

## LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: o caso CEDIR<sup>12</sup>

Tomaz del Corso de Assis<sup>3</sup>  
Nivaldo Tadeu Marcusso<sup>4</sup>

### RESUMO

A criação e desenvolvimento de novas tecnologias vêm tornando possível o lançamento de produtos no mercado com mais frequência. O fato tem despertado o interesse de consumidores, porém também tem aumentado o descarte inadequado destes produtos, sem o aproveitamento total de sua vida útil. A questão ambiental é cada vez mais evidenciada, e a necessidade de se aplicar medidas sustentáveis é um fator determinante para frear a poluição e otimizar a utilização dos recursos naturais. Vários mecanismos foram criados com foco na sustentabilidade e a logística reversa é parte fundamental de todo esse processo. Este estudo foi desenvolvido por meio de um estudo de caso sobre o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), uma vez que ele é uma referência no tratamento e destinação adequada dos resíduos eletroeletrônicos.

**Palavras-chaves:** Logística reversa; sustentabilidade; resíduos eletroeletrônicos

### ABSTRACT

*The creation and development of new technologies has been making it possible to launch products into the market more often. The fact has aroused the interest of consumers, but also has increased the improper disposal of such products, without the full utilization of its life cycle. The environmental issue is becoming increasingly evident, and the need of implementing sustainable measures is determining factor in order to curb pollution and optimize use of natural resources. Several mechanisms have been created focused on sustainability and reverse logistics is a key part of this process. This study has been developed through a case study regarding Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), since it is a reference in the treatment and proper disposal of electronic waste.*

**Keywords:** Reverse logistics; sustainability; electronic waste

### INTRODUÇÃO

A logística sempre esteve presente no cotidiano do ser humano, já que tem como princípio o planejamento, considerando diversas variáveis e adversidades de cenário e será aplicada, para a execução da maneira mais eficiente de uma atividade. Pôde-se observar seu uso para exploração de novos territórios, para a troca de recursos de diferentes áreas produtoras, em estratégias militares e por fim, o setor empresarial aderiu à logística em seu plano de negócio, como forma de otimização de processos e maximização de resultados.

A aplicação da logística tornou o ambiente empresarial mais competitivo, novos produtos são lançados no mercado visando a satisfação do interesse de consumidores. Um desses casos é o dos produtos eletrônicos que com a renovação constante da tecnologia, acumulando cada vez mais recursos num único aparelho, tornando versões anteriores ultrapassadas num curto período de tempo, esse fato somado ao consumismo da atualidade, crescimento demográfico e a facilidade de aquisição desses bens, faz com que aumente consideravelmente a quantidade de produtos descartados, muitos deles indevidamente.

Nesse contexto, surge a logística reversa que procura reaproveitar materiais de diferentes formas e agregar valores de diversas naturezas, reduzindo assim a extração de recursos naturais para obtenção de matéria prima, atendendo as legislações e tornando-se uma aliada às questões de sustentabilidade.

O trabalho se justifica pela busca do conhecimento sobre a logística reversa e qual o papel desempenhado por ela na reciclagem, redução e reutilização dos componentes e materiais do lixo eletrônico, que devido a evolução da tecnologia torna equipamentos eletrônicos cada vez mais obsoletos num curto período de tempo.

<sup>1</sup> Artigo baseado em Trabalho e Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Logística, depositado no 1º semestre de 2014

<sup>2</sup> Enviado para submissão em 24/06/2014

<sup>3</sup> Tecnólogo em Tecnologia em Logística – Fatec Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza ; Contato: : tomazdelcorso@gmail.com

<sup>4</sup> Prof. da Fatec Americana - MBA em POS-MBA em Gestão Avançada pela Fundação Instituto de Administração - USP, Brasil(2008) ; Contato:tadmar@uol.com.br

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

A pergunta respondida no desenvolvimento desse trabalho foi: é possível, devido a sua complexidade de materiais mesclados, realizar a destinação adequada dos resíduos eletroeletrônicos?

O problema analisado foi que resíduo eletroeletrônico é cada vez mais constante nos dias de hoje devido os avanços tecnológicos e seu processo de reciclagem e destinação é dificultado por haver um pré-tratamento para se obter os materiais separados de acordo com suas propriedades. O descarte incorreto desses resíduos pode causar danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Partiu-se das seguintes hipóteses: os apelos de proteção ao meio ambiente, de recuperação dos recursos naturais proporcional com a quantidade extraída, legislação definindo diretrizes e promovendo a logística reversa como forma de ganho de valor de materiais descartados motiva o trabalho do tratamento do lixo eletrônico resultando no aproveitamento de partes servíveis e encaminhamento as inservíveis a devida disposição final. A tratativa correta do lixo eletrônico é dificultada pela falta de conscientização de uso e descarte e desconhecimento dos problemas causados por esses resíduos por parte dos consumidores, pela falta de incorporação de processos sustentáveis na produção desses bens facilitando a reciclagem e pelo desinteresse de empresas recicladoras em relação ao lixo eletrônico por eles exigirem um esforço maior para desmontagem e desagregação de materiais de composição diferentes.

O objetivo geral consistiu em realizar um estudo sobre o reaproveitamento dos resíduos eletrônicos contribuindo dessa forma com as questões ambientais e como a logística reversa faz parte desse processo.

Os objetivos específicos foram: fazer um levantamento bibliográfico sobre o conceito de logística reversa buscando melhor entendimento sobre o tema; identificar a legislação que se aplica aos resíduos sólidos bem como mostrar como a logística reversa é usada não só no tratamento dos mesmos mas também como uma forma de interação dos elos da cadeia reversa; definir o que é resíduo eletroeletrônico assim como os problemas causados por eles ao meio ambiente caso seja feita a destinação inadequada; e, identificar e analisar como o lixo eletrônico pode ser tratado, trazendo ganhos sociais, econômicos, ambientais e culturais.

Para o desenvolvimento deste artigo foi usada como metodologia a pesquisa bibliográfica, sendo consultados livros, artigos, trabalhos e sites para conceituação do tema proposto. Em seguida, realizou-se um estudo de caso para comprovar a aplicação das ideias anteriormente levantadas.

O artigo está estruturado em quatro capítulos: o primeiro tem como finalidade a definição de logística e logística reversa. O segundo mostra o conceito do desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. O terceiro capítulo aborda a questão dos resíduos sólidos; a legislação vigente que busca normatizar o fluxo desses resíduos; a definição bem como os problemas causados pelo lixo eletrônico e uma abordagem sobre catadores e cooperativas de tratamento de recicláveis. Por fim, no quarto capítulo, é possível constatar um estudo de caso sobre um centro de tratamento de resíduos eletrônicos, de que maneira é realizada a captação e tratamento desses materiais e como isso é revertido num ganho ambiental, econômico, social e cultural.

## 1 LOGÍSTICA

### 1.1 Definição

Ao longo da história podemos verificar e relacionar o conceito de logística a vários acontecimentos, porém em sua essência todos levam ao mesmo ponto.

Para Novaes (2007, p. 31):

Na sua origem, o conceito de logística estava essencialmente ligado às operações militares. Ao decidir avançar suas tropas seguindo uma determinada estratégia militar, os generais precisavam ter, sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento, na hora certa, de munição, viveres, equipamentos e socorro médico para o campo de batalha.

De acordo com Ballou (2006) no passado, os bens necessários para o consumo não eram, na maioria dos casos, produzidos perto das áreas de onde eram consumidos. Alimentos por exemplo, eram cultivados em diferentes áreas do mapa e as pessoas tinham que encontrar maneiras de fazer o transporte e o armazenamento dessas mercadorias usando o próprio esforço físico. Com o tempo, essas atividades tornaram-se um comércio e o intercâmbio de mercadorias entre regiões distintas passaram a ser desempenhado por empresas, que começaram a elaborar processos logísticos cada vez mais eficazes para essas movimentações. Surge então, a logística, que interliga locais produtores de mercadorias e mercados distintos.

Sendo no contexto militar ou na forma de interligar regiões produtoras distintas, como vimos acima, a logística tem como base o transporte e o armazenamento de suprimentos a fim de abastecer uma

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

determinada carência, assim como também pensar, analisar e propor a melhor forma possível de fazer com que isso aconteça.

Dessa maneira podemos chegar a um conceito mais elaborado do tema, conforme proposto por Novaes (2007, p. 35):

Logística é o processo de planejar, implantar e controlar de maneira eficiente o fluxo e armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

## 1.2 Logística reversa

Segundo Leite (2009) existe e estão surgindo cada vez mais com o passar do tempo, uma ampla variedade de produtos lançados no mercado por empresas de diversas partes do mundo, sendo que essa variedade pode ser dentro da mesma classe de produtos ou de classes diferentes, levando em consideração as necessidades e interesses pessoais de diversos tipos de clientes. Eles são desenvolvidos com uma série de especificações, tendo como base desde embalagem, sabor, tecnologia, dimensão até características particulares que visam atender a clientes de acordo com idade, sexo, etnia.

Porém, com toda essa evolução no que se refere a modelos e diversidade de produtos, faz com que a vida útil deles diminua, tornando-os ultrapassados num curto período de tempo. Diz Leite (2009, p. 14), “a tendência à descartabilidade acentua-se como uma realidade em nossos dias”. Como consequência, há um grande número de produtos que se tornam obsoletos e inutilizáveis, com isso aumenta-se a preocupação com a destinação dos mesmos, já que se os sistemas comuns de disposição final se esgotarem, haverá grandes impactos desde a poluição até a contaminação do meio ambiente.

Legislações ambientais, visando a redução desses impactos, desobrigam gradativamente os governos e responsabilizam as empresas, ou suas cadeias industriais, pelo equacionamento dos fluxos reversos dos produtos de pós-consumo. (LEITE, 2009, p. 15)

Com isso as empresas passam a ter uma nova visão além da de seus lucros e começam a desenvolver estratégias para atender as questões sociais, ambientais e governamentais. Dá-se então, maior atenção ao conceito de logística reversa.

Segundo Leite (2009, p. 17) logística reversa é entendida como:

[...] área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-vendas e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômica, ecológica, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros.

### 1.2.1 Pós-consumo

Para abordar a logística reversa de pós-consumo devemos entender que ela trabalha com três categorias de bens produzidos. Elas são definidas de acordo com o tempo de vida útil de um bem, que nada mais é que o período que se estende desde o momento de sua produção até o momento que se deixa de utilizá-lo. As categorias são:

- Bens descartáveis: são aqueles que têm em média uma vida útil que varia de semanas até aproximadamente seis meses. Em geral, são embalagens, jornais, revistas, brinquedos, etc.;
- Bens semiduráveis: são aqueles que têm em média uma vida útil que varia de meses até aproximadamente dois anos. Em geral, são baterias de veículos, computadores, óleos lubrificantes, etc.; e,
- Bens duráveis: são aqueles que têm em média uma vida útil de alguns anos até algumas décadas. Em geral, podem ser veículos, edifícios, eletrodomésticos, etc. (LEITE, 2009).

Depois desse entendimento, o autor define logística reversa de pós-consumo como a área que controla todo o fluxo físico e as informações dos bens descartáveis e duráveis, bem como o de seus materiais constituintes, após serem descartados pela sociedade até o retorno para o ciclo produtivo (LEITE, 2009).

Seu objetivo estratégico é o de agregar valor a um produto constituído por bens inservíveis ao proprietário original, ou que ainda possuam condição de utilização, por produtos descartados por ter atingido o fim de vida útil e por resíduos industriais (LEITE, 2002, p.103).

Os produtos de pós-consumo ganham um novo valor através de três canais reversos:

- Reuso: abrangendo os bens duráveis e semiduráveis com condições e interesses de reutilização em mercados de segunda mão, onde a vida útil é explorada até o seu final;

- Desmanche: abrangendo os bens duráveis e semiduráveis que acontece a fragmentação de produtos e seus componentes reutilizados também em mercados secundários ou pelas próprias indústrias em remanufaturas; e,
- Reciclagem: geralmente abrange os bens descartáveis onde os materiais que os constituem são destinados a tratamentos específicos e poderão voltar como matéria prima secundária ao ciclo produtivo das indústrias (LEITE, 2009).

### 1.2.2 Pós-venda

De acordo com Leite (2002) logística reversa de pós-venda é a área que se atenta em operacionalizar e equacionar o fluxo de produtos e informações provindos de bens de pós-venda, com ou pouco uso.

Seu objetivo estratégico é o de agregar valor a um produto logístico que é devolvido por razões comerciais, erros no processamento dos pedidos, garantia dada pelo fabricante, defeitos ou falhas de funcionamento no produto, avarias no transporte entre outros motivos (LEITE, 2002, p.103).

A logística reversa de pós-venda é responsável por todo o fluxo relacionado produtos de pós-venda de acordo com as seguintes classificações:

- Garantia / Qualidade: são os produtos que apresentam qualquer tipo de defeito de fabricação, problemas de qualquer natureza no que se refere ao funcionamento do mesmo ou avarias diversas ocasionadas no transporte ou em movimentações do produto;
- Comerciais: são os produtos que retornam devido a erros de expedição, sobras na estocagem, mercadorias consignadas e em liquidação de vendas ou produtos de ponta de estoque. Também são considerados nessa classificação os produtos que se apresentam fora do prazo de validade e os produtos em *recall*; e,
- Substituição de componentes: como o próprio nome diz é caracterizado quando componentes de um bem durável ou semidurável são substituídos com o intuito de prolongar a vida útil do produto caracterizando um conserto ou uma remanufatura, podendo nesse último, serem comercializados em mercados de primário ou secundário (LEITE, 2002).

## 2 SUSTENTABILIDADE

Para Pereira et al (2012) as discussões sobre a sustentabilidade surgiram na década de 80, em meio à crises econômicas e desigualdades sociais que afligiam em sua maioria os países em desenvolvimento, tais como os da América Latina. A questão era atingir um crescimento econômico sem causar crises ainda maiores. Com isso surge o relatório da *Comissão de Brundtland*, conhecido como Nosso futuro comum que elabora o conceito de desenvolvimento sustentável, para o relatório "a humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável – de garantir que ele atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras atenderem também as suas" (PEREIRA, 2012, p. 146 *apud* NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 9)

De acordo com as Nações Unidas no Brasil (ONUBR, 2014):

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.

A sustentabilidade é uma derivação do conceito de desenvolvimento sustentável e com o tempo se ampliou à várias outras áreas, devido a isso não podemos associá-la apenas no que se refere ao meio ambiente. O conceito está muito além da preservação ambiental, ser sustentável é agregar valor nas ações, trazendo o bem estar para as pessoas no presente e pensando na qualidade de vida das gerações que virão. "Sustentabilidade é uma propriedade do todo, não das partes" (PEREIRA et al., 2012).

Segundo Laboratório de Sustentabilidade da Universidade de São Paulo (LASSU) (2014):

Sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos processos econômicos, sociais, culturais e ambientais globais. Propõe-se outra maneira de configurar a civilização e a atividade humana, de tal maneira que as sociedades e as suas economias possam satisfazer as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade, os ecossistemas naturais e a qualidade de vida das pessoas. A ideia é beneficiar e/ou reduzir o impacto em todas as partes envolvidas, através de processos que se mantenham ao longo do tempo por prazo indefinido.

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável devem integrar e considerar os aspectos sociais, ambientais e econômicos que devem se interagir de forma holística. Basicamente eles são:

- Social – se refere ao capital humano empregado numa comunidade, empreendimento ou na sociedade em geral. Além das questões relacionadas à adequação com a legislação trabalhista, também deve ser levado em consideração o bem estar do funcionário no ambiente de trabalho, propiciando o bem a sua saúde;
- Ambiental - se refere ao capital ambiental empregado num empreendimento ou sociedade. Toda atividade econômica gera impacto ambiental, portanto deve se pensar em ações de curto, médio e longo prazo para amenizar tais impactos, repondo recursos ou amenizando as consequências ao meio ambiente; e,
- Econômico – baseia-se na análise da produção, distribuição e consumo de bens e serviços levando em consideração respeitar e harmonizar com os aspectos sociais e ambientais. (LASSU, 2014).

Nesse contexto, a sensibilidade ecológica e a preocupação com o meio ambiente tornam-se parte das estratégias empresariais sendo assim também uma forma de promoção da imagem corporativa, já que as críticas ao consumo e a degradação ambiental tornam-se mais evidentes (LEITE, 2009).

Conforme Pereira et al. (2012) ter a sustentabilidade como princípio é a nova exigência do mercado, as empresas não podem pensar apenas em questões econômicas, mas também ter laços com a natureza e a sociedade. Nesse processo, as empresas devem pensar e ter a responsabilidade de seus produtos após o final da vida útil, sendo assim a logística reversa pode ser empregada como uma ferramenta de auxílio à sustentabilidade.

Apesar de a logística reversa ser um instrumento de cunho empresarial, visando extrair o máximo de valor de um bem e revertendo isso em menores custos para a empresa, ela pode ser utilizada com o objetivo de amenizar os impactos causados ao meio ambiente, reduzindo o consumo de matérias prima, de energia e otimizando rotas de transporte como por exemplo. Assim a logística reversa assume um papel estratégico para as empresas, podendo ser utilizada como um meio sustentável no que se refere ao tratamento de bens de pós-consumo, assim como também um ganho competitivo nos critérios de retorno de produtos, valor econômico agregado, imagem corporativa, aspectos ecológicos e atendimento a legislação vigente. (PEREIRA et al, 2012).

### 3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Para a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014) os principais desafios atuais da gestão de resíduos são:

- Aumento na geração de resíduos – atribuído ao crescimento populacional e ao comportamento social. Com o desenvolvimento da economia e com o maior poder de compra pela população, aumenta consideravelmente o consumo e conseqüentemente a geração de resíduos, ainda mais com a quantidade de produtos descartáveis e a diminuição da vida útil dos bens;
- O manejo indiferenciado dos diversos tipos e classes de resíduos – de um modo geral, a população não tem a cultura de separar os resíduos gerados de acordo com sua classificação. Isso dificulta o gerenciamento por parte dos sistemas de coleta e destinação, trazendo atraso em todo o processo;
- A destinação final dos resíduos – cerca de 42% do lixo gerado tem destinação inadequada e com o crescimento das cidades esse número tende a aumentar. Há cada vez menos áreas disponíveis para as instalações de aterros sanitários e se observa uma grande distância entre os pontos geradores de resíduos e os de destinação; e,
- A reciclagem – em relação à coleta dos resíduos, em sua maior parte, é feita por meios informais e desfragmentados, o que dificulta o controle. Além disso, essa área é desprovida de incentivos econômicos e tributários impossibilitando um desenvolvimento nesse segmento.

#### 3.1 Política nacional de resíduos sólidos

Devido a esse cenário, houve a necessidade de elaborar uma legislação que normalizasse essa área.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014) a lei n.12.305/10 é bem recente e foi criada basicamente com o intuito de permitir um avanço nas questões relacionadas à destinação correta de resíduos sólidos gerados no país, promovendo assim uma forma de enfrentar problemas ambientais, culturais, sociais, econômicos, tecnológicos e de saúde pública decorrentes do manuseio inadequado desses mesmos. A lei divide a responsabilidade do ciclo de vida dos produtos para todas as esferas, desde o Poder Público, passando pelas empresas e chegando até o consumidor final, visando o desenvolvimento sustentável e tratando a reutilização de resíduos como um bem de valor econômico e social. Ela colocará o

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

Brasil num nível de igualdade com os países desenvolvidos no que se refere à legislação e ao tratamento do lixo.

A lei n.12.305/10 (Art 3, XVI) define resíduo sólido 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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A lei tem como objetivo traçar um plano de gestão integrada dos resíduos sólidos, visando proteger a saúde pública e o meio ambiente. Estimula a criação de tecnologias limpas que ajudem a diminuição dos impactos ambientais e o uso de insumos e matérias primas provenientes da reciclagem; incentiva a cultura de padrões sustentáveis de produção e consumos de bens, assim como também, o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial focando no aperfeiçoamento dos processos produtivos, resultando assim no aproveitamento de resíduos sólidos reintegrando – os à cadeia produtiva; no que diz respeito ao ciclo de vida dos produtos, incorporar junto ao poder público e o empresarial os catadores de materiais recicláveis, capacitando-os tecnicamente para o manuseio dos resíduos compartilhando dessa forma, a responsabilidade sobre esse ciclo. De modo geral, a lei visa a completa otimização dos resíduos sólidos, evitando a geração, reduzindo, reutilizando, reciclando e enviando os mesmos à disposição final ambientalmente adequada (lei n.12.305/2010, art.7).

Como se pode constatar na lei n.12.305/10, o poder público, seja municipal ou estadual é um grande alvo da lei, pois é papel dele diagnosticar e identificar todo o fluxo de resíduos e seu impacto socioeconômico e ambiental; indicar metas para a redução de lixões e aterros assim como também promover alternativas para a reutilização dos resíduos, sendo na forma de reciclagem ou produção de energia utilizando seus restos; incentivar cooperativas de tratamento do lixo reciclável através de tecnologias e facilidades nas questões fiscais, enfim, projetar e fiscalizar todo um cenário onde se minimize os problemas gerados pelos resíduos sólidos no meio ambiente, podendo assim adquirir os recursos públicos financeiros destinados a projetos ambientais maximizando assim seu orçamento. Porém as empresas também tem seu papel perante a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. O setor empresarial torna-se responsável por todo o ciclo de vida de seus produtos, assim terá que desenvolvê-los de maneira que ao final de sua vida útil, seja possível reciclá-los ou encaminhá-los a uma destinação ambientalmente adequada ou que em sua fabricação e uso, gerem quantidades mínimas de resíduos sólidos e divulgar informações e instruções de como eliminá-los corretamente. O setor empresarial, também poderá reutilizar os resíduos de seus próprios produtos em suas cadeias produtivas como forma de redução de custos e destino ambientalmente correto, por meio da logística reversa.

Para Lopes e Calixto (2012) a política nacional dos resíduos sólidos tem três pontos principais:

- Fechamento de lixões até 2014 – até 2014 todos os lixões a céu abertos deixarão de existir, dando espaço a aterros controlados ou aterros sanitários, os quais são planejados de forma que evitem qualquer tipo de poluição;
- Só rejeitos serão encaminhados aos aterros sanitários – cerca de 10% dos resíduos sólidos são rejeitos, parte não reciclável, em sua grande maioria são orgânicos e podem, através da compostagem, serem transformados em adubos; e,
- Elaboração de planos de resíduos sólidos pelos municípios – cabem aos municípios planejar formas de disposição correta dos resíduos assim como orientar os cidadãos à essas formas.

### 3.2 Resíduos eletroeletrônicos

De acordo com Carvalho e Xavier (2014, p. 2) os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) podem ser definidos como:

[...] aqueles que dependem de corrente elétrica ou campo eletromagnético para funcionar, bem como aqueles que geram, transferem ou medem correntes e campos magnéticos.

Esses equipamentos são divididos em quatro grandes grupos pela indústria de eletroeletrônica:

- Linha branca – é caracterizada por equipamentos de grande porte como geladeiras, fogões, micro-ondas, entre outros;
- Linha marrom – é caracterizada por equipamentos de som e imagem como televisores, rádios, DVDs, etc.;

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

- Linha verde – correspondida pelos equipamentos como computadores, celulares, *tablets* entre outros; e,
- Linha azul – caracterizada por equipamentos de pequeno porte como liquidificadores, ferro de passar roupas, aspiradores de pó, etc. (ESPINOSA, 2002, *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

Já os resíduos de equipamentos eletrônicos são definidos como “aqueles produtos parte ou componentes de EEE pós-consumo” (CARVALHO; XAVIER, 2012, p.2).

Os avanços tecnológicos e constantes inovações nessa área acarretam no crescimento da economia e na melhoria no estilo de vida das pessoas facilitando o modo como realizam suas atividades rotineiras. Porém, isso resulta num problema ambiental no que diz respeito à geração de resíduos eletroeletrônicos, já que, com o a vinda de novas tecnologias a variedade de produtos no mercado cresce e em contrapartida, sua vida útil diminui. (CARVALHO; XAVIER, 2014).

O processo que envolve a destinação ambientalmente correta dos EEE deve especificar critérios para ser desenvolvido, dentre eles, os principais podem ser destacados como a tecnologia empregada no tratamento dos resíduos para a geração de matéria prima, o interesse econômico em reintegrá-la na linha de produção de novos equipamentos e a vontade dos consumidores em enviá-los pós-consumidos a destinação ideal, para retomar o ciclo. O pensamento de reutilizar os EEE deve começar no processo produtivo, onde o ideal é que as empresas otimizem ao máximo os elementos que compõem o produto, assim como também os projetem de forma que facilite no processo de reciclagem e reaproveitamento de seus componentes. O consumidor final tem grande importância no que se diz respeito a optar, no ato da compra, por empresas que aplicam medidas sustentáveis na produção de seus produtos. Ele também deve se conscientizar e priorizar a reutilização dos EEE, através de ações como reparo, condicionamento e remanufatura, assim a vida útil é estendida e o produto só é encaminhado para a disposição final após não haver outra forma de reusá-lo. (CARVALHO; XAVIER, 2014)

O aumento da geração dos EEE é um dos mais sérios problemas de impacto ao ecossistema e sua prevenção é uma medida essencial para o equilíbrio do meio ambiente, porém tem que ser aplicada em todos os estágios do ciclo de vida dos produtos, desde sua concepção, fabricação, comercialização, utilização, descarte, tratamento e disposição final, sendo também utilizada como forma de reduzir gastos energéticos e de insumos na parte produtiva. (WHITE et al, 2001 *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

Os REEE são mais complexos que o lixo comum, isso faz com que os processos de coleta e reciclagem, em muitos casos, sejam ineficientes causando a destinação inadequada dos resíduos. Esse fato influi na contaminação do meio ambiente e do próprio ser humano devido a alta concentração de metais pesados presentes na composição desses resíduos (ANDRADE-LIMA, 2012 *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

O número de substâncias prejudiciais à saúde e à natureza presentes nos REEE são incontáveis, principalmente devido a suas várias formas de contaminação. Entre elas podemos citar cádmio, cobre, chumbo, cristal líquido, clorofluorcarbono (CFC), mercúrio, níquel, poeira de carbono, PVC, retardantes de chamas, antimônio entre muitas outras que podem contaminar basicamente através da inalação, manipulação e ingestão de alimentos contaminados. Entre os efeitos dessa contaminação podem ser evidenciados, dermatites; disfunções e lesões renais; alterações neurológicas e nos sistemas digestivo, nervoso; reprodutivo e nas células sanguíneas; comprometimento pulmonar, no fígado e ossos. Os mais susceptíveis as complicações devido à exposição a essas substâncias são os idosos, doentes crônicos, fetos e crianças. Nesses dois últimos ocorrem os piores danos como, por exemplo, complicações no sistema imunológico e nervoso, assim como também déficit de atenção, aprendizado, inteligência e no desenvolvimento cerebral (ANDRADE-LIMA, 2012 *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

A gestão dos EEE se inicia num cenário bem desafiador já que no Brasil os setores públicos e privados ainda necessitam de um melhor entendimento nas ações preventivas para uma aplicação mais eficiente. Uma ferramenta que norteará esse entendimento é a análise do ciclo de vida de tais equipamentos. (CARVALHO; XAVIER, 2014)

Para Carvalho e Xavier (2014) o ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos pode ser entendido nas seguintes etapas:

- Extração de recursos – fase onde são extraídas as matérias primas que por sua vez serão transformadas em insumos e futuramente em componentes;
- Produção – fase onde os componentes ganham forma a partir da matéria prima são montados e acabados;
- Distribuição – basicamente definida por embalagem, armazenagem e transporte;
- Uso – fase onde o produto é adquirido e utilizado pelo consumidor até o momento de seu descarte;
- Destinação – fase em que por motivos de obsolescência tecnológica ou energética, o produto é descartado. Ele poderá ser recondicionado ou encaminhado à destinação final; e,

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

- Reutilização - pode ser feita através do recondicionamento do produto, no qual consiste em reestabelecer as funções.

A análise desse ciclo é essencial para prevenir e evitar as más consequências vindas dos equipamentos eletroeletrônicos.

O principal objetivo da ACV é a obtenção, através de uma visão global e completa, de subsídios que qualifiquem e quantifiquem os efeitos ambientais, implementando melhorias nesses efeitos (FRANCHETTI, 2009 *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014, p. 29).

Segundo Carvalho e Xavier (2014), pode-se dizer que a análise do ciclo de vida realiza a identificação e medição do consumo de energia, o de materiais utilizados na fabricação e a quantidade de resíduos gerados, bem como a avaliação dos impactos ao meio ambiente de todo esse processo, identificando oportunidades de minimizar recursos e de otimizar a sua eficiência desde a fabricação até a disposição final.

Posterior à etapa de análise, onde as informações são levantadas tornando possível ter um panorama da situação, entra um outro processo de grande importância, a gestão dos REEE.

Somando a urbanização e um número crescente e inevitável da população nos grandes centros com o desenvolvimento de novas e diversificadas tecnologias, a gestão do REEE torna-se fundamental para as questões relacionadas à sustentabilidade. Uma aliada a essa causa é a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que propõe directivas para o tratamento e disposição final e adequada de resíduos, tendo como principal ferramenta para isso a logística reversa baseada no conceito de responsabilidade compartilhada entre os participantes do ciclo de vida dos resíduos em questão. (CARVALHO; XAVIER, 2014)

Os objetivos da logística reversa aplicada à gestão do REEE é diminuir a quantidade de resíduos destinados a aterros; estimular a eficiência na utilização dos recursos naturais; reduzir os esforços físicos e financeiros municipais relacionados aos resíduos; desenvolver os processos de reutilização, reciclagem e recuperação dos materiais; promover processos de produção sustentáveis; aumentar a conscientização da sociedade; promover a inclusão social; maximizar negócios bem como seus resultados; e, proteção ao meio ambiente. (CARVALHO; XAVIER, 2014).

Nesse contexto, a reciclagem é parte fundamental do processo de gestão REEE, pois envolve questões econômicas e ambientais, por recuperar componentes reutilizáveis, especialmente metais preciosos, além de promover a criação de empregos contribuindo com diminuição dos índices de pobreza (ROBINSON, 2009 *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

### 3.3 Cooperativas e catadores

De acordo com o código 5192-05 da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO, 2002) o trabalhador da coleta e separação do material reciclável é definido como quem pega ferro-velho, sucata, vasilhame e papelão e é responsável pela coleta, separação e preparação do material para venda. Também tem a função de administrar o trabalho, realizar a manutenção dos equipamentos utilizados, trabalhar com segurança e divulgar a reciclagem.

Para o Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR, 2008) o catador é o componente mais importante da cadeia de reciclagem, pois é responsável por 89% de todo o trabalho feito e de tirar das ruas 60% de tudo o que é reciclado hoje no Brasil, dando uma média de 600kg de lixo por dia retirado das ruas e direcionando para uma destinação correta.

A PNRS em seu Artigo 18 deixa bem claro que entre os planos municipais em relação à gestão de resíduos, é necessária a implantação da coleta seletiva com a participação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis formadas por pessoas de baixa renda. Dessa forma a lei incentiva a contratação de cooperativas pelo município, aumentando a quantidade e qualidade do material reciclado através da capacitação técnica dos trabalhadores envolvidos, melhorando também a segurança e saúde dos mesmos e promovendo o combate as desigualdades sociais (CARVALHO; XAVIER, 2014).

Nos países em desenvolvimento, a gestão dos resíduos sólidos é vista como uma oportunidade de captação de mão de obra com o intuito de inclusão social. A formação de cooperativas representou um avanço no que diz respeito a coleta e triagem de matérias reaproveitáveis (CARVALHO; XAVIER, 2014).

Os números obtidos da reciclagem no Brasil são possíveis devido ao grande e disperso número de catadores existentes que realizam a coleta de modo informal e por baixo custo. Não há incentivos público-privados, nem regularização, há apenas a necessidade de se conseguir renda para fugir da pobreza (GONSALVES-DIAS 2009, *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

Nas cooperativas são armazenados os materiais coletados e ocorre a triagem e alguns casos o pré-processamento dos REEE. A renda gerada pelos equipamentos eletroeletrônicos representa até 15% do faturamento das cooperativas, ganhando espaço junto à reciclagem de papelão, alumínio e papel. Porém, o fornecimento de REEE é inconstante devido à informalidade da coleta e ineficiência da logística do setor,

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

dificultando ainda mais para essas associações que já sofrem com a complexidade, custos e impactos no tratamento desses resíduos (INVENTTA, 2012, *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

Atualmente devido à heterogeneidade das cooperativas, o grau limitado de conhecimento e eficiência dos processos da reciclagem e condições desfavoráveis de trabalho faz como que elas não estejam aptas para se beneficiarem da lei (IPEA, 2010, *apud* CARVALHO; XAVIER, 2014).

Mesmo a importância do trabalho exercido por catadores no processo de reciclagem ainda existe vulnerabilidade, fragilidade e precariedade na função. Representam o elo mais fraco de toda a cadeia e sofrem consequências dos interesses de dois lados: o do poder público procurando uma forma de resolver o problema da coleta seletiva por um meio barato e das empresas que procuram vínculos com instituições de bem estar social. As cooperativas ficam pressionadas para se enquadrar num grau bom de produtividade e ao mesmo tempo manter sua identidade de cooperação, para atender exigências do poder público (GONSALVES-DIAS 2010, *apud* CARVALHO, XAVIER, 2014).

#### 4 ESTUDO DE CASO CEDIR

Em agosto de 2007 foi criada a Comissão de Sustentabilidade tendo como objetivo principal analisar o Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo (CCE-USP) e verificar seus problemas ambientais sugerindo medidas sustentáveis a serem implantadas nesse centro, desde o uso racional de água e energia elétrica até o tratamento e destinação adequada do lixo eletrônico.

Dentre as várias iniciativas da Comissão de Sustentabilidade, podemos citar duas de mais importância e que tiveram mais impactos:

- Criação do Selo Verde da USP; e,
- Criação do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR, 2014).

##### 4.1 Selo verde

Com o apoio da Divisão Técnica de Equipamentos de Microinformática (DVEMIC) e da Coordenadoria de Tecnologia da Informação (CTI) em 2008 a Comissão de Sustentabilidade pode organizar a primeira grande compra de microcomputadores.

No edital, foi recomendado às empresas e fabricantes o fornecimento de computadores nomeados “verdes”, que atendessem requisitos como: economia de energia elétrica, ausência de elementos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente como por exemplo, chumbo, cádmio e materiais tóxicos, em conformidade com a diretriz europeia *Restriction of Hazardous Substances* (ROHS), adesão aos padrões internacionais de qualidade ISO 9.001 e gestão ambiental ISO 14.001 (CEDIR, 2014).

Tais requisitos foram colocados como desejáveis pois, na época não haviam muitos fabricantes que os atendessem.

Como forma de incentivo à empresa vencedora dessa licitação, evidenciando-a e reconhecendo-a como comprometida com a sustentabilidade de seus produtos foi criado o Selo Verde concedido aos produtos dentro dos padrões de TI verde. O selo foi desenvolvido pelo Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores (LARC) do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (PCS) da USP e possui uma assinatura eletrônica para evitar falsificação (CEDIR, 2014).

Essa política de compra da USP de equipamentos com padrões sustentáveis ajuda na redução do lixo eletrônico com elementos tóxicos e não recicláveis além de facilitar na destinação correta dos mesmos. A partir da sua primeira compra de equipamentos “verdes”, a USP através da Comissão de Sustentabilidade, passou a adquirir preferencialmente esse tipo de material, sempre especificando a condição de padrões sustentáveis em seus editais de compra. A USP passou também a dar suporte a diversos órgãos públicos que começaram a ter interesse nos materiais de Selo Verde (CEDIR, 2014).

##### 4.2 Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR): histórico

Em março de 2008, em parceria com o programa *Sustainability Laboratory* (S-Lab) do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) com o intuito de tratar sustentavelmente o lixo eletrônico deu-se início ao projeto de Criação da Cadeia de Transformação do Lixo Eletrônico da USP. Para isso foi feito um levantamento sobre as melhores práticas realizadas em universidades estrangeiras, indústrias de eletrônicos, ONGs e instituições governamentais, conhecendo as características da USP pôde-se criar um plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos e seus principais objetivos foram:

- Eliminar de forma sustentável o lixo eletrônico da universidade;
- Iniciar e orientar uma mudança no comportamento de colaboradores, docentes e alunos em relação a aquisição de sistemas verdes e descarte correto do lixo eletrônico;
- Receber e dar um destino, na forma de reuso, descarte sustentável ou reciclagem, dos equipamentos e resíduos eletrônicos enviados pelos variados campi da USP e comunidade externa;

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

- Equilibrar a geração de resíduos e a destinação adequada dos mesmos; e,
- Efetivar a criação da Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico que reaproveite ou destine corretamente os resíduos eletrônicos, bem como a especificação dos recursos materiais e humanos para sua implementação (CEDIR, 2014).

O plano piloto para a coleta de equipamentos eletrônicos efetivando esse projeto de gestão de resíduos foi iniciado em 5 de junho de 2008 e denominado Operação de Descarte Legal. Essa operação foi para somente os colaboradores do Centro de Computação Eletrônica (CCE) da USP sendo convidados através de um informativo que descrevia os tipos de materiais aceitáveis, bem como os problemas causados por eles com o descarte inadequado e a importância da destinação sustentável. Foram arrecadadas 5,2 toneladas de materiais eletroeletrônicos distribuídos na maioria em equipamentos de redes e CPUs, seguidos depois por mídias, periféricos, *drivers*, monitores, cabos, fontes, placas e outros. Esse material foi armazenado em um *contêiner* para facilitar etapas futuras e foram contatadas diversas empresas de reciclagem que tivessem credenciais e comprovassem o tratamento e disposição adequada desse material, seria selecionada a empresa que estivesse licenciada para o tratamento e que oferecesse o maior valor para aqueles equipamentos coletados. Porém não se obteve sucesso, pois as empresas alegaram que o máximo que poderiam oferecer por aquele material seria o valor do frete para tirá-lo de dentro da USP (CEDIR, 2014).

A Comissão de Sustentabilidade percebeu que havia um grande desinteresse por parte das empresas para os resíduos de eletroeletrônicos, já que elas eram habituadas em receber materiais específicos e não materiais sem um pré-processamento, ou seja, peças inteiras que exijam a desmontagem e triagem dos elementos. Assim a Comissão iniciou um estudo no mercado de reciclagem para entender seu funcionamento e extrair o máximo de valor daquilo que tinha coletado além de dar um destino adequado para ele (CEDIR, 2014).

Diante desse cenário, pensou-se na criação do Centro de Destinação e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) para fazer o pré-processamento dos materiais coletados. O MIT L-Lab tornou-se parceiro do projeto do CEDIR e ajudar a Comissão de Sustentabilidade a dar continuidade aos estudos da legislação, as visitas às empresas de reciclagem e às reuniões com especialistas da área desenvolvendo assim o projeto do CEDIR (CEDIR, 2014).

#### 4.3 Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR): objetivos

Foram definidos os principais objetivos do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática:

- Identificar o fluxo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos;
- Implantar o programa de coleta e descarte do lixo eletrônico;
- Propor soluções para o reaproveitamento e/ou reciclagem do lixo eletrônico;
- Pesquisar projetos sociais que poderiam receber sistemas eletroeletrônicos para reuso;
- Pesquisar empresas especializadas e capacitadas em reciclagem ambientalmente correta do lixo eletrônico;
- Elaborar métodos de homologação e certificação tanto dos projetos sociais como dessas empresas de reciclagem; e,
- Ser referência na destinação correta dos resíduos eletrônicos (CEDIR, 2014).

#### 4.4 Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR): funcionamento

O CEDIR deve operar basicamente de acordo com as seguintes atividades:

- Recepcionar os equipamentos eletrônicos obsoletos da USP que estejam despatrimoniados e de pessoas físicas da sociedade em geral;
- Efetuar a triagem a partir da possibilidade de reutilização;
- Consertar equipamentos eletroeletrônicos que possam ser reutilizados;
- Separar e classificar os inservíveis conforme composição, ou seja, plásticos, metais, placas eletrônicas, cabos, etc.; e,
- Armazenar o material até o seu recolhimento por empresas recicladoras devidamente credenciadas e certificadas (CEDIR, 2014).

O CEDIR foi inaugurado e começou a operar em dezembro de 2009, com um galpão de área de aproximada de 500m<sup>2</sup> podendo receber e tratar cerca de 5 toneladas por mês. Inicialmente recebia equipamentos somente da comunidade da USP, porém em abril de 2010 foi aberto para receber equipamentos de pessoas físicas.

O CEDIR funciona de acordo com as seguintes etapas:

- Coleta ou recebimento – além dos equipamentos recebidos de vários campi da USP, como o da capital, de Piracicaba, Bauru, Lorena, Pirassununga, São Sebastião e Santos também são recebidos equipamentos externos através de campanhas, pontos de coletas espalhados pela região ou por

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

telefone, através do *Help Desk* do CCE-USP, especificando dados como quantidade de equipamentos a serem doados. No que se refere às campanhas e aos pontos de coletas destaca-se a notificação de transferência dos equipamentos para o responsável pela coleta ou recebimento, é um documento contendo informações do consumidor como nome, documento de identificação e contato; e do material como tipo, peso, marca e quantidade. Este fará parte do processo de rastreio dos equipamentos. Na chegada dos equipamentos ao CEDIR, eles são pesados e todos os documentos são conferidos.

- **Triagem** – são identificados os equipamentos que podem ser reutilizados ou remanufaturados. Profissionais com capacitação técnica avaliam se os equipamentos estão aptos ou não para a reutilização, sendo avaliadas também possibilidades de introdução de melhorias, caso tenham boas funcionalidades são encaminhados para Projetos Sociais e ONGs credenciadas junto a USP, assim como também para o reuso da própria USP, por outras entidades e prefeituras;
- **Descaracterização** – verificando a impossibilidade de reuso, os equipamentos são descaracterizados em dois níveis: identificação da marca e destruição das informações contidas nos equipamentos;
- **Desmontagem** – nesse processo os equipamentos têm suas partes separadas, isso variará em função da necessidade de preservação total ou não do material. No caso de preservação, parafusos, conexões e junções são retirados em processo inverso ao que foram montados. Em caso de não preservação, os equipamentos poderão ser rompidos nas suas partes mais frágeis. Vale ressaltar que no processo de preservação a vantagem é maior, pois a separação de peças é facilitada valorizando as etapas posteriores;
- **Separação** – consiste na separação do material conforme tipo e forma de destinação. Através da separação há o ganho de valor, pois facilita a destinação específica para cada tipo de material e também a descontaminação dos mesmos. Após a separação, as partes são repesadas e quando necessário, são compactadas e enviadas para armazenagem; e,
- **Reciclagem** – os componentes descaracterizados e separados nos processos anteriores, são encaminhados de acordo com o tipo de material (vidro, plásticos, metais ferrosos e não ferroso, entre outros) para as indústrias de reciclagem credenciadas pela USP e com certificações exigidas pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). (CEDIR, 2014)

#### 4.5 Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR): áreas de atuação

O CEDIR através de suas atividades atinge os quatro pilares da sustentabilidade:

- **Ambiental** – através do tratamento de resíduos eletrônicos e destinação sustentável dos mesmos o CEDIR ajuda a preservação do meio ambiente evitando o descarte inadequado de substâncias tóxicas contidas nesses equipamentos, como por exemplo, no monitor CRT que contém entre 3kg a 4kg de chumbo. No centro os materiais são separados e armazenados de acordo com o tipo e classe até acumular as quantidades exigidas pelas empresas de reciclagem os coletarem. Devido a PNRS, alguns fabricantes já se responsabilizam pela logística reversa de seus equipamentos. Desde sua criação o CEDIR atua em parceria com a CETESB e o IBAMA, com o intuito de atingir os padrões legais de tratamento dos resíduos; e,
- **Social** – na triagem de equipamentos recebidos pelo centro, é possível reaproveitar diversos materiais ainda com boas funcionalidades, que são destinados por meio de empréstimos, pois no final da vida útil são devolvidos ao centro para a destinação adequada, a projetos sociais, entidades filantrópicas e escolas públicas com poucos recursos de informática, todas credenciadas e avaliadas pela USP. Devido a grande importância que o tratamento de resíduos eletroeletrônicos resulta e também pelo fato da visibilidade que o tema tem nas diversas mídias, o CEDIR é procurado para efetuar palestras sobre o assunto, além de receber visitas monitoradas de alunos, professores, gestores de meio ambiente em órgãos públicos, microempresários de diversos estados e até de outros países, todos com o interesse em conhecer as atividades operadas pelo centro para abranger conhecimento sobre o tratamento adequado dos resíduos eletroeletrônicos.

O CEDIR, em parceria com o LASSU do PCS com patrocínio da Petrobras criou o projeto EcoEleto com o objetivo de treinar catadores de materiais recicláveis em microinformática básica e tratamento de resíduos eletroeletrônicos. Os catadores são orientados em como manusear corretamente e de maneira segura os materiais, com o intuito de preservar a saúde deles mesmos e o meio ambiente da possível contaminação que esses equipamentos podem causar, além de ensiná-los a sobre a melhor maneira de separar e agregar os materiais, maximizando o valor na comercialização.

Foram montadas 16 turmas de catadores de 28 cidades, totalizando 180 pessoas que tiveram um curso de 60 horas com aulas práticas e teóricas. Em novembro de 2012, um total de 12 cooperativas participantes do projeto haviam conseguido vender seus materiais por cerca de 10 vezes mais valor, de

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

R\$0,29 para R\$3,07, devido ao conhecimento adquirido com o EcoEletro no tratamento e manuseio dos resíduos eletroeletrônicos.

- Econômico – o envio de equipamentos reparados ou consertados para instituições; escolas públicas com poucos recursos financeiros; para o uso da própria USP em eventos, salas de estudo e acesso a internet para alunos e professores; o uso de peças como forma de substituição e manutenção dos computadores da universidade e para experimentos realizados por professores na área de robótica resultam numa economia de capital por parte de todos os beneficiados com esses equipamentos; e,
- Cultural – devido ao grande volume de equipamentos recebido pelo CEDIR, são encontrados materiais de diversas idades, inclusive raridades. O centro tem um projeto de desenvolver um Museu de Tecnologia ou informática com um mostruário dessas peças, o projeto está sendo avaliado pela Superintendência de Tecnologia da Informação (STI). Além disso, o CEDIR, é usado como oficina de design de peças. No mês de agosto de 2012, recebeu o renomado designer finlandês Ilka Suppanen que coordenou um curso de design aberto ao público. (CEDIR, 2014)

#### 4.2 Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR): resultados

O CEDIR tem obtido bons resultados relacionados à captação e tratamento de resíduos eletroeletrônicos, provenientes tanto dos próprios campos da USP quanto da divulgação e arrecadação de seus postos de coleta.

A seguir podemos ver as quantidades dos principais tipos de equipamentos eletrônicos recebidos e tratados desde o ano de 2010 até fevereiro de 2013.

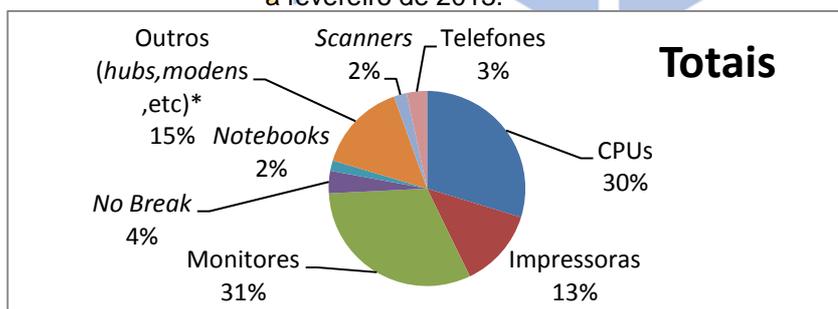
Figura 1: Tipo e unidades de equipamentos recebidos no CEDIR nos anos de 2010 a fevereiro de 2013

Tipo/unidades	2010	2011	2012	2013	Total
CPUs	2546	2679	2033	3184	10442
Impressoras	1162	1183	993	1250	4588
Monitores	3078	3295	2120	2510	11003
No break	188	266	325	516	1295
Notebooks	103	133	160	205	601
Outros ( <i>hubs, modems, etc.</i> )	2402	1002	535	1307	5246
Scanners	218	148	185	189	740
Telefones	301	162	318	388	1169

Fonte: CEDIR

Como veremos a seguir, as maiores quantidades de equipamentos recebidos estão divididas entre CPUs e monitores, demonstrando como esses tipos de equipamentos tem uma descartabilidade muito grande devido as constantes renovações de suas tecnologias.

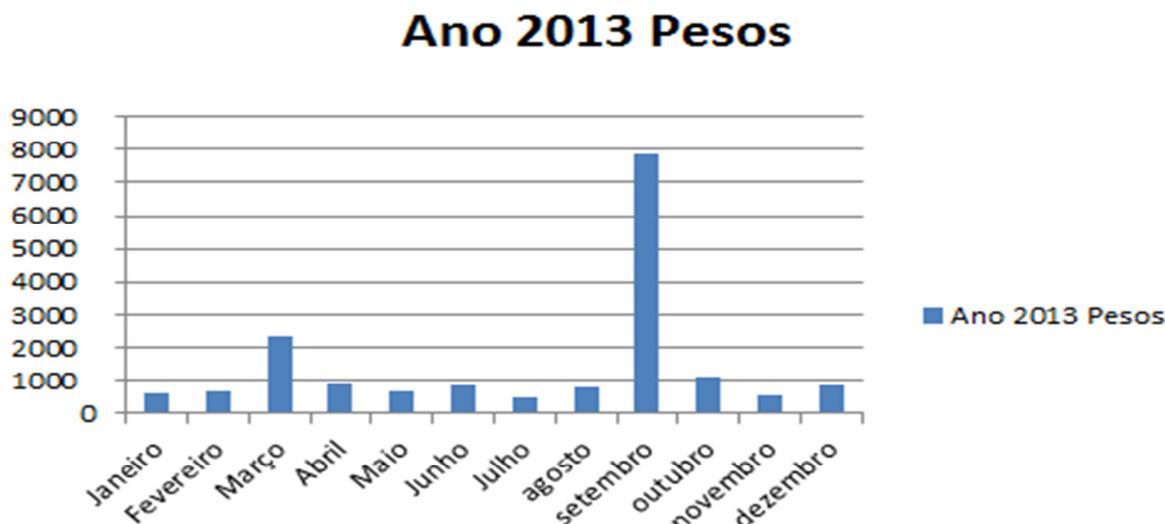
Figura 2: Classificação dos tipos de Equipamentos Eletroeletrônicos entregues no CEDIR nos anos de 2010 a fevereiro de 2013.



Fonte: CEDIR

Pode-se verificar o volume em peso que o CEDIR recebeu durante todo o ano de 2013.

Figura 3: Volume em peso recebido no CEDIR nos meses de janeiro a dezembro de 2013



Fonte CEDIR

Desde seu funcionamento, o CEDIR foi responsável por tratar e encaminhar centenas de toneladas ao descarte ambientalmente correto.

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística reversa é responsável pelo retorno de produtos em diversos cenários e em diferentes segmentos, divide-se entre os fluxos reversos de pós venda caracterizado por produtos com defeitos de fabricação, problemas de qualidade e em suas funcionalidades; e pós consumo caracterizados pelo reuso, remanufatura e reciclagem.

A corrida por uma boa posição no mercado faz com que empresas busquem estratégias mais apuradas e inovações que refletem diretamente em seus produtos. Isso somado ao desenvolvimento e aparição de novas tecnologias e com o aumento do poder de compra de consumidores, faz crescer a preocupação com um grande problema contemporâneo: o aumento do lixo eletrônico.

A obsolescência de produtos eletroeletrônicos é algo constante e inevitável que aflige diretamente o desenvolvimento sustentável. A lei n.12.305/10 reuniu ideias de legislações anteriores e norteou, de acordo com a situação atual, o que será feito para amenizar os danos causados ao meio ambiente, promovendo a interação e compartilhamento de responsabilidade de vários elos da cadeia e utilizando a logística reversa como ferramenta para isso.

A busca pela proteção ambiental e destinação adequada do lixo eletrônico ainda têm muitas resistências, tanto pelo lado de empresas, quanto pelo lado do maior agente gerador, o consumidor final, que de modo geral, não tem instrução e consciência sobre os problemas causados pelo descarte incorreto desses materiais.

Porém, como se pôde constatar no estudo de caso desse trabalho, o CEDIR é um modelo de como é possível realizar o tratamento e assegurar o destino sustentável do lixo eletrônico e de seus componentes. O CEDIR foi um projeto pioneiro e devido a excelência de seus processos se tornou referência no assunto e é procurado por diversos setores, públicos, privados e institucionais para consultoria. O sucesso do CEDIR dá-se não apenas pelo tratamento do resíduo eletroeletrônico, mas pelo fato de suas atividades se estenderem e atenderem a necessidade de diferentes esferas da sociedade. Falando em termos ambientais, é inegável a importância do centro, já que toneladas e mais toneladas de materiais contendo resíduos tóxicos e com oportunidade de reaproveitamento deixam de ser enviadas a aterros e a incineração, evitando assim a superlotação destas destinações e uma possível contaminação do solo, ar e conseqüentemente de todo o ecossistema ao redor. Economicamente, tem um grande valor, não só para a universidade que utiliza peças e até mesmo equipamentos completos proveniente dos descartes recebidos, mas também para instituições que, por falta de recursos financeiros, talvez tivessem menos chance de sucesso sem as doações do CEDIR. Por fim, e não menos expressivo, está o aspecto social, o projeto EcoEletro é uma maneira de capacitar catadores de materiais recicláveis dando-lhes a chance de valorizar o trabalho que realizam, os resultados positivos puderam ser vistos no valor de venda dos materiais após o treinamento e certificação dados pelo CEDIR.

Enfim, o CEDIR é um exemplo de que um estudo bem elaborado em harmonia com ações planejadas pode influenciar benéficamente a sociedade como um todo.

## REFERENCIAS

ABRELPE. **Recuperação energética**. Disponível em

<[http://www.abrelpe.org.br/\\_download/informativo\\_recuperacao\\_energetica.pdf](http://www.abrelpe.org.br/_download/informativo_recuperacao_energetica.pdf)> Acessado em 10/04/2014.

ANDRADE-LIMA, H. **Gestão dos recursos e impactos socioambientais no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos (EEE)**, 2012, f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Referências: NBR-6023/ago. 2002**. São Paulo: ABNT, 2002.

\_\_\_\_\_. **Citação: NBR-10520/ago - 2002**. São Paulo: ABNT, 2002.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimento /Logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

\_\_\_\_\_. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BRASIL. Constituição Federal Brasileira. **Lei 12.305/2010: política nacional dos resíduos sólidos**. Brasília, 2 ago. 2010.

CARVALHO, C. M. B. de ; XAVIER. L. H. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.

ESPINOSA, D.C.R. **Reciclagem de baterias de níquel-cádmio**, 2002, f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GONSALVES-DIAS; S.L.F. **Catadores: uma perspectiva de sua inserção no campo da indústria de reciclagem**, 2009, f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. (Prêmio Capes 2010).

INVENTTA ; ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica**. 2012. Disponível em : <[http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1367253180.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1367253180.pdf)> Acesso em 15/07/2014.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Relatório de pesquisa – **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília: IPEA - Diretoria de Estudo e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), 2010.

LASSU ; USP **Sustentabilidade: conceituação**. Disponível em <<http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/conceituacao>> Acesso dia 01/05/2014.

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

\_\_\_\_\_. **Logística reversa: a nova área da logística empresarial. Revista Tecnológica**. São Paulo, v. 78, p. 102-109, 2002. Disponível em <[http://issuu.com/publicare/docs/tecno\\_maio\\_2002\\_completa0001](http://issuu.com/publicare/docs/tecno_maio_2002_completa0001)> Acessado em 02/05/2014.

LOPES, L.; CALIXTO, B. O que é o plano nacional de resíduos sólidos. **Revista Epoca**. São Paulo, 2012. Disponível em <<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/o-que-e-o-plano-nacional-de-residuos-solidos.html>> Acessado em 10/04/2014.

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------

MALACHIAS, G. **Benefícios da nota fiscal eletrônica em uma distribuidora de alimentos**: um estudo de caso. 2013. 34 f. Monografia (Graduação em Logística) – Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política nacional dos resíduos sólidos**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>> Acessado em 19/04/2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Classificação brasileira de ocupações**. Disponível em <<http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/ResultadoOcupacaoMovimentacao.jsf>> Acessado dia 29/04/2014.

MOVIMENTO NACIONAL DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLAVEIS. **O catador na CBO**. Disponível em <[http://www.mncr.org.br/box\\_2/instrumentos-juridicos/classificacao-brasileira-de-ocupacoes-cbo](http://www.mncr.org.br/box_2/instrumentos-juridicos/classificacao-brasileira-de-ocupacoes-cbo)> Acessado dia 29/04/2014.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>> Acessado em 01/05/2014.

NOVAES, A. G.: ALVARENGA A.C. **Logística aplicada**: suprimento e distribuição física. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

\_\_\_\_\_. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PEREIRA, A. L. et al. **Logística reversa e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ROBINSON, B.H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Sci Total Environ**, Philadelphia, vol. 408:2009, p. 183-191.

VIEIRA, M.J. **Logística reversa aplicada a reciclagem de lixo eletrônico**: estudo de caso Oxil manufatura reversa. 2009. 44 f. Monografia (Graduação em Logística) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.

WHITE, P. et al. **Integrated solid waste management a life cycle inventory**. New York: Wiley, 2001. Disponível em: <<http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0632058897,subjectCd-EN40.html>> Acessado em 10/07/2014.

**Tomaz del Corso de Assis**

Possui graduação em Logística pela Faculdade de Tecnologia de Americana (SP) (2014). Tem experiência na área de Administração. Contato: tomazdelcorso@gmail.com  
Fonte: CNPQ – Currículo Lattes

**Nivaldo Tadeu Marcusso**

Atualmente é diretor da Universidade Anhembi Morumbi. Tem experiência de mais de 20 anos na gestão da tecnologia da informação, tecnologia educacional, inovação e educação a distância. Professor de cursos MBA nas áreas de tecnologia da informação, estratégia, inovação, inteligência coletiva, *crowdsourcing*, *gamification* e empreendedorismo digital. Contato: tadmar@uol.com.br  
Fonte: CNPQ – Currículo Lattes

**Justificativa dos autores:** O desenvolvimento tecnológico implica na variedade de novos produtos eletroeletrônicos no mercado, que por sua vez faz crescer o interesse de consumidores. Porém, novas tecnologias tornam produtos anteriores obsoletos e maior consumo significa aumento do descarte, que na maior parte das vezes é inapropriado. A logística reversa é uma ferramenta que visa revalorizar tudo o que é descartado, tornando assim uma aliada para a sustentabilidade. O tratamento do lixo eletrônico realizado pelo CEDIR resulta não somente num ganho ambiental e econômico, mas também num importante ganho social. Tendo em vista a amplitude do público que a Revista Tecnológica da Fatec Americana pode atingir, é importante a publicação do artigo como forma de semear o conhecimento sobre os temas abordados por ele, assim como evidenciar os problemas gerados pelo descarte incorreto dos resíduos eletroeletrônicos e deixar claro os benefícios de diferentes naturezas gerados pelo tratamento dos mesmos.

R.Tec.FatecAM	Americana	v.2	n.2	p. 22-36	set.2014 / mar. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	----------------------