio entre a economia neoliberal e a degradação ambiental. Ou seja, buscar a viabilidade da ordem econômica e a preservação do meio ambiente, sem que haja prejuízos para qualquer um dos lados. O mesmo autor ressalta que o desenvolvimento sustentável é um projeto social e político que aponta para a diversificação dos tipos de desenvolvimento e dos modos de vida das populações. Sendo assim há a exigência de que empresas, governos e pessoas reavaliem seus modos de produzir e vender produtos, governar, e consumir.

Segundo Lima (2003), um grupo de cientistas sociais de países ricos como a Suécia, a Holanda, a Alemanha, a Noruega e o Japão, elaboraram uma versão do discurso do desenvolvimento sustentável a qual chamaram de Modernização Ecológica, que resumidamente, pode ser entendida como uma proposta de reestruturação da economia política do capitalismo que se esforça em demonstrar a compatibilidade entre crescimento econômico e proteção ambiental, e a possibilidade de enfrentar a crise ambiental dentro dos marcos do capitalismo.

A definição de desenvolvimento sustentável veiculada pelo Relatório Brundtland de que é fundamental que haja um desenvolvimento que não comprometa as necessidades das futuras gerações, permite uma pluralidade de leituras que oscilam, desde um sentido avançado de desenvolvimento, associado à justiça socioambiental e renovação ética, até uma perspectiva

conservadora de crescimento econômico ao qual se acrescentou uma variável ecológica. Esta incompatibilidade entre economia e ecologia tem sido a tônica dos grandes eventos ambientais internacionais promovidas pela ONU, e se expressa na dificuldade de definir compromissos e metas ambientais que representem algum tipo de restrição econômica. (LIMA, 2003)

É preciso articular crescimento econômico e preservação ambiental, e assim adaptar o sistema capitalista às novas demandas ambientais e também de transformá-las em novos estímulos à competitividade produtiva. Segundo essa visão, economia e ecologia não são só conciliáveis, como também é possível elevar a produção reduzindo o consumo de recursos naturais e a quantidade de resíduos industriais. De um modo geral, este é o discurso da Modernização Ecológica, mencionado acima, e representa um esforço de elaboração do discurso do desenvolvimento sustentável (LIMA, 2003).

Porter e Van Der Linde (1995) acreditam que se devidamente projetados, os padrões ambientais podem trazer inovações que reduzem os custos do produto, podendo até agregar valor. Essas inovações permitem às organizações utilizar as matérias-primas de maneira mais eficiente (recursos e energia), compensando os custos de redução do impacto ambiental negativo. Assim, com a melhoria e eficácia no uso de recursos para produção a empresa se torna mais competitiva, e não o contrário, como pensa a maioria das organizações. Logo, a vantagem competitiva é atingida quando a empresa baseia-se na otimização dos recursos, com a utilização mais eficiente dos insumos e a melhoria na qualidade dos produtos, o que propicia a diminuição dos custos de manufatura.

O conceito de Sustentabilidade já é bastante disseminado na sociedade atualmente. Para Sachs (2007), Sustentabilidade é um aspecto importante do desenvolvimento e evoca constância, regularidade e perenidade. Portanto, pode-se dizer que a proposta da Sustentabilidade é que haja uma manutenção da condição atual de mundo, tanto socialmente, como economicamente e ambientalmente.

Para o PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, (2011), em seu Relatório do Desenvolvimento Humano de 2011, sustentabilidade está diretamente ligada às questões básicas da equidade, ou seja, a problemas de justiça social e de um maior acesso a

melhor qualidade de vida. Portanto, seria possível atingir Sustentabilidade com a redução das desigualdades sociais.

Um modelo citado quando tratando do assunto da Sustentabilidade é de John Elkington, de 1994, o *Triple Bottom Line*, ou seja, o tripé econômico, social e ambiental. A questão ambiental envolve a preservação dos recursos naturais, a parte social envolve a cidadania e geração de empregos e renda; e a parte econômica do tripé corresponde ao desenvolvimento econômico e sustentável que busca a maximização do retorno do capital. Ou seja, as empresas devem se preocupar com a gestão ambiental de suas atividades e agir de forma socialmente e ambientalmente responsável, e também devem ser lucrativas.

De acordo com Sachs (2000), o desenvolvimento sustentável deve ainda considerar dimensões de sustentabilidade como: cultura, ocupação ordenada do espaço e a sustentabilidade política. Assim, deve-se ir além dos três aspectos citados pelo *Triple Bottom Line*, contudo, é preciso ressaltar que a Sustentabilidade não pode ser simplesmente fragmentada em três ou quatro considerações, mas sim, considerar a questão social, ambiental e econômica como forças interdependentes e sinérgicas. Para Veiga (2010) a sustentabilidade só pode ser avaliada se o desempenho econômico e a qualidade de vida também puderem ser medidos com novas ferramentas que devem ir além das atuais PIB (Produto Interno Bruto) e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano).

2.3 Empresas e Produtos

As empresas têm papel importante na Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável como podemos acompanhar no nosso dia a dia de cidadãos.

A verificação da necessidade de mudanças na responsabilidade das empresas quanto aos aspectos ambientais é ressaltada entre 1983 e 1987 pela Comissão Mundial do Ambiente e Desenvolvimento (ou Comissão Brundtland). Segundo O Relatório na ocasião “Nosso Futuro Comum”, “Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas.” (ONU, 2012)

Pouco tempo depois de divulgação do relatório, em 1989 um documento importante, os “Princípios Valdez”, apresentou medidas que as empresas devem tomar no que se refere ao meio ambiente. Segundo Rodrigues e Ferrante (2000), os princípios incluíam: (1) a proteção da biosfera por meio da redução de poluentes; (2) uso sustentável de recursos naturais; (3) redução e remoção de resíduos; (4) uso inteligente da energia; (5) redução de riscos ao meio ambiente e à saúde de empregados e comunidades; (6) comercialização de produtos e serviços seguros ao meio ambiente e ao consumidor; (7) compensação dos danos que venham a ser causados; (8) transparência promovendo informação ao público de incidentes relacionados à empresa; (9) indicação de um gerente ou diretor responsável pelos interesses ambientais; e (10) avaliação e auditoria ambiental anual para publicação. Portanto, os princípios Valdez traziam diversas recomendações às empresas para um melhor desempenho da área ambiental para preservação da biosfera. Percebe-se com esses dez princípios que a maioria deles está ligada ao desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos, como por exemplo, o sexto princípio (comercialização de produtos e serviços seguros ao meio ambiente e ao consumidor).

Logo após essa ocasião foi criada a Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável em 1991, com dezesseis princípios relativos à gestão do meio-ambiente, conforme quadro 1, a seguir.

- 1) Inserir a gestão ambiental entre as mais altas prioridades das corporações e como um determinante-chave do desenvolvimento sustentável, do estabelecimento de políticas, programas e práticas para conduzir operações de uma maneira ecologicamente saudável;
- 2) Integrar plenamente estas políticas, programas e práticas em cada negócio como um elemento essencial da administração em todos os níveis funcionais;
- 3) Continuar aperfeiçoando as políticas, programas e o desempenho ambiental, tendo em vista os futuros desenvolvimentos tecnológicos, avanços da ciência, necessidades dos consumidores e aspirações legais como pontos de partida, aplicando-se os mesmos critérios internacionalmente;
- 4) Educar, treinar e motivar os empregados a conduzir suas atividades de uma maneira ecologicamente responsável;
- 5) Avaliar os impactos ambientais antes de iniciar uma nova atividade ou projeto e antes de desativar uma instalação ou deixar um local.
- 6) Desenvolver e fornecer produtos e serviços que não provoquem impactos ambientais indevidos, que sejam seguros no seu uso intencional, que sejam eficientes no consumo de energia e recursos naturais, e que possam ser reciclados, reutilizados ou seguramente depositados;
- 7) Aconselhar, e quando necessário for, educar clientes, distribuidores e o público em geral sobre o uso, transporte, estocagem e disposição final segura dos produtos fornecidos, aplicando considerações similares ao fornecimento de serviços;
- 8) Conceber, desenvolver e operar instalações, bem como conduzir atividades tendo em vista o uso sustentável dos recursos renováveis e a disposição final responsável e segura dos resíduos;
- 9) Conduzir ou financiar pesquisas sobre o impacto ambiental da matéria-prima, produtos, processos, emissões e outros resíduos associados ao empreendimento, assim como sobre os meios de minimizar seus impactos negativos;
- 10) Modificar a manufatura, a comercialização e/ou o uso de produtos e conduzir atividades, no sentido de prevenir degradações sérias e irreversíveis do meio ambiente, de acordo com o entendimento técnico-científico;
- 11) Promover a adoção destes princípios pelos prestadores de serviços e fornecedores da empresa. Quando necessário, requerer melhorias nos seus procedimentos, a fim de torná-los consistentes com os princípios da empresa, encorajando sua plena adoção;
- 12) Desenvolver e manter, onde existir perigo significativo, planos emergenciais em parceria com os serviços de socorro, autoridades competentes e comunidade local, reconhecendo o potencial dos impactos além dos limites da própria instalação;
- 13) Contribuir na transferência de tecnologias ecologicamente saudáveis e de métodos gerenciais entre os setores públicos e privados;

14) Contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas, programas intergovernamentais e comerciais e iniciativas educacionais que garantam a proteção e a consciência ecológica;   15) Fomentar a transparência e o diálogo com os empregados e o público, antecipando e respondendo suas preocupações quanto aos impactos e ameaças potenciais de operações, produtos, detritos e serviços, incluindo aqueles de significação global e regional;   16) Medir o desempenho ambiental; conduzir auditorias ambientais e avaliações de acordo com as exigências e princípios legais e da própria empresa. Fornecer periodicamente, para a direção, acionistas, empregados, autoridades e o público em geral, informações apropriadas sobre o desempenho ambiental.

Quadro 1 – Dezesesseis Princípios da Carta Empresarial de 1991.

Fonte: Campos (1996).

Segundo a Carta Empresarial, as organizações necessitam partilhar do entendimento de que deve haver um objetivo comum entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental (ANDRADE; TACHIZAWA; CARVALHO, 2002). Com isso, supõe-se que, para qualquer organização, a gestão do meio ambiente deveria ser prioridade e que a estratégia da empresa deve estar integrada a estratégia ambiental em diversos aspectos. As empresas devem se preocupar com todos os envolvidos desde fornecedores, funcionários e consumidores. Contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas, programas intergovernamentais e comerciais e iniciativas educacionais, entre outros.

Com as revelações ambientais feitas nos últimos anos por meio de diversos relatórios, como o de Nicolas Stern, em “Stern Review: The Economics of Climate Change” as empresas que já perceberam a relevância do tema do desenvolvimento sustentável iniciaram um processo de reavaliação de suas estratégias e de sua cultura, entre outros fatores. Mudar o modo de pensar o desenho de seus produtos, ou como economizar água, combustível e energia, já são procedimentos de rotina em muitas dessas empresas.

A primeira versão do relatório Stern foi publicado no final de 2006, e foi mais uma tentativa de mostrar ao mundo que é preciso agir no presente para evitar catástrofes ambientais num futuro não muito distante. No relatório foi possível concluir que as ações imediatas para reduzir a emissão de gases de efeito estufa podem custar 1% de toda a riqueza produzida no mundo anualmente, o que representaria cerca de US\$600 bilhões, e segundo o mesmo relatório, não tomar nenhuma atitude custaria 20 vezes mais caro (HM TREASURY, 2007). Em 2010 o

economista fez uma revisão do estudo e, segundo ele, será preciso investir de 2 % a 3% do PIB Global para conter a “catástrofe ambiental”, e não somente 1% como estimou no relatório de 2006.

Com informações relevantes oriundas de diversos relatórios científicos como os do IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas em português, entre outros, sobre a possível escassez de recursos, de água e poluição crescente, as organizações devem agir para que os recursos naturais limitados não sejam extintos, devem preservar o meio ambiente por meio da criação de recursos alternativos e da utilização consciente dos recursos existentes.

Assim, surge um novo pensamento, e também um novo sistema de valores, que pode representar um novo paradigma. Segundo Andrade, Tachizawa e Carvalho (2002), esse paradigma pode ser descrito como uma visão holística de mundo, ou seja, a visão do mundo como um todo integrado e não como um conjunto de partes. Pode ser descrito, ainda, como uma visão sistêmica e ecológica, uma visão do mundo como um sistema vivo que precisa ser preservado.

De acordo com Tachizawa (2008), a tendência de preservação ambiental e ecológica por parte das empresas deve continuar e que os resultados econômicos dependem cada vez mais de decisões que levem em conta que (1) não há conflito entre lucratividade e a questão ambiental; (2) o movimento ambientalista cresce em escala mundial; (3) clientes e comunidade geral passam a valorizar cada vez mais a proteção do meio ambiente; e (4) a demanda e o faturamento passam a sofrer cada vez mais pressões e a depender do comportamento dos consumidores que optam por produtos e organizações verdes.

Para as empresas, a passagem de um pensamento mecanicista para outro sistêmico, revela a necessidade de uma Gestão Ambiental. Segundo Gallagher, Darnall e Andrews (1999, p. 26), a gestão ambiental é “[...] uma estrutura gerencial que possibilita a organização visualizar seus impactos no meio ambiente, através de um sistema que facilita o acesso, a catalogação e a quantificação dos impactos ambientais das operações de toda organização”.

Para Marcovitch (2006), a gestão ambiental não implica apenas proibições, mas sim que haja um bom gerenciamento para que possamos dispor dos recursos naturais do planeta sem torná-

los escassos. Ou seja, a importância de gerenciar os impactos das organizações no meio natural, traz benefícios ao ecossistema, fundamentalmente, mas também pode auxiliar na própria operação da empresa, trazendo vantagem competitiva e redução nos custos a partir da melhoria na qualidade de produtos, além de atender a demanda do consumidor consciente (TACHIZAWA, 2008).

Segundo Kruglianskas (2003), a preocupação das empresas com sua própria imagem é um fator determinante para que as atenções se voltem à questão do impacto ambiental. As organizações têm atitudes ambientais e imagens no mercado, e sentem a necessidade de amenizar a crise do meio ambiente, fatores que refletem diretamente em mudanças nas suas estratégias e operações.

É por meio do produto ou serviço comercializado que as organizações atendem ao que os consumidores procuram, seja para necessidades mais básicas ou para desejos supérfluos. O foco das empresas deve estar no equilíbrio ecológico, avaliando o processo produtivo e a utilização do produto pelo consumidor, ou seja, como ele será fabricado e usado a fim de que ainda possa ser reutilizado antes de ser finalmente descartado.

Essa avaliação pode ser realizada por meio da ferramenta Avaliação de Ciclo de Vida ou ACV. A análise dos impactos ambientais, sociais e econômicos de um produto é fundamental para as empresas avaliarem o quanto ecologicamente corretos seus produtos podem ser. A ACV é uma das ferramentas desenvolvidas para verificação de sistemas produtivos com foco ambiental auxiliando na determinação do impacto ambiental de indústrias e de seus processos de produção. A ACV de um determinado item compreende as etapas que vão desde a retirada das matérias-primas da natureza, chegando ao sistema produtivo, onde passa por todas as operações de manufatura e de consumo, até a disposição do produto, quando finaliza sua vida útil (CHEHEBE, 1998).

Para Manzini (2002), o projeto de um produto ecoeficiente deve levar o conceito de Ciclo de Vida de Produto (CVP) em todas as fases: (1) pré-produção, quando ocorre aquisição ou transformação de recursos; (2) produção, quando ocorre a transformação de materiais, montagem e acabamento; (3) distribuição, que inclui embalagem, transporte e armazenagem; (4) uso, onde se analisa o uso ou o consumo; e (5) descarte, onde se objetiva a recuperação da

funcionalidade do produto ou de algum componente, ou ainda a não recuperação de nenhuma parte. O autor trata o conceito de Ciclo de Vida como *Life Cycle Design* (LCD), definindo-o como trocas entre o ambiente e o conjunto de processos que acompanham o nascimento, a vida e a morte do produto, ou seja, o produto tem acompanhamento em relação aos fluxos de matéria, energia e emissão durante toda a sua vida. Além disso, devem ser incluídos aspectos de gerenciamento e Marketing no desenvolvimento do produto, e considerar que todas as fases servem para avaliação de possíveis consequências ambientais, econômicas e sociais que possam ser geradas (MANZINI, 2002).

Portanto, é fundamental projetar o produto pensando na Sustentabilidade, por isso, o Design para o Ambiente (*Design for Enviroment*, DFE), para Souza (2007):

“tem um importante papel em modelos de produção sustentável, isto é, modelos que compatibilizam de modo adequado o uso, atualização, reuso, reciclagem e deposição de matéria e energia, promovendo, sempre que possível, um ciclo fechado em seus sistemas produtivos” (SOUZA, 2007, p. 52).

Percebe-se então, que para o desenho de um produto voltado às preocupações ambientais, é preciso ir além do conceito do berço a tumba (Fig. 1), e por meio de um ciclo fechado, torná-lo do berço ao berço. Ou seja, reaproveitar materiais que se tornam resíduos durante a produção e no fim da vida do produto, como matéria prima em um novo produto.

Figura 1 – Representação do ciclo de vida de um produto

Fonte: Dias (2007)

Duas etapas na ACV podem aqui ser ressaltadas: o consumo e o descarte. Uma vez identificado que os atuais padrões de consumo constituem um dos principais motivos para a atual crise ecológica global, os consumidores se tornam atores fundamentais na sua minimização (DIAS, 2007). Tendo em vista os problemas ambientais que vivemos, o estabelecimento de novos padrões de consumo poderá melhorar a qualidade de vida, hoje e no futuro. Para isso, é preciso consumir evitando desperdícios, economizando recursos, reciclando e reutilizando produtos e embalagens. Os indivíduos que compram produtos e serviços podem influenciar as empresas, fazendo com que elas repensem suas estratégias.

Durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1992, também chamada de Rio 92, foram estabelecidos alguns pontos com vistas a mudar o padrão de consumo atual. Dois pontos citados foram: a promoção de padrões de consumo e produção que reduzam pressões ambientais ainda que possam atender às necessidades dos consumidores e a melhor compreensão do papel do consumo para implementar o consumo

mais sustentável. Passados dez anos da Rio 92, a “Rio +10”, trouxe novas propostas para serem aprovadas e colocadas em prática na produção e no consumo sustentáveis: elaborar políticas de produção e consumo para que produtos e serviços reduzam as consequências negativas no meio ambiente e na saúde, entre outras (ONU, 2008).

Para Sachs (2007), há necessidade urgente de se explorar em todos os países, ricos ou não, padrões alternativos de consumo que sejam ambientalmente saudáveis e socialmente responsáveis. E ainda, um dos fatores para o consumo pelo consumo é a ascensão de camadas mais pobres da população ao mercado consumidor com o aumento de renda, por exemplo, no Brasil. O ideal seria a exploração de padrões de consumo que proporcionem a mesma satisfação em termos de valor para as pessoas, contudo que impactassem menos em termos de uso de recursos e impactos ambientais (SACHS, 2007)

A fase do fim de vida do produto é, em muitos casos, a de maior impacto ambiental (MANZINI, 2002). Isso acontece no caso de produtos de bens duráveis, por exemplo. No momento em que o produto é projetado, certas tecnologias e custos de processamento são diferentes do momento em que o produto será descartado, introduzindo a necessidade de projetar soluções que sejam facilmente adaptáveis.

A fase do descarte do produto pode ser considerada aquela que traz maiores preocupações, já que muitas vezes os consumidores não têm conhecimento sobre a melhor maneira de eliminar o produto que comprou. Por isso, as empresas deveriam idealizar seus produtos pensando na facilidade de reciclagem, reutilização e manutenção. A durabilidade também é um ponto decisivo, pois quanto mais durável, menor o seu descarte. Produtos biodegradáveis também podem cooperar para a minimização de resíduos. Um fator crítico no Brasil, e talvez em outros países, é a existências dos lixões sem controle, ou ainda da incineração do lixo gerando emissões de gases tóxicos na atmosfera.

Assim como nas Organizações, as instituições de ensino também tem papel importante, tanto no âmbito interno, gerenciando seus resíduos, educando alunos e funcionários, como para a sociedade, realizando pesquisas, instruindo e mostrando bom exemplo a ser seguido por todos. Os computadores utilizados por uma universidade também têm um ciclo de vida e ao chegar ao fim desse ciclo devem ser direcionados para reuso ou reciclagem.

2.4 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) – Resíduo Eletrônico

Os resíduos sólidos são produtos não aproveitados das atividades humanas (domésticas, comerciais, industriais, de serviços de saúde, e outras) que são descartados de diversas maneiras (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2009). De acordo com a norma ABNT NBT 10.004 de 2004, os resíduos sólidos são definidos como: “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis perante a melhor tecnologia disponível.”

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida por meio da lei no 12.305 de 2010, define resíduos sólidos como:

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”

A NBR100004 da ABNT (2004) classifica os resíduos sólidos em Classe I, Perigosos e Classe II, Não Perigosos. Os computadores, por exemplo, podem então ser designados como Classe I, por oferecer risco à saúde pública e ao meio ambiente com característica de toxicidade de acordo com a norma citada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010, define resíduos perigosos como sendo:

“Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.”

Ainda de acordo com a PNRS, resíduos eletroeletrônicos também são considerados como resíduos perigosos, e portanto, há a necessidade da elaboração e implementação da logística reversa nas indústrias e o estabelecimento de acordos setoriais a fim de tornar as diversas ações viáveis por todos os envolvidos no processo.

Para haver um tratamento adequado dos resíduos sólidos, a Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (2009) ressalta a importância da existência de um projeto de Sistemas de Gerenciamento Integrado de Resíduos (SIGR), cuja hierarquia dos princípios é baseada no que se denomina de Quatro Rs: a Redução ou Prevenção é a prioridade, há também a Reutilização, Reciclagem ou reaproveitamento, e a Recuperação (do material ou da energia). A disposição final em um aterro significa que mesmo após as tentativas de extensão da vida do produto, esse lixo ou frações dele é considerado inaproveitável.

A Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) do Estado de São Paulo, define as seguintes categorias de resíduos sólidos: (1) resíduos urbanos (provenientes de residências, estabelecimentos comerciais, entre outros); (2) resíduos industriais (provenientes de transformação de matéria-prima, entre outros); (3) resíduos de serviços de saúde (provenientes de atividades médicas, entre outros); (4) resíduos de atividades rurais (provenientes de atividades agropecuárias); (5) resíduos de portos e aeroportos; e (6) resíduos da construção civil (provenientes de obras, entre outros) (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Para compreender o perfil do lixo no Brasil, o CEMPRE e o IPT realizaram o estudo Lixo Municipal - Manual de Gerenciamento Integrado/2000, relatando que, em nosso país, o lixo é composto por 65% de material orgânico, 25% de papel, 4% de metais, 3% de plástico, e outros 3% de vidro (D' ALMEIDA; VILHENA, 2000). Ainda que a maior parte dos resíduos gerados pela população seja orgânica, é fundamental considerar os problemas ambientais e de saúde que metais e plásticos podem causar.

Para Fiksel (1996), a relação entre meio ambiente e a gestão de resíduos pode ser melhorada a partir de:

- Processos Limpos: processos produtivos que gerem menos poluição e resíduos
- Produtos Limpos: alterar o projeto do produto para gerar menos poluição e resíduo em todo o ciclo de vida do produto
- Uso Sustentável de Recursos: mudar o sistema produtivo como um todo para consumir menos energia e recursos.

Além de processo produtivo que gere menos resíduos, de produtos pensados para reduzir o impacto ambiental ao longo da vida e de diminuir o consumo de recursos durante a produção, é importante, sempre que possível, o reaproveitamento dos resíduos gerados tanto na extração de matéria prima, como durante a fabricação dos produtos. A geração de resíduos pós consumo vem se agravando com o aumento do consumo, especialmente quando consideramos o aumento do poder de comprar da população da baixa renda nos chamados países emergentes, incluindo o Brasil.

O aumento populacional e do consumo podem ser considerados alguns dos responsáveis pela geração cada vez maior de resíduos poluentes (FURLAN, 2007). Muitos indivíduos têm a necessidade de, por exemplo, comprar novos equipamentos eletrônicos a cada lançamento feito pelos fabricantes, jogando no lixo seus produtos antigos que ainda estão em perfeito estado para uso. Para Santos (2003) no final deste século, os países ricos, controladores da descartabilidade dos produtos, reduziram cada vez mais a vida útil desses produtos e estão enfrentando um fenômeno que tem exercido profundo impacto na sociedade: o que fazer com os produtos que não são mais usados? As grandes cidades buscam alternativas para descarte, reciclagem, reaproveitamento e reutilização de materiais que não servem mais para o consumo. As ações variam do estímulo a não geração de resíduos até a reciclagem de produtos e subprodutos.

A partir da década de 1980, um novo tipo de componente, quando descartado inadequadamente, tornou-se prejudicial ao meio ambiente: o lixo eletrônico (IDEC, 2009). O lixo eletrônico ou tecnológico corresponde ao equipamento eletrônico que não possui mais utilidade. Também conhecido como “e-lixo” (*e-waste*, em inglês), inclui materiais como pilhas, baterias, celulares, computadores, televisores, DVD’s, CD’s, rádios, lâmpadas

fluorescentes e muitos outros, que se não tiverem uma destinação adequada, vão para aterros comuns contaminando o solo e as águas, trazendo danos para o meio ambiente e para a saúde humana (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2009). Esse resíduo, algumas vezes ainda não identificado nas estatísticas de forma clara, proporciona um impacto relevante por se tratar de produtos baseados em elementos químicos pesados e contaminantes, como o mercúrio.

Um tipo de lixo eletrônico é o Computador Pessoal (*Personal Computers* ou PCs) presente em parte da rotina de trabalho e de lazer de muitas pessoas, trazendo conforto e agilidade no dia a dia. Contudo, essas máquinas passaram a fazer parte da preocupação ambiental pelo crescente volume descartado diariamente no mundo todo. Por serem cada vez mais acessíveis pelos baixos preços e também facilmente substituídos por sua obsolescência programada pelos fabricantes, a quantidade de lixo eletrônico é uma preocupação crescente. Em 2007, no Brasil, foram comercializados cerca de 10,5 milhões de computadores e a previsão é a de que o Brasil duplicaria o número de computadores existentes até 2012, chegando à marca dos 100 milhões. O lixo eletrônico já responde por 5% dos detritos gerados pela população mundial, segundo o CEMPRE (2009). Conforme pesquisa da consultoria IDC Brasil, nosso país se manteve na quinta posição entre os maiores mercados de PCs do mundo, que é liderado pelos Estados Unidos (os EUA é seguido por China, Japão e Reino Unido).

A criticidade desse lixo vem do contato direto das pessoas com elementos dos computadores. A contaminação no homem pode ocorrer pelo contato direto com os elementos químicos, que entram na fabricação dos equipamentos eletrônicos. Isso acontece principalmente com os que manipulam as placas e os circuitos eletrônicos sem os devidos cuidados. É o caso de muitos trabalhadores que, sem outras fontes de recursos, dedicam-se a recuperar aparelhos do lixo para derreter as placas e comercializar o metal. Ocorre também de outra forma: com o lixo eletrônico jogado em aterros não controlados. Os metais tóxicos podem contaminar o solo e atingir o lençol freático, interferindo na qualidade dos mananciais. Caso a água venha a ser utilizada na irrigação, criação de gado ou mesmo no abastecimento público, o homem pode ser afetado.

Referenciando a problemática do lixo eletrônico, um estudo da Universidade das Nações Unidas "*Computers and the Environment: Understanding and Managing their Impacts*" de

2003, evidencia a quantidade de insumos necessários para fabricar um computador pessoal e seu monitor de vídeo em cerca de 22 Kg de produtos químicos. Portanto, considera-se que após o uso desse produto haverá um elevado impacto com o descarte descontrolado (UNU, 2003).

Computadores são fabricados com elementos químicos altamente tóxicos e poluentes, como os metais pesados. Muitas vezes os equipamentos e seus componentes são jogados no lixo comum, e substâncias químicas que compõe esses produtos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, contaminam o solo e água, comprometendo a vida de humanos e animais.

Tabela 1. Composição gravimétrica de um Desktop.

Materiais	Peso	Percentual
Ferro	5,4 Kg	67%
Placas eletrônicas	1,2 Kg	15%
Plástico	0,6 Kg	7%
Alumínio	0,5 Kg	6%
Fios e cabos	0,4 Kg	5%
TOTAL	8,1 Kg	100%

Tabela 1: Composição de um Desktop

Fonte: Xavier, et al (2012)

De acordo com a tabela acima, é possível verificar as quantidades proporcionadas de alguns elementos presente em uma amostra. Sendo assim, dentre elementos químicos que compõe os PCs estão:

Chumbo – provavelmente, o elemento químico mais perigoso; acumula-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins; causa dores de cabeça e anemia, mesmo em baixas concentrações; age no sistema nervoso, renal e hepático.

Cobre – causa intoxicações; afeta o fígado.

Mercúrio – altamente tóxico, concentrações entre 3 g e 30 g podem ser fatais ao homem; é de fácil absorção por via cutânea e pulmonar; tem efeito cumulativo; provoca lesões no cérebro; tem ação teratogênica - malformação de fetos durante a gravidez.

Cádmio – acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; causa intoxicação crônica; provoca descalcificação óssea, lesões nos rins e afeta os pulmões; tem efeito teratogênico e cancerígenos.

Bário – tem efeito vasoconstritor, eleva a pressão arterial e age no sistema nervoso central; causa problemas cardíacos.

Alumínio – favorece a ocorrência do mal de Alzheimer e tem efeito tóxico sobre as plantas.

Arsênio – acumula-se nos rins, fígado, sistema gastrointestinal, baço, pulmões, ossos e unhas; pode provocar câncer da pele e dos pulmões, anormalidades cromossômicas; tem efeito teratogênicos.

Cromo – acumula-se nos pulmões, pele, músculo e tecido adiposo; pode causar anemia, afeta o fígado e os rins; favorece a ocorrência de câncer pulmonar.

Níquel – tem efeito cancerígeno.

Zinco – entra na cadeia alimentar afetando principalmente os peixes e as algas.

Prata – tem efeito cumulativo; 10 g de nitrato de prata é letal ao homem.

A preocupação com a geração de lixo eletrônico e sua consequência para saúde e meio ambiente é global. A União Européia estabelece algumas diretivas, como, por exemplo, a Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 2003 relativa aos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos - REEE. Segundo o documento, resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e, adicionalmente, a reutilização, reciclagem

e outras formas de valorização desses resíduos, são necessárias de modo a reduzir a quantidade de resíduos eliminados (JORNAL DA UE, 2003). Nos EUA, a EPA propõe algumas formas de reciclar computadores e minimizar o lixo, e cada estado tem alguns programas específicos para tratar do tema.

O ciclo de vida dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos - REEEs , se inicia com a produção dos equipamentos e termina com a disposição final (uma das alternativas de destinação), dos rejeitos em aterro e a destinação dos produtos e materiais para a reciclagem ou outras formas que possibilitem o aproveitamento como outros produtos.

Figura 2 – Ciclo de Vida de REEEs

Fonte: Superintendência de Tecnologia da Informação – CEDIR (2013)

O foco dessa pesquisa trata especialmente do fim de vida dos PCs, já que é preciso rever o comportamento de descarte desses produtos, pois entende-se que ainda é possível estender a vida de um computador por meio de trabalhos sociais e inclusão digital, evitando-se o descarte inadequado desses equipamentos que geraria (1) poluição e contaminação de solo, água e ar; (2) formação de um mercado não reconhecido e perigoso para a saúde de catadores de componentes; e (3) inclusão social e digital de pessoas menos favorecidas.

Países desenvolvidos da Europa, ou ainda os EUA, exportam seus produtos eletrônicos não mais utilizáveis para os em desenvolvimento, transferindo o lixo gerado pelos países ricos para os países considerados pobres. Quando o computador em condições inadequadas é descartado acaba fazendo parte da vida de catadores em países como Nigéria, Gana e Brasil. Essas pessoas vivem nos lixões desmontando os equipamentos e removendo itens, como cabos por exemplo, para serem revendidos e com isso terem uma fonte de renda. Muitas vezes esse trabalho fica para crianças e adolescentes que estão se contaminando e comprometendo sua saúde.

Os números relacionados a geração de lixo eletrônico tendem a aumentar com os anos, considerando que hoje a vida média para o equipamento é de 4 anos (ANSANELLI, 2008) e chega a 2 anos nos países desenvolvidos (LIXO ELETRÔNICO, 2009). Com a facilidade de aquisição desses produtos, registra-se também o crescimento do mercado de PCs no Brasil com alta de 10,6% em 2008, atingindo 11,8 milhões de unidades vendidas, conforme pesquisa da consultoria IDC Brasil. Ainda segundo a pesquisa, o Brasil se manteve na quinta posição entre os maiores mercados de PCs do mundo, que é liderado pelos Estados Unidos (os EUA é seguido por China, Japão e Reino Unido).

A fim de regulamentar a gestão de alguns resíduos sólidos em nosso país, a Lei de Resíduos Sólidos brasileira foi aprovada pela Câmara em Março de 2010 e no Senado em julho do mesmo ano (MMA, 2013). Para gerenciar de forma adequada a problemática dos resíduos sólidos no Brasil, a Lei de Resíduos Sólidos brasileira foi sancionada em dois de agosto de 2010 e regulamentada em dezembro de 2010. O Decreto no 7.404 de 2010 regulamenta a PNRS, bem como apresenta os instrumentos para a logística reversa, regulamenta a atuação dos catadores e reforça a aplicação de incentivos econômicos

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Tem como objetivos, por exemplo, a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ainda segundo a lei, deverão ser implementadas medidas para receber embalagens e produtos após o uso pelo consumidor de itens como agrotóxicos, pilhas e

baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos e seus componentes (CÂMARA, 2010). Considera ainda a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo. Cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, regional, intermunicipal e metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Também coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quanto na Coleta Seletiva. Além disso, os instrumentos da PNRS ajudarão o Brasil a atingir uma das metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é de alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015. (MMA, 2013)

Há três pontos importantes na Política como (1) o fechamento de lixões até 2014. No lugar deles, devem ser criados aterros controlados ou aterros sanitários; (2) só rejeitos que não podem ser reciclados poderão ser encaminhados aos aterros sanitários; e (3) a elaboração de planos de resíduos sólidos nos municípios para descartar de forma correta o lixo.

Um fator importante da lei 12.305/10 é quanto a logística reversa, caracterizada, segundo a mesma, por um conjunto de ações destinadas a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (CÂMARA, 2010). Segundo o artigo 33, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos anteriormente citados, baterias, eletrônicos, e outros.

Como consequência da nova lei, muitas empresas deverão adequar suas operações gradualmente, já que serão responsáveis pelo fim da vida do produto. Dentre os muitos produtos contemplados na lei, como pneus e lâmpadas fluorescentes, estão também produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Ainda segundo a PNRS, deverão ser implementadas medidas para receber embalagens e produtos após o uso pelo consumidor de: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes (CÂMARA, 2010).

O entendimento inicial da implementação da Política é que há a necessidade de um período de adaptação por parte dos setores envolvidos no que tange essa logística, colocando então na Emenda de Plenário em março de 2010 o artigo seguinte ao Substitutivo ao Projeto de lei 203/91:

“A logística reversa relativa a lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, a produtos eletroeletrônicos e seus componentes, a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro; e a demais produtos e embalagens em que a aplicação da logística reversa seja técnica e economicamente viável será implementada progressivamente segundo cronograma estabelecido em regulamento.” (CÂMARA, 2010)

A Comissão de Estudos CE 111 - Normalização ambiental para produtos e sistemas elétricos e eletrônicos, da Comissão de Estudos da ABNT, trata de uma ação para elaboração de norma brasileira inédita sobre requisitos de um Sistema de Gestão Ambiental para Recicladoras de Produtos e Componentes Eletroeletrônicos. O projeto especifica requisitos para um sistema de gestão destinado a fornecer para recicladoras de resíduos eletroeletrônicos um quadro formal para:

- a) Implementar, manter e aprimorar um sistema de gestão que inclui a proteção ao meio ambiente, a responsabilidade por substâncias perigosas, a segurança e saúde ocupacional, a rastreabilidade dos resíduos eletroeletrônicos e o balanço de massa;
- b) Assegurar a conformidade com os requisitos exigidos na Norma, assim como qualquer requisito do cliente, requisito legal ou estatutário aplicável;

c) Permitir que as organizações possam tomar individualmente outras medidas mais rigorosas e abrangentes de proteção ao meio ambiente e a segurança e saúde ocupacional; e

d) Operar de acordo com as convenções e tratados das quais o Brasil é signatário.

Este documento é aplicável a recicladoras e outras organizações que realizam ou venham a realizar a manufatura reversa de equipamentos e componentes eletroeletrônicos, inclusive quando esta operação é realizada nas instalações dos fabricantes destes equipamentos.

Para essa comissão, o Resíduo eletroeletrônico é aquele cuja composição é desconhecida ou que, em função de suas propriedades físicas ou químicas, pode apresentar (1) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e; (2) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

A CE então, define REEE como sendo:

“Equipamentos, partes e peças cujo adequado funcionamento depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transmissão, transformação e medição dessas correntes e campos, podendo ser de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços.”. E define ainda Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos como: “equipamentos eletroeletrônicos, partes e peças que chegaram ao final da sua vida útil ou o uso foi descontinuado.”

A mesma Comissão de Estudo ainda define resíduo eletroeletrônico perigoso como sendo:

“Resíduo eletroeletrônico cuja composição é desconhecida ou que, em função de suas propriedades físicas ou químicas, pode apresentar (1) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; e (2) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, e que são construídos, contém ou são derivados em todo ou em parte das substâncias ou elementos químicos ou grupos classificados perigosos, conforme ABNT NBR 10004:2004 e a base de dados da IEC 62474, ou assim classificado por outros regulamentos aplicáveis.”

Nesse contexto, para a gestão de REEE é possível a identificação de alguns aspectos-chave, tais como o descarte; a coleta; a identificação e regulamentação das substâncias perigosas e restritivas. Considerando que cerca de 70% dos equipamentos eletrônicos são descartados nos chamados lixões, há soluções possíveis para aplicação da PNRS a partir de modelos tecnológicos de gestão de resíduos sólidos em estudo:

- Reaproveitamento integral de materiais pós-consumo por reciclagem ou a incineração dos resíduos.
- Inclusão das Cooperativas no processo de recepção e triagem desse material de forma a garantir ganho social e ambiental.

Dentre as etapas compreendidas na gestão dos REEE estão: (1) Obtenção dos REEE; (2) Identificação das fontes geradoras Coleta Armazenagem; (3) Pré-processamento que inclui teste, desmontagem, separação, compactação e enfardamento; (4) Destinação, que pode ser o reuso, recondicionamento, remanufatura e reciclagem; e por último a disposição final. Percebe-se a desmontagem e separação como etapas fundamentais para a valorização dos resíduos. Os equipamentos, partes e peças do segmento de TI, são os que apresentam um dos maiores potenciais para a cadeia reversa, em função de seu alto valor agregado, relativamente às demais categorias de resíduos.

Além da Política Nacional, há também o Projeto de Lei 33 de 2008 do governo de São Paulo, onde são colocadas normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico, ou outras providências necessárias. A lei visa justamente uma melhoria da gestão do lixo tecnológico, e deve ser aplicada de maneira urgente a fim de reduzir ao máximo esse problema tão crítico, contudo até o momento, está vetada parcialmente. Apesar do veto parcial, não há prejuízo à essência da Lei, que é obrigar aos fabricantes, importadores e comerciantes de equipamentos eletrônicos a logística reversa, reciclagem e deposição adequada desses produtos (LIXO ELETRÔNICO, 2009).

Sabe-se, contudo, que não basta somente ações do governo com leis e normas. Indivíduos e empresas também têm sua responsabilidade. Indivíduos também devem minimizar o lixo e reaproveitar o que for possível. Nas organizações, a prevenção de resíduos deve fazer parte do

projeto do produto, já que é nesse momento que a interface entre o meio ambiente e o consumidor será desenhada e possibilita a análise dos impactos em cada etapa do ciclo de vida do item (CAPELINI, 2007).

É importante pensar em produtos novos e redesenhar os já existentes com o foco em minimizar resíduos desde a extração da matéria-prima. A seleção de materiais renováveis e de baixo impacto é outro fator fundamental para evitar resíduos. No caso do fim de vida de um produto, o projeto já deve prever como o descarte deverá ser feito, evitando assim a poluição do solo ou da água, e propondo a reciclagem ou reutilização.

Considerando que no fim de vida do produto ele pode ser inserido num novo processo produtivo, o conceito de Processo Logístico Reverso ou Logística Reversa também pode colaborar para a redução de resíduos. Para Gonçalves-Dias (2006), nesse processo ocorre o exame dos fluxos reversos, ou seja, inicia-se o processo no sentido inverso ao da cadeia direta, “a partir dos produtos descartados após seu consumo, visando agregar valor de diversas naturezas, por meio da reintegração de seus componentes ou materiais constituintes ao ciclo produtivo” (GONÇALVES-DIAS, 2006, p. 430).

Além da importância da logística reversa, a reciclagem também ocupa um grande espaço quando é preciso reduzir resíduos no meio ambiente. Com o aumento do descarte de produtos eletrônicos, as grandes cidades estão levantando nos últimos anos alternativas para descarte, reciclagem, reaproveitamento e reutilização de materiais que não servem mais para o consumo. As ações variam do estímulo a não geração de resíduos até a reciclagem de produtos e subprodutos.

2.5 – Sustentabilidade na Universidade

A aproximação da Universidade em relação aos elementos contidos no tema desenvolvimento sustentável não é tão recente como a consagração do conceito, que é da segunda metade da década de 1980. Nos anos 1960, começam a proliferar alertas, vindos da Universidade, em quanto o avanço das ciências vinha se transformando em tecnologias e processos produtivos ameaçadores à perenidade da vida. As primeiras experiências surgiram nos Estados Unidos, simultaneamente com as promoções de profissionais nas ciências ambientais, que se estenderam ao longo dos anos setenta. Já nos anos oitenta, o destaque foi para políticas mais específicas à gestão de resíduos e eficiência energética. Durante a década de noventa se desenvolveram políticas ambientais de âmbito global, que congregam todos os âmbitos das instituições, a exemplo do Campus Ecology da University of Wisconsin at Madison ou o Brown is Green, da University of Brown nos Estados Unidos (Delgado e Vélez, 2005).

Ao longo dos anos o envolvimento da Universidade com temas associados ao meio ambiente e à qualidade de vida das futuras gerações só tem crescido. Entretanto, a relação do meio acadêmico institucionalizado com esse tipo de tema é muito difícil. A organização departamentalizada valoriza as especialidades e é avessa a visões interdisciplinares. Toda a estrutura de fomento, avaliação, reconhecimento e validação de mérito das atividades de desenvolvimento científico e tecnológico no meio acadêmico está orientada para os cortes das áreas do conhecimento e suas respectivas disciplinas. E, por outro lado, também os pesquisadores foram se organizando em torno de associações corporativas disciplinares. Postular, hoje, a abertura de espaços institucionalizados para a prática acadêmica interdisciplinar implica resgatar a herança recente de experiências relevantes.

A chegada do tema Meio Ambiente à Universidade se dá a partir de contextos departamentalizados. Primeiro, foram os departamentos de biologia, de química e de engenharia sanitária. Mas, depois, a adesão ao tema foi se espalhando pelos campi. O adjetivo ambiental começa a aparecer acoplado a várias disciplinas: engenharia ambiental, direito ambiental, educação ambiental, sociologia ambiental, história ambiental, geologia, química. É importante, entretanto, contextualizar o momento em que a preocupação ambiental se internaliza na Universidade, em particular no Brasil. Pelo menos dois aspectos merecem,

nesse sentido, ser destacados: o enraizamento institucional, corporativo e burocrático do modelo disciplinar; e a avassaladora crise financeira, que compromete a capacidade de surgimento de novos campos e que exacerba as disputas corporativas.

Nesse sentido, ainda que pareça paradoxal, a preocupação com o desenvolvimento sustentável cresce em importância, mas não encontra um espaço institucional compatível. E, para completar, as estruturas de apoio, fomento e avaliação também se mostram pouco permeáveis à interdisciplinaridade. Operam por meio de cortes rigorosamente corporativos e os mais sinceros acenos no sentido de reconhecer a relevância da interdisciplinaridade têm se resumido a uma arquitetura institucional, no máximo multidisciplinar (BURSZTYN, 2001).

Hoje muito se fala da necessidade de preservarmos os recursos da natureza e de nos desenvolvermos sustentavelmente; no entanto, pouco tem sido feito no âmbito educacional, mesmo que a Constituição Federal exija um programa de educação ambiental em todos os níveis de ensino em seu artigo 225, parágrafo primeiro, item VI.

CONSIDERANDO o disposto no artigo 225, §1º, inciso VI da Constituição Federal, que atribui ao poder público o dever de universalizar a Educação Ambiental nas instituições de ensino, promovendo a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

CONSIDERANDO que a Lei nº 9.795/99 estabelece que “a educação ambiental é um componente essencial e permanente na educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal”;

Segundo De Conto (2010, p.18),

“a Gestão de resíduos em universidades pode ser definida como parte da gestão acadêmica utilizada para desenvolver e implementar políticas relacionadas aos aspectos e impactos resultantes das atividades de ensino, pesquisa e extensão. Compreende ações referentes à tomada de decisões políticas e estratégias, quanto a fatores institucionais, operacionais, financeiros, sociais, educacionais e ambientais da geração ao destino final dos resíduos gerados nas atividades acadêmicas”. (DE CONTO, 2010, P.18)

Em razão da Rio + 20 em 2012, cerca de 300 instituições de ensino superior assinaram, no Riocentro, uma declaração de apoio ao desenvolvimento sustentável, com o compromisso de inserção do tema no cerne de suas faculdades e dos currículos universitários. A iniciativa é convocada pela agência da ONU para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco), a Universidade das Nações Unidas, o Pacto Global, com apoio dos Princípios para a Gestão da Educação Responsável das Nações Unidas (PRME) e do Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP). Essa declaração considerou:

- Ensinar conceitos de desenvolvimento sustentável, garantindo que eles façam parte do currículo básico em todas as disciplinas para que os futuros diplomados do ensino superior desenvolvam habilidades necessárias ao desenvolvimento sustentável e tenham um entendimento explícito de como alcançar uma sociedade que valoriza as pessoas, o planeta e os lucros de uma maneira que respeite os limites de recursos finitos do planeta. Instituições de Ensino Superior também são encorajadas a proporcionar formação em sustentabilidade para os profissionais e funcionários.
- Incentivar a investigação sobre questões de desenvolvimento sustentável, para melhorar a compreensão científica por meio do intercâmbio de conhecimentos científicos e tecnológicos, intensificando o desenvolvimento, adaptação, difusão e transferência de conhecimentos, incluindo tecnologias novas e inovadoras.
- Tornar nossos campi mais “verdes” por: i) reduzir o impacto ambiental através de eficiências de água, energia e recursos materiais em nossos edifícios e instalações; ii) a adoção de práticas sustentáveis de contratos em nossas cadeias de fornecimento e serviços de abastecimento; iii) fornecer opções de mobilidade sustentável para os alunos e professores; iv) adoção de programas eficazes para a minimização de resíduos, reciclagem e reutilização; e v) incentivar estilos de vida mais sustentáveis.
- Apoiar os esforços de sustentabilidade nas comunidades onde estamos instalados, trabalhando com as autoridades locais e a sociedade civil, tornando-as mais habitáveis e ecoeficientes, socialmente inclusivas e com baixa pegada ambiental.

- Comprometer-nos com o compartilhamento de resultados e ações por meio de quadros internacionais, como a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, liderado pela UNESCO, a Universidade das Nações Unidas, o Pacto Global, com apoio dos Princípios para a Gestão da Educação Responsável das Nações Unidas e do Programa de Educação Ambiental do das Nações Unidas, iniciativas de educação e formação, a fim de trocar conhecimentos e experiências e informar regularmente sobre os progressos e desafios.

Os problemas relacionados aos resíduos em universidades são complexos (DE CONTO, 2010). É preciso capacitar a todos dentro desses espaços, professores, funcionários, alunos, para exercerem seus papéis perante o desafio da geração e tratamento adequado do resíduo eletroeletrônico.

Uma das formas de levar a educação ambiental à comunidade é pela ação direta do professor na sala de aula e em atividades extracurriculares. Por meio de atividades como leitura, trabalhos escolares, pesquisas e debates, os alunos poderão entender os problemas que afetam a comunidade onde vivem, a refletir e criticar as ações que desrespeitem e, muitas vezes, destroem um patrimônio que é de todos.

Os professores são a peça fundamental no processo de conscientização da sociedade dos problemas ambientais, pois buscarão desenvolver, em seus alunos, hábitos e atitudes sadios de conservação ambiental e respeito à natureza, transformando-os em cidadãos conscientes e comprometidos com o futuro do país. Além disso, desenvolvimento sustentável introduz uma dimensão ética e política que considera o desenvolvimento como um processo de mudança social, com conseqüente democratização do acesso aos recursos naturais e distribuição eqüitativa dos custos e benefícios do desenvolvimento.

Para auxiliar nesse processo de inserção da universidade como formadora de profissionais, A Organização das Nações Unidas (ONU) deu os primeiros sinais às universidades quanto ao seu papel no caminho global para o desenvolvimento sustentável. Os documentos associados às Conferências em Desenvolvimento Humano em 1972 e em Ambiente e Desenvolvimento – UNCED em 1999 explicitam objetivos e medidas dirigidas às instituições de ensino superior.

Documento	Objetivos	Medidas Recomendadas
UNCHD (1972) Declaração de Estocolmo (Princípios 9 e 24)	Prever e/ou minorar aspectos contrários ao desenvolvimento sustentável.	Formulação de acordos multi- ou bilaterais ou de outras formas de cooperação (nomeadamente em transferência tecnológica).
UNCED (1991) Relatório do Comitê Preparatório	Envolver todos na educação para o desenvolvimento sustentável.	Envolvimento de decisores no governo, de especialistas que os aconselhem nas universidades, institutos de investigação, etc.
UNCED (1992) Declaração do Rio (Princípio 9)	Fortalecer o desenvolvimento de capacidades para o desenvolvimento sustentável.	Intercâmbio de conhecimento científico e tecnológico. Desenvolvimento, adaptação, difusão e transferência de tecnologias, incluindo as novas e inovativas.
UNCED (1992) Agenda 21 (Capítulos 31, 34, 35 e 36)	Clarificar o papel da ciência e tecnologia no desenvolvimento sustentável.	(Re)desenho dos programas nacionais em Ciência e Tecnologia por forma a clarificar contribuições do setor para o desenvolvimento sustentável e identificar funções/ responsabilidades do sector no desenvolvimento humano.
	Gerar e disseminar conhecimento e informação em desenvolvimento sustentável.	Produção de avaliações científicas de longo prazo sobre depleção dos recursos, uso da energia, impactos na saúde e tendências demográficas, e tornar públicas em formas amplamente compreendidas.
	Educar todos para o desenvolvimento sustentável.	Desenvolvimento de programas de educação em ambiente e desenvolvimento (acessível a pessoas de todas as idades). Incentivos dos países às universidades e a redes de trabalho neste âmbito.

Tabela 2 – Recomendações ONU

Fonte: UNEP, 2013

Além do trabalho da ONU nos diversos eventos sobre Sustentabilidade, alguns grupos de trabalho de formaram pelo mundo a fim de definirem seu papel nessa realidade desafiadora.

Declaração de Talloires – em outubro de 1990, vinte presidentes de universidades, os reitores e pró-reitores das universidades de todas as regiões do mundo mostraram seus interesses sobre a velocidade crescente da poluição e da degradação ambientais e a depleção de recursos naturais. Esta declaração foi assinada no Centro Europeu da Universidade de Tufts, Talloires, França.

Consta na declaração que as universidades têm um papel crucial na educação, investigação, formação de políticas e troca de informação necessárias à concretização destes objetivos e que os líderes universitários têm que garantir a liderança e apoio na mobilização dos recursos internos e externos, de forma a que as suas instituições respondam a este desafio urgente. Para isto tem as seguintes ações:

√ aumentar a consciência para o desenvolvimento ambientalmente sustentável – usar todas as oportunidades para reforçar a consciência pública, governamental, industrial, institucional e universitária, defendendo publicamente a necessidade urgente de caminhar rumo a um futuro ambientalmente sustentável.

√ criar uma cultura institucional da sustentabilidade – encorajar todas as universidades a envolver-se na educação, investigação, formação de políticas e troca de informação sobre a população, ambiente e desenvolvimento rumo a um futuro mais sustentável.

√ educar para a cidadania ambientalmente responsável – estabelecer programas para produzir conhecimento em gestão ambiental, desenvolvimento econômico sustentável, população e domínios relacionados, de forma a assegurar que todos os graduados universitários sejam formados em ambiente e cidadãos responsáveis.

√ incentivar a literatura ambiental – criar programas para desenvolver a capacidade do corpo docente de cada faculdade de ensinar matérias ambientais a todos os estudantes universitários.

√ praticar a ecologia institucional - estimular os dirigentes universitários e os docentes e investigadores ambientais a desenvolver investigação, políticas, programas de intercâmbio de informação e curricular para um futuro ambientalmente sustentável.

√ envolver todas as partes interessadas – encorajar governos, fundações e indústria a apoiar a investigação interdisciplinar, a educação, o desenvolvimento de políticas e o intercâmbio de informação em desenvolvimento ambientalmente sustentável. Expandir o trabalho com as comunidades locais e as organizações não governamentais para ajudar a encontrar soluções para os problemas ambientais.

√ colaborar para abordagens interdisciplinares – reunir professores e gestores universitários com técnicos ambientais de forma a desenvolver abordagens interdisciplinares aos currículos e a iniciativas de investigação, operação e comunicação que suportem um futuro ambientalmente sustentável.

√ aumentar a capacidade das escolas primárias e secundárias – estabelecer parcerias com as escolas primárias e secundárias para potenciar as capacidades dos seus professores em ensinar assuntos relacionados com a população, o ambiente e o desenvolvimento sustentável.

√ alargar o serviço e o alcance, nacional e internacionalmente – trabalhar com a Conferência da ONU em Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), o Programa Ambiental da ONU (UNEP) e outras organizações internacionais e nacionais para promover um esforço universitário global rumo a um futuro sustentável.

√ manter o movimento – estabelecer um comitê de acompanhamento e um secretariado para continuar este momentum, informar e apoiar mutuamente os esforços na efetivação desta declaração.

Os signatários da Declaração de Talloires comprometem-se a criar uma cultura institucional da sustentabilidade, encorajando todas as universidades a envolverem-se na educação, investigação, formação de políticas e intercâmbio de informação em ambiente e desenvolvimento.

Declaração de Halifax – um ano mais tarde, em dezembro de 1991, em Halifax – Canadá, os representantes sêniores da IAU – Associação Internacional das Universidades, da Universidade Unida das Nações e da Associação das Universidades e Faculdades do Canadá, juntaram-se com 20 presidentes das universidades das várias partes do mundo para discutir as seguintes ações a todas as universidades:

√ utilizar os recursos intelectuais da universidade para incentivar uma compreensão melhor por parte da sociedade dos perigos físicos, biológicos e sociais relacionados que enfrentam o planeta Terra.

√ enfatizar a obrigação ética da geração atual para superar aquelas mal práticas da utilização de recursos e daquelas circunstâncias difundidas do ser humano que se encontram na raiz da insustentabilidade ambiental.

√ realçar a capacidade da universidade de ensinar e praticar princípios sustentáveis, para aumentar o interesse ambiental e para aumentar a compreensão da ética ambiental entre a faculdade, os estudantes e o público em geral.

√ cooperar com todos os segmentos da sociedade e na persecução de medidas práticas para conseguir a revisão e a reversão eficazes daquelas práticas da corrente que contribuem à degradação ambiental.

√ empregar todas as comunicações entre universidade, enfatizando estes empreendimentos à UNCED, aos governos e ao público em geral.

A Declaração de Halifax foi liberada na conclusão da conferência.

Declaração de Swansea – em agosto de 1993, na conclusão da conferência quinquenal das Universidades da Comunidade (ACU), os participantes expressaram a opinião de que as soluções aos problemas ambientais seriam eficazes se tivessem a participação de toda a sociedade na busca da sustentabilidade. Para isto desencadeou ações para:

√ incitar as universidade da ACU a procurar estabelecer e disseminar uma compreensão mais desobstruída do desenvolvimento sustentável – desenvolvimento que se encontra com as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras e incentivar os princípios e as práticas sustentáveis mais apropriadas do desenvolvimento nos níveis locais, nacionais e globais, nas maneiras consistentes com suas missões.

√ utilizar recursos da universidade incentivando à melhor compreensão por parte dos governos e do público, sobre grandes perigos físicos, biológicos e sociais relacionados que enfrentam a Terra e para reconhecer a interdependência significativa e as dimensões internacionais do desenvolvimento sustentável.

√ enfatizar a obrigação ética da geração atual para superar aquelas práticas da utilização do recurso e aquelas circunstâncias difundidas.

✓ realçar a capacidade da universidade de ensinar e praticar princípios sustentáveis, para aumentar o interesse ambiental e para aumentar a compreensão da ética ambiental entre a faculdade, os estudantes e o público em geral.

✓ cooperação com todos os segmentos da sociedade e persecução de medidas práticas para conseguir a revisão e a reversão eficazes daquelas práticas da corrente que contribuem à degradação ambiental. ✓ incentivar universidades a rever suas próprias operações para refletir as melhores práticas sustentáveis.

✓ pedir urgente ao conselho da ACU para considerar e executar as maneiras e os meios, dar vida a esta declaração na missão de cada um de seus membros e com a empresa comum da ACU.

Esta declaração foi feita na Universidade do Wales, Swansea, no dia 20 de agosto de 1993, e já foi liberada na conclusão da Associação da Conferência das Universidades.

Acordos da Conferência da Terra – Até a Conferência do Rio (UNCED), as universidades praticamente estiveram fora do palco da discussão sobre o desenvolvimento sustentável. A experiência trouxe uma lição clara: as universidades não se devem esquivar ao desafio, pois de acordo com Associação Internacional das Universidades - IAU, 1993, se não nos envolvermos, se não usarmos as nossas forças combinadas para ajudar a resolver os problemas emergentes da nossa sociedade global, então seremos ignorados no despertar de um outro motor de mudança, uma outra agência ou estrutura que será convidada a promover a liderança. Agenda 21 local – capítulo 36 - promover a educação, a consciência pública e a formação. Área programática – reorientar a educação para o desenvolvimento sustentável - ONU, 1992. Bases para a ação:

✓ a educação, incluindo a educação formal, a consciência pública e a formação devem ser reconhecidas como um processo através do qual os seres humanos e as sociedades podem alcançar o seu completo potencial.

✓ a educação é vital à promoção do desenvolvimento sustentável e à melhoria das capacidades humanas em lidar com as questões do ambiente e do desenvolvimento.

√ enquanto a educação básica fornece as bases para qualquer educação em ambiente e desenvolvimento, as posteriores necessitam ser incorporadas como uma parte essencial da aprendizagem.

√ a educação formal e a educação não-formal são ambas indispensáveis na mudança de atitudes que capacitará as pessoas a avaliar e resolver as suas preocupações de desenvolvimento sustentável.

√ a educação é também vital ao alcance de uma ética e consciência ambiental, de valores e atitudes, habilidades e comportamentos consistentes com o desenvolvimento sustentável e para uma efetiva participação pública nos processos decisórios.

√ para ser efetiva, a educação ambiental e de desenvolvimento deve lidar com as dinâmicas biofísicas e socioeconômicas do ambiente e de desenvolvimento (que pode também ser espiritual) humano, deve ser integrada em todas as disciplinas e deve empregar métodos formais e não-formais e meios efetivos de comunicação.

Declaração de Kyoto – promovida pela Associação Internacional das Universidades (IAU), sublinha a dimensão ética da educação para o desenvolvimento sustentável que, além de ensinar princípios, deve promover práticas igualmente sustentáveis. Na 9a Mesa Redonda da IAU, que ocorreu em Kyoto (Japão) a 19 de novembro de 1993, cerca de 90 líderes universitários reuniram-se para discutir e adotar uma declaração de princípios, baseada nas declarações emanadas das conferências de Talloires (1990), Halifax (1991) e Swansea (1993). As ações foram as seguintes:

√ pressionar as universidades em todo o mundo a procurar estabelecer e disseminar uma compreensão mais clara do conceito de «desenvolvimento sustentável» - «o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras» - e encorajar princípios e práticas de desenvolvimento sustentável mais apropriados ao nível local, nacional e global, de formas mais concentradas com as suas missões.

√ utilizar os recursos das universidades para encorajar uma melhor compreensão, por parte dos governos e do público em geral, dos perigos inter-relacionados físicos, biológicos e

sociais que ameaçam o planeta Terra e para reconhecer a interdependência significativa e as dimensões internacionais do desenvolvimento sustentável.

√ sublinhar a obrigação ética da geração presente em ultrapassar as práticas de utilização dos recursos e as disparidades globalmente disseminadas que estão na base da insustentabilidade ambiental.

√ potenciar a capacidade da universidade de ensinar, investigar e agir no seio da sociedade, de acordo com os princípios de desenvolvimento sustentável; aumentar a literatura ambiental e melhorar a compreensão da ética ambiental no meio acadêmico e entre o público em geral.

√ cooperar entre si e com todos os segmentos da sociedade na procura de medidas práticas e de política que alcancem o desenvolvimento sustentável e assim assegurem os interesses das gerações futuras.

√ encorajar as universidades a rever as suas próprias operações de forma a refletir as melhores práticas de desenvolvimento sustentável.

√ solicitar ao conselho administrativo da IAU que considere e implemente as formas e meios adequados à vitalização da presente Declaração, refletida na missão de cada um dos seus membros e na política conjunta da IAU.

Carta Copernicus - A Carta Copernicus, chamada de Carta Patente da Universidade para o Desenvolvimento Sustentável, define os princípios de ação a serem adotados pelas universidades rumo ao desenvolvimento sustentável. O Programa Copernicus (Cooperation Program for Environmental Research in Nature and Industry through Coordinated University Studies) é um programa de cooperação europeia para a pesquisa sobre a natureza e a indústria com os estudos coordenados da universidade e foi lançado pela Conferência dos Reitores da Europa (CRE) em 1988.

Este programa é o principal agente regional em diálogo nesta matéria a nível internacional e trabalha em parceria com a Associação das Universidades Europeias (EUA), o Instituto de Investigação para a Europa Sustentável (SERI), a Associação Ambiental das Universidades e

Faculdades do Reino Unido (EAUC) e algumas universidades singularmente proativas em desenvolvimento sustentável no espaço europeu.

Tendo como visão tornar a sustentabilidade uma marca registrada tanto do espaço europeu da investigação como do espaço europeu da educação, o programa Copernicus desenvolve a sua própria estratégia de ação consubstanciada nos princípios de sua carta. A carta patente foi introduzida e apresentada à Conferência Bianual de CRE em Barcelona em outubro de 1993 e assinada em Genebra em abril de 1994 por um conjunto de 196 universidades européias.

Como observado, as universidades podem, portanto, assumir um compromisso para com um processo contínuo de informação, educação e mobilização de todas as partes relevantes da sociedade com relação às consequências da degradação ecológica, incluindo o seu impacto sobre o ambiente global e as condições que garantem um mundo sustentável e justo.

Para alcançar estes objetivos e cumprir a sua missão básica, as universidades são pressionadas a desencadear todos os esforços para subscrever e implementar os dez princípios de ação abaixo definidos.

√ compromisso institucional – as universidades devem demonstrar um compromisso real para com a teoria e a prática da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável no seio da comunidade acadêmica.

√ ética ambiental – as universidades devem promover, entre os seus docentes, alunos e o público em geral, padrões de consumo sustentáveis e um estilo de vida ecológico, estimulando paralelamente programas que desenvolvam as capacidades do corpo docente para ensinar literatura ambiental.

√ educação dos funcionários universitários – as universidades deverão proporcionar educação, formação e encorajamento aos seus funcionários em matérias ambientais, para que eles possam prosseguir o seu trabalho de uma forma ambientalmente responsável.

√ programas de educação ambiental – as universidades deverão incorporar uma perspectiva ambiental em todo o seu trabalho e estabelecer programas de educação ambiental envolvendo

docentes, investigadores e estudantes, expondo-os a todos os desafios globais do ambiente e desenvolvimento, seja qual for o seu campo de trabalho ou estudo.

√ interdisciplinaridade – as universidades devem encorajar a educação interdisciplinar e colaborativa e programas de investigação relativos ao desenvolvimento sustentável enquanto parte da missão central.

De acordo com Brandili e Tauchen (2006), há diversos casos de gestão ambiental em âmbito universitário, ressaltando dois aspectos: as ações são isoladas e pontuais; e a maioria destina-se a situações em que a instituição já está implementada e funcionando, facilitando as ações de formação do pessoal, a distribuição de responsabilidades do programa de gestão ambiental e o monitoramento e controle dos indicadores de gestão para o SGA. Ainda segundo esses autores, as ações sustentáveis que mais aparecem nas IES em outros países como Estados Unidos, e outros países europeus são o controle do consumo e reuso da água e o programa de reciclagem-gestão de resíduos, seguidos do treinamento e sensibilização dos alunos. Já no Brasil, em algumas Universidades pesquisadas há predominância de projetos abordando o gerenciamento de resíduos. Contudo, nos exemplos pesquisados pelos autores, não houve referência a gestão de resíduos eletrônicos em nenhum caso brasileiro ou estrangeiro.

No entanto, segundo Ribeiro e Cirani (2013), a Universidade Federal do ABC, criada em 2005, criou o Projeto de Computadores para Inclusão, denominado também de Projeto CI, visando atender as regulamentações legais e, por sua vez, contribuir com o meio ambiente. Isso porque a universidade aumenta a vida útil dos computadores, ao recondicionar e distribuí-los aos setores que tenham demanda e, além disso, ao encaminhar as peças e partes dos computadores que não foram aproveitados na universidade ao Projeto CI, onde os Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC) fará um novo reaproveitamento desses computadores e de suas partes e, por sua vez, destinará os computadores recondicionados para as instituições cadastradas, fechando assim o ciclo de vida desses equipamentos. Dessa forma, este projeto teve como objetivo investigar as ações sustentáveis envolvidas na gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEEs da UFABC.

Nota-se que há diversos casos de universidades em todo o mundo preocupadas com a gestão ambiental de suas atividades, algumas mais que outras. Considerando a Universidade de São

Paulo como a mais importante do Brasil e a segunda mais importante da América Latina, esse trabalho buscou relatar as ações ambientais realizadas pela USP até o momento.

PROBLEMA DA PESQUISA

O trabalho tem como objetivo analisar a geração de resíduos sólidos e os impactos ambientais e sociais do lixo eletrônico, em especial de PCs, na Universidade de São Paulo. Essa avaliação contempla a reciclagem e reaproveitamento desses computadores na Universidade e para trabalhos sociais de inclusão digital. Portanto, pretende-se responder a pergunta: Como é, e como pode ser a gestão do resíduo eletrônico em uma Universidade? Quais os fatores de sucesso para a concepção e implantação de um Centro de Tratamento de resíduos eletroeletrônicos e como se aplicam no contexto de uma universidade.

Premissas

Algumas premissas foram identificadas:

- O descarte de produtos eletrônicos, como os computadores pessoais vem aumentando e quando indevidamente descartado coloca em risco o meio ambiente e a saúde da sociedade.
- O CEDIR na Universidade de São Paulo é uma referência quando se trata da gestão do resíduo eletroeletrônico para uma Universidade.
- Os computadores de uma Universidade podem ter sua vida estendida por meio de reciclagem e reutilização, favorecendo a inclusão social e digital de muitos indivíduos.

METODOLOGIA

Minayo (2007) define metodologia como o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade. Ou seja, inclui ao mesmo tempo o método, as técnicas e a criatividade do pesquisador.

Para o trabalho proposto, foi utilizada a abordagem da Pesquisa Qualitativa, que pode ser definida, segundo Vieira e Zouain (2004), como a que se fundamenta principalmente em análises qualitativas. Na primeira parte do trabalho realizou-se a revisão da literatura sobre resíduos sólidos urbanos, mais especificamente, dos computadores, e seus impactos ambientais e sociais.

A segunda etapa do trabalho, foi realizada pesquisa no campus Cidade Universitária da Universidade de São Paulo, com foco no CEDIR, Centro de Reciclagem de eletrônicos da USP, por meio de levantamento junto a esse centro, compreendendo como os computadores são descartados, qual o destino do descarte e o processo de reciclagem, reutilização, reaproveitamento de equipamentos e suas partes.

Portanto, a realização de verificação empírica por meio do protocolo de Estudo de Caso de Yin, (2001) foi a técnica utilizada para analisar detalhadamente o local escolhido como referência para o tema reciclagem e reutilização do resíduo eletrônico, o CEDIR na USP. Segundo Yin (2001), estudos de caso são investigações empíricas amplamente utilizadas nas ciências sociais, contribuindo para a compreensão de fenômenos individuais, organizacionais, gerenciais, sociais e políticos, quando a fronteira entre os fenômenos estudados e o contexto não são bem definidos.

Nesta tese, utilizou-se o estudo de caso único, que representa o teste de uma teoria significativa. “Para confirmar, contestar ou estender a teoria, deve existir um caso único que satisfaça todas as condições para testar a teoria” (YIN, 2001, p. 62). O protocolo de Yin (2001) é composto por: visão geral do projeto, pergunta de pesquisa, procedimento de campo e procedimento de análise.

Entre os anos de 2010 e 2014 visitas foram agendadas com Senhora Neuci Bicov, responsável técnica pelo CEDIR. As primeiras visitas realizaram-se no galpão de 400m² com o objetivo de ter uma visão geral dos processos que ali aconteciam. A partir da mudança de local para o galpão de 200m², o contato com a Senhora Neuci se tornou mais próximo e além de visitas, pude realizar duas entrevistas com ela. Nesses dois momentos a abordagem foi aprofundada para compreensão de dificuldades, lições aprendidas e aspectos mais gerenciais do projeto CEDIR, já que as questões técnicas já haviam sido amplamente estudadas.

Neuci sempre foi muito atenciosa nos atendimentos e forneceu materiais diversos para o enriquecimento do meu trabalho.

Alguns dos materiais fornecidos pelo CEDIR:

- Prêmio Mario Covas de 2009, com título “Tratamento Sustentável de Lixo Eletrônico”
- Apresentações realizadas pela Profª Dra Maria Tereza em cursos, palestras e outros.
- Vídeos e Artigos disponibilizados no website da Universidade de São Paulo

Em uma terceira fase da tese, foi elaborada a conclusão do estudo com sugestões para continuidade do estudo desse tema.

3 - ESTUDO DE CASO: CEDIR USP

3.1 Universidade de São Paulo - A Cidade Universitária

A Universidade de São Paulo (USP) é uma universidade pública, mantida pelo Estado de São Paulo e ligada à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia (USP, 2012). Criada em 1934, a Universidade de São Paulo é uma das mais importantes instituições de nível superior do Brasil.

Buscando promover a sustentabilidade nos campi da USP, foi criada em 2012, a Superintendência de Gestão Ambiental – SGA, embasada nos seguintes princípios: (1) promover ações de conservação dos recursos naturais da Universidade; (2) promover um ambiente saudável e a segurança ambiental dentro dos campi; (3) promover o uso racional de recursos; (4) educar visando à sustentabilidade; (5) construir, de forma participativa, a Universidade sustentável e, (6) conduzir a Universidade para torna-se um modelo de sustentabilidade para a sociedade.

Portanto, para cumprir com os objetivos da SGA há o Grupo de Trabalho de Gerenciamento de Resíduos - GT Resíduos, que tem como objetivo estruturar as diretrizes de gerenciamento de resíduos sólidos e líquidos perigosos dentro da Universidade de São Paulo, tendo como premissa que as unidades serão executoras de tais diretrizes de acordo com suas especificidades.

Sendo assim, o GT Resíduos tem desenvolvido esforços para:

- 1) Conhecer a diversidade de resíduos através de um mapeamento e construção de uma matriz de resíduos;
- 2) Resgatar as diretrizes que já existem dentro dos campi;
- 3) Elaborar um diagnóstico da situação atual dentro das unidades;
- 4) Delimitar a partir do nome do grupo de trabalho para “Grupo de trabalho de Resíduos Sólidos e Líquidos perigosos” deixando a parte de efluentes e água para outra comissão que aborde questões mais específicas e seja representada por especialistas da área.

Há outro projeto importante na Universidade, o “USP Recicla – da Pedagogia à Tecnologia” Trata-se de um programa permanente da Universidade de São Paulo, desenvolvido por suas unidades e órgãos em parceria com a SGA/USP, a qual tem a função de articular e facilitar sua implantação e promoção. Por meio de iniciativas educativas, informativas e de gestão integrada de resíduos, o USP Recicla busca transformar a Universidade de São Paulo em um bom exemplo de consumo responsável e de destinação adequada dos resíduos. O público prioritário do Programa é a Comunidade USP (estudantes, professores, pesquisadores, funcionários e visitantes). São aproximadamente 85.000 pessoas, das quais cerca de 15.000 se renovam a cada ano.

O USP Recicla tem como missão contribuir para a construção de sociedades sustentáveis por meio de ações voltadas a minimização de resíduos, conservação do meio ambiente, melhoria da qualidade de vida e formação de pessoas comprometidas com estes ideais. Neste sentido, suas iniciativas visam estimular a comunidade USP a incorporar valores, atitudes e comportamentos ambientalmente adequados, em especial, a redução na geração de resíduos, colaborar para o estabelecimento de políticas de conservação, recuperação, melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida na USP, no seu entorno e interfaces, contribuir para fortalecer as preocupações e os cuidados socioambientais dos estudantes que anualmente se formam na USP, constituir um processo de gestão compartilhada e integrada de resíduos na USP, tornando-o um bom exemplo para a sociedade, apoiar e fomentar a promoção de iniciativas voltadas aos objetivos acima e que articulem aspectos de pesquisa, ensino, extensão e gestão cotidiana da Universidade.

Outro tipo de resíduo que vem sendo captado pela Universidade é o resíduo de eletroeletrônicos. A existência de um volume crescente de lixo eletrônico na Universidade de São Paulo e a inexistência de políticas internas à universidade e tampouco em nível de governos estadual e federal visando garantir o seu fim sustentável, motivou-nos a desenvolver e implantar o Centro de Reuso e Descarte de Lixo Eletrônico para garantir o fim sustentável deste lixo na forma de sua reutilização ou reciclagem. Diante desta realidade, chegou-se a conclusão que a melhor opção, para garantir um destino sustentável de todo o lixo eletrônico gerado pela universidade, era desmontar os equipamentos eletroeletrônicos, classificá-los por tipo de material (por exemplo, plástico, ferro, alumínio, entre outros) e enviar o lixo eletrônico classificado para a indústria de reciclagem especializada para este tipo de material.

A USP realiza diversas ações relativas a Coleta Seletiva, como pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes. No caso de pilhas foram coletadas cerca de 1191,00 kg em 2008 na Cidade Universitária e Faculdade de Saúde Pública e Direito. No caso das lâmpadas, foram coletadas 13.200 peças. Tanto pilhas e baterias, como as lâmpadas, são encaminhadas para o descarte correto.

3.2 CEDIR

O CEDIR - Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática, implementa as práticas de reuso e descarte sustentável de lixo eletrônico, incluindo bens de informática e telecomunicações que ficam obsoletos no Centro de Computação Eletrônica CCE e nas demais unidades (por ex., escolas, faculdades e institutos) dos diversos campi da USP. Este serviço deve ser estendido à população local atendendo, inicialmente, somente pessoas físicas. Atualmente, o CEDIR integra a Superintendência de Tecnologia da Informação (STI), e deve fomentar o desenvolvimento da indústria nacional de reciclagem de produtos eletrônicos.

Figura 3: CEDIR USP

Fonte: Autora (30 de agosto de 2012)

O CEDIR começou a ser idealizado em um estudo iniciado em 2007 sob a coordenação da Professora Dra. Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho , quando era diretora do Centro de

Computação Eletrônica (CCE) da USP, entre 2006 e 2010, com objetivo de viabilizar e implantar práticas sustentáveis no descarte correto do lixo eletrônico no CCE, com uma Comissão de Sustentabilidade. A partir de trabalhos da Comissão, decidiu-se submeter projetos aos Programa MIT S-Lab (Sustainability Program) e MIT L-Lab (Leadership on Sustainability) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, que garantiram uma parceria entre as instituições. Em consonância com este projeto, a USP criou o “selo verde”, cujo objetivo é a aquisição de equipamentos de informática e telecomunicações verdes com a meta de diminuir a quantidade de lixo eletrônico prejudicial para a natureza e para o ser humano.

O Centro de Descarte e Reuso de Lixo Eletrônico da USP, faz a triagem, a classificação e separação do lixo eletrônico e seu encaminhamento para empresas de reciclagem. A sua inauguração aconteceu em dezembro de 2009 quando passou receber os resíduos de produtos eletroeletrônicos de toda USP. Trata-se de um projeto pioneiro de tratamento de lixo eletrônico em órgão público e em instituição de ensino superior.

O CEDIR esteve instalado em um galpão de 400 m² até 2012 (figura 3) com acesso para carga e descarga de resíduos, área com depósito para categorização, triagem e destinação de 500 a 1000 equipamentos por mês. Como resultado da sua operação, garante-se que os resíduos de informática da USP passem por processos que impeçam o seu descarte na natureza e possibilitem o seu reaproveitamento na cadeia produtiva. Os equipamentos e peças que ainda estiverem em condições de uso serão avaliados e enviados para projetos sociais, atendendo, assim, a população carente no acesso à informação e educação. No final de sua vida útil, tais equipamentos deverão ser devolvidos pelos projetos sociais à USP, para que possamos lhes dar uma destinação sustentável, via CEDIR.

Figura 4: Imagem Interna do galpão do CEDIR após reforma

Fonte: CEDIR (2012)

Apenas entre janeiro e junho de 2011, o Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática (CEDIR) da USP recebeu quase 42 toneladas de equipamentos descartados pela comunidade da Universidade e por pessoas físicas, como CPUs, monitores, teclados, mouses, estabilizadores, no-breaks, impressoras, telefones, celulares, fios e cabos, CDs, DVDs, além de pequenos objetos como câmeras fotográficas, pilhas, baterias e cartuchos. Somente neste período, foram descartados 1439 monitores, 1202 CPUs e 511 impressoras.

Este projeto está alinhado com as diretrizes de sustentabilidade definidas pela ONU, satisfazendo requisitos ambientais, sociais e econômicos. Até o momento, atende apenas as escolas, faculdades e institutos dos diversos campi da Universidade de São Paulo. Segundo o CEDIR, há mais de 40.000 microcomputadores e mais de 16.000 impressoras em toda a USP.

Figura 5: Transformação de Lixo Eletrônico da USP

Fonte: CEDIR (2013)

Podem-se identificar como objetivos principais deste projeto:

- Incentivo à realização de pregões para aquisição de bens de informática e de telecomunicações caracterizados como “verdes”.
- Desenvolvimento e implantação de um centro de descarte e reciclagem de lixo eletrônico que suporte a cadeia sustentável de sua transformação.
- Coleta e classificação de todos os resíduos eletrônicos do CCE-USP e demais unidades do campus de São Paulo.
- Identificação de projetos sociais que possam reusar equipamentos eletroeletrônicos.

- Identificação de parceiros para destinação sustentável do lixo eletrônico.
- Replicação nos demais campi, com o apoio dos Centros e Setores de Informática do interior, de ações referentes à coleta e tratamento de lixo eletrônico.
- Estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias para tratamento do lixo eletrônico que possam ser adotadas pelo mercado.
- Extensão do projeto de coleta ao público em geral.
- Redução da geração de lixo eletrônico com componentes tóxicos e não recicláveis, por meio da aplicação de políticas diferenciadas na USP para aquisição e descarte de bens de informática, que considerem uma cadeia sustentável para esses bens.
- Apresentação de modelos para organizações governamentais e não- governamentais que queiram dar o destino final correto aos eletroeletrônicos.
- Incentivo à definição de políticas pelos governos municipal, estadual e federal referentes à responsabilização pelo fim sustentável do bem de informática obsoleto e sem uso, com a colaboração da mídia.

O projeto do CEDIR iniciou-se com um plano piloto realizado no CCE para coleta de resíduos eletrônicos de funcionários da própria unidade, ocorrido em junho de 2008 e que foi denominado “Operação Descarte Legal”. Neste dia, foram coletadas por volta de 5,2 toneladas de peças e equipamentos obsoletos. Esta experiência permitiu-nos ter uma primeira idéia sobre o volume de lixo eletrônico existente na USP. Verificou-se, também, a dificuldade em repassar este lixo eletrônico para empresas de reciclagem, que consideraram o volume pequeno para que tais empresas pudessem ter um retorno financeiro que compensassem retirá-lo da USP. Isto porque as empresas de reciclagem são especializadas em diferentes tipos de material, e de todo lixo coletado, elas somente extraem aquilo que conseguem reciclar. Assim sendo, uma empresa de reciclagem em plástico só está interessada no plástico, desfazendo-se do resto do material.

As atividades deste projeto foram desenvolvidas segundo as seguintes fases.

Primeira Fase: Especificar o Modus Operandi e Processos do CEDIR

A partir da do dia a dia na Universidade, chegou-se a conclusão que a melhor opção, para garantir um destino sustentável de todo o lixo eletrônico gerado por ela, era desmontar os equipamentos eletroeletrônicos, classificá-los por tipo de material (por exemplo, plástico, ferro, alumínio, entre outros) e enviar o lixo eletrônico classificado para a indústria de reciclagem especializada para este tipo de material. Para realizar este tratamento do lixo eletrônico criou-se, então, um Centro de Descarte e Reuso de Lixo Eletrônico (CEDIR), que faz a triagem, a classificação e separação do lixo eletrônico e seu encaminhamento para empresas de reciclagem (vide Figura 1).

Segunda Fase: Projeto da Área de Tratamento do Lixo Eletrônico

O CEDIR foi instalado no galpão do Bloco 27, um antigo prédio da Medicina Veterinária. Inclui uma área de 500m², com acesso para carga e descarga de resíduos. Essa área abriga um depósito e espaço para triagem, categorização e destinação de 500 a 1000 equipamentos por mês.

A realização deste projeto envolveu as seguintes atividades:

- Saneamento da área, por ter sido usada anteriormente como hospital de animais.
- Contratação de empresa de engenharia para o desenvolvimento do projeto envolvendo obra civil, instalações elétricas e hidráulicas.
- Contratação de empresa de engenharia para execução do projeto.
- Execução da reforma do local.
- Especificação, aquisição e instalação de equipamentos, como balança, empilhadeira, compactadora, e outros recursos necessários para operação do CEDIR.
- Especificação, aquisição e instalação de sistemas de segurança.
- Obtenção de licença de operação junto a CETESB.
- Obtenção de licença de operação junto ao SESMT/USP, órgão responsável pela disseminação de normas de segurança na universidade.

Terceira Fase: Estabelecimento de Parcerias

Nesta fase, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Identificação de projetos sociais e empresas de reciclagem, com as quais deveriam ser estabelecidas parcerias.
- Visita e homologação dos projetos sociais e empresas de reciclagem.
- Credenciamento dos projetos sociais e empresas de reciclagem selecionadas como parcerias.
- Estabelecimento de convênios de cooperação com estes projetos sociais, empresas e CETESB.

Quarta Fase: Desenvolvimento de Sistemas de Suporte

Para implantação do CEDIR, percebeu-se a necessidade de desenvolver sistemas aplicativos referentes à:

- Atualização do sistema de inventário da USP (sistema Mercúrio) de modo a possibilitar:
- Inclusão de campo de qualificação do equipamento de microinformática ou telecomunicação como verde ou não verde.
- Inclusão de informações sobre o “Selo Verde” e sua assinatura digital.
- Incorporação de funcionalidades para credenciamento de Projetos Sociais e Entidades Filantrópicas.
- Incorporação de funcionalidades para credenciamento de empresas de reciclagem.
- Criação de sistema de agendamento de coletas, usado pelo usuário para especificar o seu lixo eletrônico e agendar data e horário de entrega ao CEDIR.
- Criação de sistema de acompanhamento do encaminhamento do lixo eletrônico, que possibilitará ao usuário se informar sobre a quantidade de matéria prima gerada a partir do seu lixo eletrônico. Por exemplo, informar quantos quilos de ferro e alumínio foram gerados a partir de “n” microcomputadores.

Quinta Fase: Implantação do CEDIR

Nesta última fase, foi implantado o CEDIR por meio na execução das seguintes atividades:

- Estabelecimento de procedimentos de coleta de lixo eletrônico junto à comunidade uspiana do campus de São Paulo, comunidade em geral e Centros de Informática do interior.
- Estabelecimento de procedimentos de encaminhamento do lixo eletrônico para as empresas de reciclagem.
- Seleção dos funcionários para trabalharem no CEDIR.
- Treinamento dos funcionários selecionados.
- Divulgação do início de operações do CEDIR no site do CCE e em outros canais de comunicação com a comunidade da USP e externa.

Lições e Fatores Críticos

Uma das mais importantes lições aprendidas foi a importância e a necessidade de se envolver funcionários na liderança de projetos desta natureza. No caso do CCE-USP, foi criada uma Comissão de Sustentabilidade em agosto de 2007 com a participação de pelo menos um ou dois funcionários de cada divisão. Foram indicados para participar desta comissão funcionários que já tinham alguma participação anterior em projetos semelhantes na USP, como USP Recicla, PURE e PURA, funcionários com alguma formação e especialização em ecologia e funcionários que manifestaram interesse pelo assunto. Como resultado, foi possível reunir um grupo extremamente motivado pelo assunto e que trouxe questões relevantes de sustentabilidade para serem discutidas e resolvidas pela diretoria do CCE-USP. Dentre estas questões, uma das principais foi o problema do volume crescente de lixo eletrônico na USP. Este tema levou a discutir a questão em termos mais amplos com a Agência USP de Inovação, que deu suporte para a disseminação e implementação do presente projeto na USP toda.

Através de visitas às empresas de reciclagem, pode-se aprender que:

- Dado ao alto custo dos processos de reciclagem, as empresas especializam-se na reciclagem de alguns tipos de material. De todo lixo eletrônico recebido, estas empresas extraem o tipo de material que interessa e o restante tem um destino desconhecido.

- Resíduo de informática tem tanto maior valor quanto melhor categorizado for. Por exemplo, plástico separado por cor tem maior valor do que resíduos de plástico de todas cores e tipos misturados.
- Há possibilidade de transformar todo resíduo de informática e telecomunicação, como matéria prima de um novo ciclo produtivo.

Fatores Críticos:

Os principais fatores críticos são:

- Engajamento de funcionários e da direção da instituição. É importante que os funcionários de modo geral estejam engajados com a temática de Sustentabilidade e haja suporte dos dirigentes da instituição para as ações dos próprios funcionários.
- Conscientização da comunidade USP (funcionários, docentes e discentes) e outros membros da sociedade sobre a importância do descarte correto dos bens de informática e telecomunicações (como por exemplo: micros, cabos de rede, placas e impressoras), que não podem ser mais reaproveitados, e de seu encaminhamento para postos de coleta credenciados.
- Garantia de um fluxo contínuo de chegada de lixo eletrônico. Para torna-se autosustentável do ponto de vista financeiro, o CEDIR deve receber no mínimo 500 microcomputadores/mês.
- Estabelecimento de parcerias com as empresas de reciclagem, que garantam o destino sustentável dos resíduos de informática (e.g., plástico, vidro, metais, placas diversas).
- Definição de procedimentos de coleta e encaminhamento de lixo eletrônico.
- Identificação das entidades assistenciais aptas a receber equipamentos recuperados.
- Controle sobre a devolução dos equipamentos recuperados pelas entidades assistenciais ao final de sua vida útil.

Desafios

Os principais desafios encontrados para o desenvolvimento e implantação do projeto foram:

- Aquisição de expertise sobre os processos de descarte e encaminhamento adequado do lixo eletrônico. Pode ser resumido em questões como: Como organizar os processos de descarte? Como fazer a categorização de componentes?
- Dimensionamento da demanda reprimida de tratamento de lixo eletrônico na USP e na comunidade em geral. Resume-se em: Quantos equipamentos da USP que não tem mais uso por obsolescência e mau funcionamento?
- Identificação e alocação de um espaço adequado para instalação do CEDIR.
- Identificação de projetos sociais alinhados com a cultura de sustentabilidade. Assim quais são os critérios de avaliação de projetos sociais?
- Conscientização do público em geral sobre a importância do destino sustentável de lixo Eletrônico.

Caráter inovador

O projeto do CEDIR é uma iniciativa pioneira em termos de órgão público e de instituição de ensino superior e está alinhada com as diretrizes mundiais de Sustentabilidade definidas pela ONU, no World Summit 2005, que define três pilares para Sustentabilidade: social, financeiro e ambiental.

Este projeto endereça, principalmente, as questões ambiental e social:

- Ambiente: Os equipamentos manufaturados são desmontados e seus componentes tornam-se matéria prima para um novo ciclo produtivo. Evita-se, também, que tais equipamentos sejam descartados em aterros sem o tratamento devido.
- Social: Equipamentos, ainda, operacionais são destinados a projetos sociais, que devem devolvê-los para USP no final de sua vida para encaminhamento a destino sustentável.

Existem algumas iniciativas de empresas privadas, como é o caso da Itautech, que tem um centro para tratamento de lixo eletrônico para uso interno e externo pelas empresas consumidoras dos seus equipamentos, mas pouco se ouve falar de instituições usuárias que realizem o tratamento de seu lixo eletrônico tanto no Brasil como no exterior. Além disso, trata-se do primeiro Centro de Descarte e Reuso de Lixo Eletrônico com este modo de operação instalado num órgão público no Brasil.

Relevância no Trabalho

O número de eletroeletrônicos tem crescido ano-a-ano no Brasil, e, conseqüentemente, o volume de lixo eletrônico gerado. Na USP esta taxa de crescimento gira em torno de 5 a 7%.

Sendo assim, cabe ao próprio usuário a responsabilidade de dar um destino sustentável para o lixo eletrônico gerado. A Universidade de São Paulo, além de ser usuária, tem o papel de disseminador e de referência no tratamento de lixo eletrônico.

Para tanto, a Universidade de São Paulo desenvolveu as seguintes estratégias e ações:

1. Criação de Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) no campus principal, que tem como resultados:

- Coleta de equipamentos eletroeletrônicos.
- Identificação e encaminhamento de equipamentos considerados ainda operacionais para projetos sociais.
- Desmontagem de equipamentos eletroeletrônicos e classificação de seus componentes para encaminhamento às indústrias de reciclagem adequadas.

2. Criação de Centros de Coleta e Triagem nos campi do interior, que tem como resultados:

- Identificação e encaminhamento de equipamentos considerados ainda operacionais para projetos sociais.
- Encaminhamento de equipamentos não operacionais para o campus de São Paulo.
- Extensão desta iniciativa para todos campi da USP.
- Coleta extensiva à comunidade local de cada um dos campus.

Como consequência direta dessas ações, tem-se:

- Redução do número de equipamentos eletroeletrônicos encaminhados aos aterros, sem um destino sustentável.

- Retorno ao ciclo produtivo de matéria-prima já manufaturada, como são os casos de plásticos e metais.
- Redução de recursos extraídos do meio ambiente necessários para produzir novos equipamentos, visto o reaproveitamento do lixo eletrônico.
- Suporte a projetos sociais, que se beneficiam do reuso de equipamentos eletroeletrônicos ainda operacionais.
- Incentivo à indústria local de reciclagem.
- Maior conscientização da população sobre a importância do destino sustentável do lixo eletrônico.
- Maior sensibilização da área política sobre a urgência de se ter legislação brasileira adequada nesta área.

Possibilidade de Multiplicação

O Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) deseja garantir o fim sustentável do lixo eletrônico produzido pelo próprio CCE para, em seguida, atender à demanda de todas unidades administrativas e de ensino e pesquisa do campus de São Paulo. Dando continuidade a este projeto, esta iniciativa foi replicada em outros campi da USP, a saber: São Carlos, Ribeirão Preto e Piracicaba para fins de coleta de lixo eletrônico. Esta iniciativa deverá se estender para os campi de Pirassununga, Bauru e Lorena e, também, a comunidade local destes campi (Figura 6).

Figura 6 – Efeito multiplicador do centro para bordas da cadeia de regulação e consumo.

Fonte: CEDIR (2013)

Outras ações vislumbradas a partir do desenvolvimento deste projeto são:

- o Criação de um laboratório de pesquisa multidisciplinar na área de sustentabilidade.
- o Transferência de expertise para qualquer entidade, do setor público ou privado, que tenham interesse de replicar este tipo de iniciativa.
- o Incentivo ao desenvolvimento de indústria local de reciclagem. Parte do lixo eletrônico produzido no Brasil é encaminhado para países da Europa e Ásia para reciclagem dada a inexistência de indústrias especializadas em material eletroeletrônico (por exemplo, placas de circuito impresso).
- o Disseminação sobre a importância do tratamento adequado do lixo eletrônico.

Entende-se que o CEDIR além de solucionar o problema do lixo eletrônico da universidade, também pode ser utilizado como uma referência de gestão para aqueles que queiram trabalhar como recicladores e/ou necessitam de um modelo inicial para entrar nesse mercado. Essa iniciativa faz com que a USP contribua dessa forma para que haja mais centros de triagem e reciclagem, exercendo assim o seu papel socioambiental com a sociedade. Esta iniciativa servirá, também, de modelo para outras instituições públicas e privadas que queiram dar um destino final correto aos seus eletroeletrônicos.

Cidadão e Sociedade

A USP, como instituição formadora de opinião, ao conceber e aplicar uma política ambiental para os resíduos eletroeletrônicos, propõe iniciar uma mudança comportamental de seus funcionários, docentes e alunos em relação à sustentabilidade e, mais especificamente, à aquisição e destino sustentável de bens de informática e telecomunicações. Seu reconhecimento como instituição líder na produção de conhecimento e na promoção do desenvolvimento científico do país, facilitará a cooptação de agentes da sociedade que pleitearão, ao Poder Legislativo e ao CONAMA, a aprovação da Lei dos Resíduos de Informática.

Ao promover a aquisição de bens de informática e de telecomunicações verdes, bem como ao criar um Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), a USP contribui concretamente com a sustentabilidade do meio ambiente em que se insere. Em médio prazo, devem-se credenciar projetos sociais comprometidos com práticas de sustentabilidade e possibilitar a doação temporária de bens de informática, e seu posterior recolhimento, para fins de reciclagem e descarte sustentável.

Desde o início do projeto, o CCE tem participado de diversos eventos relacionados ao descarte do lixo eletrônico e tem sido muito procurado por pessoas da sociedade civil e dos governos, solicitando orientação sobre como adquirir computadores verdes e como destinar corretamente os seus resíduos eletrônicos. Além disso, a iniciativa de ceder equipamentos em condições de uso para entidades filantrópicas atende a necessidade de uma parte da sociedade, carente de equipamentos em condições de promover a inclusão digital.

Promoção da Transparência e do Controle Social

Importantes questões de transparência surgem: qual foi o destino dado aos equipamentos eletroeletrônicos coletados pelo CEDIR? De fato foi gerada matéria-prima para a indústria? Como resposta a estas questões, foi desenvolvido um sistema que registra todo o equipamento eletroeletrônico coletado e ao final do processo de categorização do CEDIR, informa quanto de matéria-prima foi gerado em termos de volume de plástico, metal, vidro e assim por diante.

O projeto contempla, ainda, dois resultados importantes para a sociedade:

- Proposta melhores práticas relacionadas ao lixo eletrônico, da aquisição até o descarte, que o usuário poderá consultar para encaminhar o seu próprio lixo eletrônico. O CEDIR atua com parceiros dentro e fora da Universidade, para a produção de novas tecnologias no descarte e reutilização de lixo eletrônico. Tais tecnologias podem incluir desde processos físico-químicos para a separação dos materiais descartáveis, o reaproveitamento de computadores “obsoletos” até o uso de plataformas de sistemas de fonte aberta, que podem ser reutilizados e reencaminhados por projetos sociais a usuários necessitados. Dessa forma, ao atuar diretamente na cadeia de reciclagem, o CCE está, além de produzindo e disponibilizando conhecimento para a sociedade, fomentando outros agentes a participarem do processo ativamente.
- Escolha de parceiros fornecedores capazes de suportar uma cadeia ambientalmente sustentável. Indicadores do percentual de equipamentos “esverdeados” e “verdes” do parque de TI da USP, servindo como indutores para que outros órgãos públicos contemplem, em seus editais, características técnicas que podem ser classificadas como “verdes”, orientando novos processos produtivos e aumentando, dessa forma, a oferta de produtos com estas características. O aumento da oferta de produtos verdes para o setor público tem criado igual demanda no setor privado e de consumo individual e facilita a promulgação de textos legislativos normatizando o assunto. Além disso, procedimentos relacionados ao tratamento de produtos verdes pela administração da Universidade acaba facilitando sua adoção por outros organismos de governo, que poderão usar e publicar os mesmos indicadores adotados pela USP. Tais indicadores estarão permanentemente à disposição da sociedade que dessa forma poderá acompanhar sua evolução. Com essa iniciativa, a Universidade exerce o seu papel social e como formadora de opinião.

Desenvolvimento de Parcerias com Outras entidades do Setor Público, Social ou Privado

Foram realizadas parcerias com:

- Instituições de ensino superior internacionais, como o MIT (Massachusetts Institute of Technology), através de dois de seus programas MIT S-lab (Sustainability Laboratory) e MIT L-Lab (Leadership for Sustainability Laboratory).
- CETESB, que regulamenta as ações relacionadas ao meio ambiente do Estado de São Paulo, por meio de Convênio.

- o Empresas do setor privado, em especial a Itautec, que realiza também tratamento de lixo eletrônico.
- o Empresas de reciclagem de componentes do lixo eletrônico.
- o Entidades filantrópicas, cujos projetos sociais foram beneficiados pelas ações do CEDIR.
- o CIETEC, Centro Incubador de Empresas Tecnológicas da USP.

Custo-benefício

Os custos envolvidos neste projeto podem ser resumidos em:

- o Investimento inicial para a criação do CEDIR:
- o Reforma Prédio: reforma e adequação de prédio para hospedar o CEDIR.
- o Aquisição de Equipamentos: aquisição de equipamentos incluindo balança, empilhadeira, compactadora, entre outros.
- o Aquisição de bens de consumo.
- o Desenvolvimento de software.
- o Despesas Fixas:
- o Pagamento de funcionários.
- o Utilização de recursos, como energia elétrica, água.
- o Aquisição de bens de consumo.

A Tabela 3 contém um demonstrativo financeiro dos custos e receita envolvidos com a implantação e operação do CEDIR. Estima-se que no prazo de 3 anos, o investimento inicial seja amortizado totalmente e o CEDIR torne-se sustentável financeiramente.

Investimento Inicial	
Infra-Estrutura	R\$ 11.404,00
Ferramentas	R\$ 36.568,00
EPI's (Eqpto Proteção Individual)	R\$ 2.630,00
Reforma de Ambiente	R\$ 180.000,00
Total	R\$ 230.602,00

Despesas Fixas	
Despesas Mensais	
Eletricidade + Água + Telefone	R\$ 2.500,00

Salários (com Impostos)	R\$ 13.200,00	(1 Técnico + 2 Básicos)
Material de Consumo	R\$ 1.500,00	
Total Mensal	R\$ 17.200,00	
Total Anual	R\$ 206.400,00	
Receita		
Número de Eqpto/Mês	600	
Preço por Micro Descartado	R\$ 40,00	
Receita Mensal	R\$ 24.000,00	
Receita Anual	R\$ 288.000,00	

Tabela 3 – Planejamento Financeiro

Fonte: CEDIR (2013)

Até dezembro de 2012, as etapas de operação do CEDIR eram (figura 7):

Figura 7: Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico da USP

Fonte: CEDIR (2012)

Primeira Etapa – Coleta e Triagem: O processo tem início com a recepção de peças e equipamentos de informática. O primeiro objetivo é avaliar a possibilidade de reaproveitamento. Em caso positivo, ele é encaminhado para projetos sociais na forma de empréstimo. A forma de empréstimo foi adotada para garantir que este bem de informática retorne ao CEDIR e tenha um destino sustentável, ao final da sua vida útil. Os equipamentos, que não puderem ser reaproveitados por projetos sociais, serão encaminhados para a etapa de categorização.

Segunda Etapa – Categorização: Nesta etapa, tais equipamentos são pesados, desmontados e separados por tipo de material (plásticos, metais, placas eletrônicas, cabos, etc). Os materiais do mesmo tipo são descaracterizados e compactados. A compactação é realizada

devido à necessidade de reduzir o volume e, consequentemente, reduzir o seu custo de transporte.

Terceira Etapa – Reciclagem: Por último, os materiais categorizados são armazenados até o recolhimento por empresas de reciclagem, devidamente credenciadas pela USP e especializadas em materiais específicos, como plástico, metais ou vidro.

Figura 8 – Etapas do REEE no CEDIR USP

Fonte: CEDIR (2013)

Segundo o CEDIR algumas soluções foram adotadas para os diversos casos de resíduos:

- Segregação das partes e peças por tipo de material;
- Processamento através de empresas especializadas na reciclagem de componentes eletrônicos.

- Repasse de equipamentos funcionando para as Entidades Assistenciais.
- Controle do processo e do destino do material.

Nesse levantamento, podemos notar o compromisso desse centro de descarte da USP com o grande problema do fim de vida de itens eletrônicos como computadores, entre outros. Contudo, a partir de 2013, com a mudança de localização do CEDIR, o espaço foi reduzido praticamente pela metade dos 400m² inicialmente utilizados. Assim, as atividades também foram reduzidas, limitando-se a Coleta, Triagem e envio para Reciclagem ou para empréstimo a projetos sociais. Não há atualmente espaço para a separação, pesagem e prensagem de todos os equipamentos e peças que chegam ao CEDIR.

Espaço de 400m2 – De 2010 a 2013

Figura 9 - Entrada do Galpão – Carga e Descarga

Foto da Autora

Figura 10 - Área de pré- triagem

Foto da Autora

Figura 11 - Área de Descaracterização

Foto da Autora

Figura 12 - Área de Triagem

Foto da Autora

Figura 13 - Área de Pesagem

Foto da Autora

Figura 14 - Área de Prensagem

Foto da Autora

Figura 15 - Área de Estoque
Foto da Autora

Espaço de 200m2 em 2013

Figura 16 - Área de Descaracterização

Foto da Autora

Figura 17 - Área de Estoque

Foto da Autora

Figura 18 - Área de Triagem e Estoque

Foto da Autora

Figura 19 - Área de Triagem e Estoque

Foto da Autora

Após a mudança de local da operação CEDIR, e a redução do espaço de trabalho, e a consequente redução da recepção de materiais para reuso ou encaminhamentos diversos, pode-se entender que a real importância de todo o trabalho ali realizado pode estar perdendo valor por parte da gestão da Universidade.

Visando a manutenção e se possível, ampliação da atuação do CEDIR, após visitas e conversas com pessoas que trabalham na operação e coordenação das atividades, a sugestão do próprio CEDIR, é de estabelecer parcerias com Cooperativas de reciclagem de material descartável, que então pudessem ser treinadas e assumiriam as atividades as quais para o CEDIR estão inviabilizadas no momento, por falta de espaço e talvez por falta de interesse da Administração dessa Instituição.

Além do CEDIR na Cidade Universitária há também outros projetos nesse sentido. A Rede Social São Carlos com apoio do SENAC – São Carlos em parceria com a Prefeitura Municipal de São Carlos, Nosso Lar e USP São Carlos criaram e desenvolveram o projeto Recicl@tesc – Reciclagem Tecnológica de São Carlos em Agosto de 2009. Trata-se de reciclagem tecnológica com o objetivo de receber e reciclar equipamentos de informática que possibilitará a inclusão digital e social através da reutilização destes equipamentos que estariam destinados à sucata. Outra preocupação é o aspecto ambiental, pois os equipamentos que não forem reciclados serão desmanufaturados e seus componentes terão a devida destinação.

Como principais resultados, segundo a Reciclatesc, são cerca de 10 toneladas de equipamentos coletados por mês em 2012, fora doados de 153 equipamentos de informática para 16 instituições diferentes. Esses computadores servirão para a realização de novos projetos de inclusão digital nessas instituições, beneficiando mais pessoas, atendidas por essas organizações. Com essa doação, o projeto já realizou a doação de 296 equipamentos para mais de 42 instituições sociais da cidade de São Carlos e região.

Também há ações para o tratamento adequado do resíduo eletrônico com apoio do CEDIR na USP de Ribeirão Preto e Piracicaba.

4 - CONCLUSÃO

Os resíduos sólidos são produtos não aproveitados das atividades humanas (domésticas, comerciais, industriais, de serviços de saúde, e outras) que são descartados de diversas maneiras. O lixo eletrônico ou tecnológico corresponde ao equipamento eletrônico que não possui mais utilidade. Inclui materiais como pilhas, baterias, celulares, computadores, televisores, DVD's, CD's, rádios, lâmpadas fluorescentes e muitos outros, que se não tiverem uma destinação adequada, vão para aterros comuns contaminando o solo e as águas, trazendo danos para o meio ambiente e para a saúde humana.

Computadores são fabricados com elementos químicos altamente tóxicos e poluentes, como os metais pesados. Muitas vezes os equipamentos e seus componentes são jogados no lixo comum, e substâncias químicas que compõe esses produtos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, contaminam o solo e água, comprometendo a vida de humanos e animais. Além disso, as empresas fabricantes de produtos eletrônicos lançam novos equipamentos no mercado a cada seis meses, a cada ano, fazendo com que consumidores comprem novos celulares, novos computadores, ou televisores, sem terem idéia, muitas vezes, do que fazer com os equipamentos usados.

Ao longo dos anos o envolvimento da Universidade com temas associados ao meio ambiente e à qualidade de vida das futuras gerações só tem crescido. a Gestão de resíduos em universidades pode ser definida como parte da gestão acadêmica utilizada para desenvolver e implementar políticas relacionadas aos aspectos e impactos resultantes das atividades de ensino, pesquisa e extensão. Compreende ações referentes à tomada de decisões políticas e estratégias, quanto a fatores institucionais, operacionais, financeiros, sociais, educacionais e ambientais da geração ao destino final dos resíduos gerados nas atividades acadêmicas.

O CEDIR - Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática, implementa as práticas de reuso e descarte sustentável de lixo eletrônico, incluindo bens de informática e telecomunicações que ficam obsoletos no Centro de Computação Eletrônica CCE e nas demais unidades (por ex., escolas, faculdades e institutos) dos diversos campi da USP, Universidade de São Paulo. Este serviço deve ser estendido à população local atendendo,

inicialmente, somente pessoas físicas. Atualmente, o CEDIR integra a Superintendência de Tecnologia da Informação (STI), e deve fomentar o desenvolvimento da indústria nacional de reciclagem de produtos eletrônicos.

O projeto do CEDIR é uma iniciativa pioneira em termos de órgão público e de instituição de ensino superior e está alinhada com as diretrizes mundiais de Sustentabilidade definidas pela ONU, no *World Summit* 2005, que define três pilares para Sustentabilidade: social, financeiro e ambiental. A Universidade de São Paulo, além de ser usuária, tem o papel de disseminador e de referência no tratamento de lixo eletrônico. O CEDIR além de solucionar o problema do lixo eletrônico da universidade, também pode ser utilizado como uma referência de gestão para aqueles que queiram trabalhar como recicladores e/ou necessitam de um modelo inicial para entrar nesse mercado. Essa iniciativa faz com que a USP contribua dessa forma para que haja mais centros de triagem e reciclagem, exercendo assim o seu papel socioambiental com a sociedade. Esta iniciativa servirá, também, de modelo para outras instituições públicas e privadas que queiram dar um destino final correto aos seus eletroeletrônicos.

Como consequência direta das ações realizadas pelo CEDIR, tem-se:

- Redução do número de equipamentos eletroeletrônicos encaminhados aos aterros, sem um destino sustentável.
- Retorno ao ciclo produtivo de matéria-prima já manufaturada, como são os casos de plásticos e metais.
- Redução de recursos extraídos do meio ambiente necessários para produzir novos equipamentos, visto o reaproveitamento do lixo eletrônico.
- Suporte a projetos sociais, que se beneficiam do reuso de equipamentos eletroeletrônicos ainda operacionais.
- Incentivo à indústria local de reciclagem.
- Maior conscientização da população sobre a importância do destino sustentável do lixo eletrônico.
- Maior sensibilização da área política sobre a urgência de se ter legislação brasileira adequada nesta área.

Visando a manutenção e se possível, ampliação da atuação do CEDIR, após visitas e conversas com pessoas que trabalham na operação e coordenação das atividades, a sugestão

do próprio CEDIR, é de estabelecer parcerias com Cooperativas de reciclagem de material descartável, que então pudessem ser treinadas e assumiriam as atividades as quais para o CEDIR estão inviabilizadas no momento, por falta de espaço e talvez por falta de maior envolvimento da Administração dessa Instituição.

Nesse sentido, em 2010 foi realizada uma parceria entre o Laboratório de Sustentabilidade em Tecnologia de Informação e Comunicação (LASSU), da Escola Politécnica, o Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática (Cedir), do Centro de Computação Eletrônica (CCE), e o Instituto GEA-Ética e Meio Ambiente, organização não-governamental que trabalha com reciclagem, coleta seletiva e formação de cooperativas de catadores. Foram treinados 180 catadores de lixo para a realização da coleta segura e do processamento adequado dos resíduos de equipamentos eletrônicos, com o intuito de evitar a contaminação dos indivíduos e também do meio ambiente e promover o aumento de rede das cooperativas capacitadas.

Há muito ainda a se fazer em relação ao processo informativo e educativo da sociedade em geral e da própria comunidade da USP quanto a melhor destinação do resíduo eletrônico. E há também um caminho a ser desbravado quanto ao desenvolvimento de tecnologias e processos que possam facilitar o reuso ou a reciclagem desses equipamentos.

O modelo CEDIR certamente pode servir como base para o desenvolvimento para projetos semelhantes em outras universidades, sejam públicas ou particulares, ressaltando que cabe a cada uma estudar as particularidades que resultarão em adaptações do modelo da USP. Considerar, por exemplo, parcerias com cooperativas, ou com outras organizações podem ser fundamentais para o sucesso desse tipo de trabalho.

Considerando que a área de reciclagem, reuso e reaproveitamento de equipamentos eletroeletrônicos tem um vasto espaço para pesquisas, experimentos e aprendizagens, muito ainda deve ser explorado, especialmente no que diz respeito a incluir cidadãos nessa cadeia de transformação.

5 – REFERÊNCIAS

ABNT. Disponível em : <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>.

Acesso em jun 2012.

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. **Gestão ambiental:** enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

ANSANELLI, S.L.M. **Os Impactos das Exigências Ambientais Européias para Equipamentos Eletroeletrônicos sobre o Brasil.** Tese (Doutorado) – Instituto de Economia UNICAMP. São Paulo, 2008.

BURSZTYN, M. **Ciência, ética e sustentabilidade**, 2. ed–São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001

CAMARA. Câmara dos Deputados. Disponível em <http://www2.camara.gov.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/edicoes/paginas-individuais-dos-livros/politica-nacional-de-residuos-solidos> Acesso em nov 2010.

CAMPOS, L. M. S. **Um Estudo para Definição e Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

CAPELINI, M. **Potencialidade e aplicação da prevenção de resíduos de embalagens:** abordagem sobre o projeto do produto e o consumo. (Tese Doutorado). Escola de Engenharia São Carlos da Universidade de São Paulo. 2007

CDI. Disponível em <http://www.cdi.org.br/notes/Publicações>. Acesso em 5 ago 2009.

CEDIR. Disponivel em <http://www.cce.usp.br/?q=node/266>. Acesso em fev 2012.

CEDIR. Apresentação CEDIR. Neuci Bicov Frade. Abril de 2010.

CEMPRE. Disponível em:
<http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_plastico_rigido.php>. Acesso em 14 maio 2009.

CETESB. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares 2008**. Coord. Aruntho Savastano Neto. São Paulo: CETESB. 2009. ISSN 0103-4103. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/publicacoes.asp>>. Acesso em 27 jul 2009.

CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares 2011**. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/publicacoes-e-relatorios/1-publicacoes/-relatorios> Acesso em Jun 2012.

CHEHEBE, J.R.B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

D'ALMEIDA, M.L.O.;VILHENA, A. (Coord.). **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2 ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DE CONTO, S. M. (Org.) . **Gestão de resíduos em universidades (reimpressão)**. 1. ed. Caxias do Sul - RS: EDUCS, 2012. 319p

DELGADO, C. C. J.; VÉLEZ, C. Q. **Sistema de Gestión Ambiental Universitária: Caso Politécnico Gran Colombiano**. 2005. Disponível em: <http://ecnam.udistrital.edu.co/pdf/r/edge02/node03.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2012

DIAS, R. **Marketing Ambiental**: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios. São Paulo: Atlas, 2007.

DIAS, R. **Gestão Ambiental**: Responsabilidade Social e Sustentabilidade. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

FIKSEL, J. **Design for environment**: creating eco-efficient product and process. New York: McGraw- Hill, 1996.

FNDE. Disponível em :<http://www.fnde.gov.br/fnde/legislacao/resolucoes/item/3086-resolucao-cd-fnde-n-13-de-7-de-abril-de-2006>. Acesso em 19 jun 2013. FNDE (fundo nacional de desenvolvimento da educação).

FURLAN, W. **Modelo de decisão para escolha de tecnologia para o tratamento de resíduos sólidos no âmbito de um município**. Tese (Doutorado). FEA. Universidade de São Paulo, 2007.

FURTADO, C. Os desafios da nova geração, in Revista de Economia Política, Vol 24, no 4 (96), Out-Dez – 2004

GALLAGHER, D. R.; DARNALL, N.; ANDREWS, R. International standards for environmental management systems: a future promise for environmental policy? In: **Drivers, designs and consequences of environmental management systems**: research findings to date from the National Database on Environmental Management Systems. North Carolina: NDEMS, p. 26 – 39, 1999. Disponível em: <<http://www.p2pays.org/ref/32/31185.pdf#page=27>> . Acesso em: 15 jul. 2008.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODOSIO, A. S. S. **Estrutura da cadeia reversa**: "caminhos" e "descaminhos" do PET. Produção (São Paulo), v. 16, p. 429-441, 2006.

HM TREASURY. **Stern Review on the economics of climate change**. Disponível em: <http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm>. Acesso em: out. 2007.

IBAMA. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/institucional/historico/>>. Acesso: em 28 jul. 2008.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em 25 jul 2009.

IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1>. Acesso em 18 jun 2012

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/climaeconsumo/noticia.asp?id=9532>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

KORNHAUSER, A. Criar oportunidades. Educação um tesouro a descobrir. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC: UNESCO, 2001.

KRUGLIANSKAS, I. Desafios da questão ambiental. **Gente da FEA**. São Paulo, n. 6, p. 4-5, dez. 2003.

LEFF, E. **Saber Ambiental**. São Paulo: Editora Vozes, 2001

LIMA, G.C. Ambiente & Sociedade – Vol. VI no. 2 jul./dez. 2003

LIXO ELETRONICO. Disponível em <<http://lixoeletronico.org/blog/serra-veta-parcialmente-o-projeto-de-lei>> Acesso em ago 2009.

MANZINI, E. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2002.

MARCOVITCH, J. **Para Mudar o Futuro**: mudanças climáticas, políticas públicas e estratégias empresariais. São Paulo: Edusp: Saraiva, 2006.

MAYOR, F. Preparar um futuro viável: ensino superior e desenvolvimento sustentável. In: Conferência mundial sobre o ensino superior. Tendências de educação superior para o século XXI. Anais da Conferência Mundial do Ensino Superior. Paris: 1998.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/contextos-e-principais-aspectos> Acesso em jul 2013.

MINAYO, M. C. **Pesquisa Social:** teoria método e criatividade. 25. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.

OECD. Measuring Sustainable Development. 2004

ONU. Organização das Nações Unidas - Brasil. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/doc_cdb.php>. Acesso em: 7 maio 2008.

ONU. The future we want. Disponível em <<http://www.uncsd2012.org/thefuturewewant.html>> Acesso em 28 jun 2012.

OTTOMAN, J. A. **Green Marketing:** Opportunitie of inovation in the new marketing age. 2. ed. New York: NTC Business Books, 1998.

PLASTIVIDA. Disponível em <http://www.plastivida.org.br/reciclagem/pes_mercado02.htm> Acesso em 17 maio 2009.

PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano de 2011. Disponível em http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2011_PT_Summary.pdf . Acesso em 03 jul 2012.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship? In: STAVINS, R. (Ed.). Economics of the environment: selected readings. New York: W. W. Norton & Company, 1995.

RIBEIRO, B. P. ; CIRANI, C. B. S. . **AÇÕES SUSTENTÁVEIS NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS DA UFABC**. 2013. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).

RODRIGUES, M. V.; FERRANTE, A. J. **Tecnologia de Informação e Gestão Empresarial**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2000.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SACHS, Ignacy. **Rumo à Ecosocioeconomia**. São Paulo: Cortez, 2007

SANTOS, Maria C. L. dos. **Cidades de plástico e papelão**: o habitat informal dos moradores de rua em São Paulo, Los Angeles e Tóquio. Tese de Livre Docência. Departamento de Projeto, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/lixominimo/gerenciamento.asp>> Acesso em 20 ago 2009.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Ambiente, 2012 - http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/ener_renov_050902.htm. Acesso em 20 jun 2012

SOUZA, P. F. A. **Sustentabilidade e responsabilidade social no design do produto**: rumo à definição de indicadores Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2007.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TAUCHEN, J. ; BRANDLI, L. A GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: Modelo para implantação em Campus Universitário. Gestão e Produção (UFSCar), v. v.13, p. 503-515, 2006.

UNEP. Disponível em < <http://www.unep.org/>>. Acesso em 20 set 2012

UNU. **Computers and the Environment**: Understanding and Managing their Impacts. Kluwer Academic Publishers, Eco- Efficiency in Industry and Science Series, Dordrecht/NL. October, 2003.

USP. <http://www.cce.usp.br/?q=node/266> Acesso em 28 jun 2012.

VEIGA, J.E. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. 3 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VEIGA. J.E. Sustentabilidade: A legitimação de um novo valor. São Paulo: Senac, 2010.

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. (Orgs.) **Pesquisa Qualitativa em Administração**. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

XAVIER,L.H. ; LOSCHIAVO, M. C. ; CARVALHO, T. C. M. B. ; FRADE, N. B. . Aspectos socioambientais e técnicos da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. 1. ed. São Paulo: , 2012. 41p.

XAVIER,L.H.; CARVALHO, T. C. M. B. .Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: Uma abordagem prática para a sustentabilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2014. v. 1. 240p.