

## **ABORDAGENS TÉCNICAS DE GESTÃO AMBIENTAL**

### **A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) E AS CONSEQUÊNCIAS PARA A SUSTENTABILIDADE: as práticas de descarte dos usuários organizacionais**

### **WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT MANAGEMENT AND CONSEQUENCES FOR SUSTAINABILITY: the disposal practices of organizational users**

#### **1º autor**

**Carlos Alberto Frantz dos Santos**

**Mestre em Administração de Empresas (PPGA/EA/UFRGS)**

**Fundação Universidade do Rio Grande**

**carlosfrantz@hotmail.com**

#### **2º autor**

**Daiane Mülling Neutzling**

**Mestre em Agronegócios (CEPAN/UFRGS)**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**daineutzling@gmail.com**

#### **3º autor**

**Luis Felipe Machado do Nascimento**

**Doutor em Economia e Meio Ambiente (Universität Gesamthochschule Kassel)**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**lfmnascimento@ea.ufrgs.br**

## RESUMO

A pesquisa teve por objetivo analisar as principais consequências ambientais, sociais e econômicas decorrentes das práticas de gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE). Foi realizado um estudo de múltiplos casos em três organizações de grande porte na região metropolitana de Porto Alegre (RS). Os dados foram coletados por meio de observação direta e entrevistas semiestruturadas com os gestores dos REEE destas organizações. Os resultados demonstram que em relação às instituições públicas investigadas a destinação dos REEE tem foco no ganho econômico com a comercialização em leilões, contudo o processo possui falhas graves como não possuir controles sobre o real destino e as reais consequências ambientais e sociais geradas por estes resíduos. Já em relação à instituição privada, esta é motivada por ganhos de imagem e atendimento às legislações, contudo é a única que aplica uma correta destinação destes resíduos. Observou-se também que a decisão sobre qual departamento organizacional deve gerir os REEE é fundamental para a definição das consequências para a sustentabilidade destas práticas. Por fim, observa-se que o gerenciamento dos REEE é ainda inicial e que muito precisa ser feito para tornar todo este processo eficiente e sustentável.

**Palavras-chave:** Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos; Sustentabilidade; Logística Reversa.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the main environmental, social and economic management practices arising from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). The methodology applied was a multiple cases study conduct in three large organizations in the metropolitan region of Porto Alegre (RS). Data were collected through direct observation and semi-structured interviews with the managers of these organizations. The results show that compared to public institutions investigated the allocation of WEEE takes a focus on economic gain from the sale at auction, but the process has serious flaws as not having a real guarantee on the real target and the actual environmental and social consequences generated by these residues. Regarding the private institution, this is driven by gains in image and compliance with laws, yet is the only one that applies a proper disposal of these wastes. It was also observed that the decision about which department should manage the WEEE is fundamental for defining the consequences for the sustainability of these practices. Finally, it is observed that the management of WEEE is still early and that much remains to be done to make this process efficient and sustainable.

**Keywords:** Waste Electrical and Electronic Equipment, Sustainability, Reverse Logistics.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de produtos eletroeletrônicos (Abinee, 2011; IDC Brasil, 2012) nos últimos anos está gerando um rápido crescimento na taxa de geração deste tipo de resíduo (Widmer *et al.*, 2005). Além disso, os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) têm, cada vez mais, recebido atenção da sociedade por se tratarem de resíduos que contêm uma grande variedade de materiais e, muitos destes, são potencialmente prejudiciais aos seres humanos e ao meio ambiente. Além da preocupação ambiental, o descarte de REEE também têm reflexos sob o ponto de vista socioeconômico, pois ao serem corretamente descartados podem gerar elevado valor econômico por serem compostos de metais nobres como ouro, prata, bronze e cobre. Portanto, ao estabelecer um adequado gerenciamento dos resíduos, através da logística reversa (Rogers & Tibben-Lembke, 1998; Gonçalves-Dias; Teodósio, 2006; Leite, 2006), existe a possibilidade de ocorrerem ganhos nas três dimensões da Sustentabilidade, tendo em vista que, respectivamente o meio ambiente é resguardado da ação dos produtos tóxicos e químicos, a sociedade pode reaproveitar os equipamentos que estão em condições de uso e, a economia pode recuperar o valor monetário com a reciclagem dos equipamentos inutilizados e ainda possibilitar a geração de empregos.

No Brasil, a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, começa a exercer pressão legal sobre diversos atores da sociedade. Dentre os principais aspectos abordados pela lei ressaltam-se: (1) o compromisso dos fabricantes na análise do ciclo de vida do produto durante todas as fases de produção, consumo e descarte; (2) a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, pela minimização do volume de resíduos, bem como pela correta destinação pós-consumo e, (3) a aplicação da logística reversa (Brasil, 2010).

Dessa forma, mesmo sem estar implementada e regulamentada, a PNRS ressalta a necessidade de uma mudança radical na postura de toda a cadeia produtiva sobre os processos de geração e destino dos resíduos e, inclusive os REEE. Neste processo um dos atores fundamentais são os usuários organizacionais, pois representam grande parcela dos compradores de equipamentos eletroeletrônicos e, consequentemente, importantes geradores de REEE.

Portanto, percebe-se que os possíveis impactos ambientais e sociais gerados pelas práticas incorretas de descarte dos REEE podem ser minimizados através de uma adequada gestão destes resíduos. Por outro lado, uma vez adotados métodos eficientes de gerenciamento, os impactos podem se transformar em benefícios ambientais, sociais e econômicos. Assim, este estudo é norteado pelos seguintes questionamentos: Quais são as práticas de gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos de usuários organizacionais? E quais são as principais consequências ambientais, sociais e econômicas decorrentes dessas práticas? Para responder estas questões foi realizado um estudo de múltiplos casos em três organizações de grande porte na região metropolitana de Porto Alegre. Foram analisadas as práticas de descarte de REEE na Prefeitura Municipal de Porto Alegre, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e na *Logistics Alpha* (nome fictício). Assim, os objetivos desta pesquisa são (i) descrever as práticas de gestão dos REEE; e, (ii) analisar as principais consequências ambientais, sociais e econômicas decorrentes dos processos de gestão dos REEE.

O estudo justifica-se pelo fato do Brasil possuir um mercado potencial para a cadeia reversa dos REEE (Unep, 2009), entretanto, são escassos e embrionários os estudos nacionais sobre práticas

organizacionais de gestão dos REEE (Santos, 2012). E são estas práticas que abastecem grande parte da cadeia reversa dos REEE. Dessa forma, ao analisar as práticas de gestão dos REEE, esta pesquisa contribui para a própria compreensão deste cenário, apontando as práticas de usuários organizacionais e as suas relações com a Sustentabilidade.

Esta pesquisa está estruturada da seguinte forma: além desta introdução, a segunda seção realiza uma breve revisão dos conceitos de REEE e suas consequências ambientais, sociais e econômicas; a terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo; a seção posterior descreve e analisa os múltiplos estudos de caso abordados. A quinta seção finaliza o trabalho ao apresentar as conclusões do artigo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão da literatura realizada nesta seção tem por objetivo apresentar de forma mais profunda os conceitos de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos e as consequências ambientais, sociais e econômicas decorrentes das práticas de descarte deste tipo de resíduo.

### 2.1 Os REEE

De acordo com Widmer *et al.* (2005), REEE é um termo genérico que abrange as diversas formas de equipamentos eletroeletrônicos que tenham deixado de ter qualquer valor para seus proprietários, ou um tipo de resíduo gerado por um aparelho eletroeletrônico quebrado ou de utilização indesejada. A definição para REEE que tem sido mais utilizada no Brasil é a empregada pela legislação europeia (União Europeia, 2003) que os define como resíduos de equipamentos que são dependentes de correntes elétricas ou de campos eletromagnéticos para funcionar corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos e, ainda, aqueles equipamentos projetados para uso com uma tensão nominal não superior a 1.000 volts para corrente alternada e 1500 volts para corrente contínua.

Os REEE podem ser caracterizados em: (i) componentes de maior dimensão, como por exemplo, fios e cabos, placas de circuito impresso (PCI), tubos de raios catódicos (CRTs), baterias, dispositivos de iluminação, plásticos e motores (ou capacitores, compressores e transformadores); (ii) componentes da escala elementar ou química, que descreve o conteúdo químico de metais tóxicos e preciosos ou de outros produtos químicos inorgânicos, como por exemplo, o chumbo, o mercúrio, a prata e o ouro, e ainda, (iii) sobre os produtos químicos orgânicos, como, por exemplo, os retardantes de chama bromados (Townsend, 2011).

Na composição percentual dos materiais presentes nos REEE, Ongondo *et al.* (2011) afirmam que a diversidade dos tipos de materiais acaba por dificultar uma definição generalizada sobre a composição percentual de materiais presentes nestes resíduos. Porém, diversos estudos evidenciam cinco categorias de materiais: metais ferrosos, metais não ferrosos, vidros, plásticos e outros materiais. O ferro e o aço são os materiais mais comuns encontrados nos REEE, em função do peso, e respondem por mais da metade do peso total dos REEE. Em segundo lugar estão os plásticos, que representam 21% do peso dos REEE. Os metais não ferrosos, incluindo os metais preciosos, representam 13% do peso, com o cobre contabilizando 7% do peso total.

A literatura internacional sobre REEE dispõe de grande número e diversidade de pesquisas. Os estudos recentes têm direcionado seus esforços principalmente para três grandes áreas: (i) a situação corrente dos REEE e suas cadeias reversas em diferentes locais/países (Ongondo; Williams, 2011; Gomes; Barbosa-Povoa; Novais, 2011); (ii) relacionadas ao fluxo internacional de REEE e, em especial referente às práticas informais de reciclagem desses resíduos em países

asiáticos e africanos (Wang; Reuter, 2011; Ongondo; Williams; Cherrett, 2011) e; (iii) pesquisas sobre novas técnicas e procedimentos de reciclagem (Tunesi, 2011). Em relação a estes procedimentos e técnicas de reciclagem de REEE destacam-se as recentes pesquisas nacionais de Kasper *et al.* (2010; 2011) e Veit *et al.* (2008, 2009). Por sua vez, a literatura nacional localizada sobre a Gestão de REEE é escassa e se resume a um restrito número de dissertações, teses e artigos que pesquisam aspectos relacionados à Gestão dos REEE, (Miguez, 2007; Franco, 2008; Virgens, 2009; Lavez *et al.*, 2011; Santos e Silva, 2011; Santos, 2012; Kobal *et al.*, 2012).

Ainda que não exista vasta literatura nacional sobre esse tema, ele começa a se tornar cada vez mais relevante. Isto se justifica, principalmente, pelas pressões legais da PNRS e também por uma influencia significativa em torno das preocupações sobre a Sustentabilidade, devido às características dos materiais (tóxicos, químicos e metais nobres) presentes neste tipo de resíduo. Portanto, na próxima seção são discutidas as principais consequências da gestão dos REEE em relação às dimensões ambientais, sociais e econômicas.

## 2.2 A Gestão dos REEE e as Consequências Ambientais, Sociais e Econômicas

Os REEE, ao mesmo tempo em que possuem consequências socioambientais, podem gerar resultados econômicos, por conterem quantidades substanciais de materiais valiosos, que normalmente fornecem o incentivo monetário para a reciclagem e incluem metais como o cobre, o ouro, a prata ou o paládio, sendo este último encontrado em concentrações dez vezes maiores em PCI do que em minerais comercialmente extraídos (Betts, 2008).

Os principais impactos ambientais mencionados na literatura referem-se às emissões potenciais de toxinas das disposições de equipamentos eletrônicos em aterros e os impactos sobre os trabalhadores e as comunidades envolvidas em operações de reciclagem informal nos países em desenvolvimento. Em relação às emissões de toxinas, em função dos computadores conterem substâncias tóxicas, como chumbo, arsênio, mercúrio, ocorre a contaminação do solo, do ar e da água em função dos processos de extração caseiros (Williams *et al.*, 2008; Unesco, 2008).

Sobre os impactos sociais, alguns pesquisadores (Labuschagne; Brent; Claasen, 2005; Sarkis; Helms; Hervani, 2010) mencionam a geração de emprego decorrente das atividades de coleta e reciclagem dos REEE. Tong e Wang (2004) alegam que a reutilização e a reciclagem de um computador representam uma fonte de emprego importante nos países em desenvolvimento, principalmente para aqueles trabalhadores que estão à margem do mercado formal de trabalho. Ao reutilizar um computador, por exemplo, ocorre a geração de emprego na indústria de remodelação, além de atenuar a exclusão digital em comunidades de baixa renda, aumentando a acessibilidade a computadores por preços acessíveis. Outro impacto é a própria doação para entidades sem fins lucrativos e organizações de aprendizagem (Kahhat; Williams, 2009).

De acordo com a Unesco (2008) os benefícios econômicos dos REEE podem estar relacionados ao mercado de segunda mão, à criação de empresas de reciclagem e reutilização de equipamentos eletroeletrônicos e ao crescimento no preço das matérias primas. Os consumidores que não tem condições de comprar novos equipamentos acabam por movimentar o mercado de segunda mão dos equipamentos eletrônicos. Esta prática acaba por estender a vida útil dos equipamentos, que muitas vezes ainda possuem condições de uso. Da mesma forma, existem alternativas de negócios para empresas especializadas em reparar, reformar e atualizar tanto computadores pessoais quanto demais equipamentos eletrônicos relacionados, a fim de promover a reutilização destes produtos e prover o mercado com bons produtos a preços acessíveis.

Portanto, percebe-se que é importante estudar esta área no contexto nacional, pois as práticas de gestão dos REEE podem ter diversas, e muitas vezes perigosas, consequências para a Sustentabilidade. A próxima seção descreve os procedimentos metodológicos utilizados para analisar os usuários organizacionais sobre as suas formas de descarte dos REEE.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é classificada como qualitativa e de cunho exploratório por ter como finalidade a elaboração de uma visão geral acerca de um fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre o mesmo (Gil, 1994). O método utilizado para a sua realização foi o estudo de múltiplos casos, proposto por Yin (2001).

Para análise dos usuários organizacionais, foram pesquisados três casos: *Logistics Alpha* (nome fictício), Prefeitura Municipal de Porto Alegre e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A primeira organização foi selecionada por ser cliente de uma empresa que realiza a coleta, a segregação e o destino final de REEE. As outras duas organizações foram escolhidas por representarem os órgãos públicos em diferentes esferas, que são os maiores compradores e descartadores dos REEE do país. O quadro 01 sintetiza a descrição das organizações, o cargo e a identificação dos entrevistados, os instrumentos de coleta de dados e a data das entrevistas.

Organização/Local	Cargo	Identificação	Descrição da Organização	Instrumento	Data
<i>Logistics Alpha</i> (Canoas - RS)	Coordenadora de Sistemas Integrados de Gestão e Meio Ambiente	Entrevistado A	A empresa multinacional, objetiva realizar a gestão e a operação da cadeia de distribuição de seus clientes. A <i>Logistics Alpha</i> é cliente de uma organização coletora e segregadora de REEE.	Entrevista semiestruturada e observação direta	06 Fev. 2012
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	Administrador do Setor de Compras	Entrevistado B	Órgão Municipal responsável pelo gerenciamento dos bens municipais que não possuem mais utilização, dentre eles os REEE.	Entrevista semiestruturada e documentos	01 Fev. 2012
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre - RS)	Encarregada do Núcleo de Suporte à Informática	Entrevistado C	Unidade Acadêmica de Universidade Pública Federal.	Entrevista semiestruturada	09 dez. 2011
	Chefe da Seção de Recolhimento	Entrevistado D	Departamento de Patrimônio da UFRGS, responsável pelo descarte dos Equipamentos Eletrônicos.	Entrevista semiestruturada e observação direta	21 dez. 2011
	Coordenador de Gestão Ambiental	Entrevistado E	A Coordenadoria de Gestão Ambiental é responsável pelas atividades de capacitação, gerenciamento e planejamento ambiental da UFRGS.	Entrevista semiestruturada	05 mar. 2012

**Quadro 01 – Síntese das Organizações Pesquisadas**

Os roteiros semiestruturados tiveram como objetivo compreender o processo de gestão dos REEE. Assim, foram pesquisados aspectos tanto internos às organizações quanto em relação ao encaminhamento para o próximo elo da cadeia reversa deste resíduo. Os roteiros procuraram captar

dos entrevistados (todos eles em cargos de coordenação) quais tipos de resíduos são descartados pela empresa e o que a empresa faz com eles; quais são as características dos REEE descartados; como é realizado o armazenamento e o transporte dos resíduos/equipamentos e quais são os custos envolvidos. Estes dados foram complementados com relatórios e com duas observações diretas.

Para analisar os dados, inicialmente foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (2004). Essa técnica foi operacionalizada da seguinte forma: As entrevistas foram transcritas com o auxílio do *software F4* e, posteriormente, foi realizada a pré-análise e organização de todo o material coletado: transcrições, fotos e documentos coletados. Após, ocorreu a exploração do material, que consistiu na análise dos dados coletados de acordo com cada um dos objetivos específicos propostos. Assim, os dados foram analisados levando em consideração as seguintes categorias: Práticas organizacionais de gestão dos REEE e; Aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados à gestão dos REEE. Após esta apresentação dos procedimentos metodológicos, a próxima seção descreve os múltiplos casos desta pesquisa.

#### 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta inicialmente a gestão dos REEE na Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Após, são descritos os processos adotados pela UFRGS e pela *Logistics Alpha*. Por último, são analisadas as principais consequências ambientais, sociais e econômicas destas práticas organizacionais.

##### 4.1 A Gestão de REEE na Prefeitura Municipal de Porto Alegre

Na Prefeitura Municipal de Porto Alegre, o descarte de REEE é realizado pelo setor de Compras, que está subordinado à Secretaria Municipal da Fazenda (SMF). De acordo com o Entrevistado B, o Setor de Compras é responsável tanto pelo ingresso dos bens no patrimônio público quanto pelo próprio desfazimento destes bens após a sua utilização. A Prefeitura, como um todo, descarta aproximadamente 2.000 computadores e cada equipamento possui um tempo médio de utilização de seis anos. Entretanto, de acordo com o planejamento da SMF, a previsão é de que este período seja reduzido nos próximos anos: “Temos um planejamento onde a previsão é a cada três anos trocar o parque tecnológico” (Entrevistado B).

Uma das práticas da gestão de REEE verificadas na Prefeitura de Porto Alegre é a realocação dos equipamentos e a utilização de um *software* (chamado de “brique eletrônico”), que auxilia este processo:

“Temos um brique eletrônico. Ele é válido para toda a prefeitura. Alguém pode dizer: - ‘quero ver se tem algum equipamento disponível que eu estou precisando’. Esta pessoa vai lá no brique, olha (...) e pode solicitar este bem. Então, antes de ir para o descarte, é feita esta avaliação. O brique é um ‘comércio interno’ de remanejo, uma realocação. Neste sistema são descritas as características, o que está faltando, se tem ou não algum problema e, se for algum problema que é insanável, então ele vai para o descarte mesmo” (Entrevistado B)

Portanto, a existência de um *software* contribui e estimula a reutilização tanto dos equipamentos eletroeletrônicos, quanto de outros bens públicos. Especificamente em relação aos REEE, esta prática contribui para que sejam descartados apenas aqueles equipamentos mais antigos, e que possuem poucas condições de serem reutilizados. Dessa forma, todos os resíduos que não têm

mais condições de serem utilizados pelas Secretarias, Departamentos e Empresas do Município, inclusive os REEE, retornam para a área de Compras.

Segundo o Entrevistado B, existe um Corpo Técnico de Gestão de Estoques que faz a atividade de almoxarifado, recebendo estes bens e realizando os respectivos leilões. Os REEE são agrupados por tipo de equipamento, como por exemplo, lotes de computadores, de televisores e de videocassetes e, posteriormente, cada lote é leiloadado. Em 2011 foram realizados dois leilões contendo lotes de REEE, advindos de todas as Secretarias e Órgãos da Prefeitura. Em pesquisa no portal da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, foi localizado apenas um leilão (Processo 001.032492.11.1). O quadro 02 sintetiza três lotes (do total de catorze) que incluem REEE:

Lote N°	Composição do Lote	Quantidade Aproximada	Valor de Arremate do Lote
02	Aparelho de Raio-X, aparelho detector de batimentos cardíacos, aparelho para oxigênio em geral, aparelho sonar, bomba de infusão, cadeira odontológica, compressor odontológico, mesa cirúrgica, micromotor odontológico, microscópio, monitor de oxigênio ambiente.	358 peças	R\$ 2.800,00
10	Aparelho de som, aparelho de vídeo, aparelho de DVD, CD-player, central telefônica, fac-símile, fone, gravador, máquina fotográfica, mini system, projetores de iluminação, projetor de slides, rádio gravador, retroprojetor, televisor em geral, toca-discos e videocassete.	265 peças	R\$ 500,00
14	CPU, monitor, teclados, mouse, cabos, impressora, nobreak, servidor, scanner, estufa, multifuncional e fotocopiadora.	930 peças	R\$ 1.400,00

**Quadro 02 – Lotes de REEE Leiloados pela SMF de Porto Alegre**

Fonte: Anexo 01 do Leilão 01/2011 SMF Porto Alegre – Processo 001.032492.11.1

Portanto, leilões de REEE como estes proporcionam o ingresso de recursos financeiros aos cofres públicos e isto corrobora com os princípios da Unesco (2008), relacionados ao mercado de segunda mão, e ao estímulo à criação de empresas de reciclagem e reutilização de equipamentos eletroeletrônicos. Todavia, os valores financeiros obtidos podem ser considerados insignificantes quando comparados ao orçamento do município e aos gastos com investimentos em novas tecnologias.

As organizações que arrematam estes lotes, segundo o Entrevistado B, na sua grande maioria têm como atividade a própria reutilização dos componentes, que são retirados dos REEE leiloados: Na grande maioria dos casos os lotes são arrematados por empresas do ramo de sucatas, mas pessoas físicas também se mostram interessados em alguns lotes.

Ao ser questionado sobre o motivo de não devolver os REEE para os fabricantes, o Entrevistado B alega que: “Este produto pode ser transformado em receita. Então, ele pode ter um valor residual que retorna aos cofres públicos. Por que vamos devolver aos fabricantes se isso é dinheiro?” (Entrevistado B). Entretanto, para evitar que ocorram descartes em locais impróprios ou a reutilização indevida destes equipamentos, a Prefeitura faz algumas exigências ambientais aos arrematadores, como a apresentação de certificados e a assinatura de declarações, onde o comprador se responsabiliza pelos bens que está adquirindo, principalmente em relação aos procedimentos de descarte.

Portanto, acaba sendo simples a compreensão de que os resíduos gerados pelas Secretarias e Órgãos da Prefeitura, ao serem gerenciados pela Secretaria da Fazenda, tenham como finalidade a geração de recursos financeiros, pois este é objetivo desta Secretaria: “Então é natural que a SMF queria vender (...) e não devolver este insumo para o fornecedor, pois ele não nos dá desconto por isto. Muito pelo contrário, ele nos cobra para recolher” (Entrevistado B).

Todavia, uma das possibilidades de destino ocasionado por estas práticas refere-se à utilização de equipamentos eletroeletrônicos que foram arrematados em um leilão da Prefeitura Municipal de Porto Alegre para a produção de máquinas caça-níqueis:

“Houve uma denúncia e foi feita uma fiscalização. Havia uma suspeita que a empresa estava produzindo máquinas caça-níqueis. E com que equipamentos ele montou tudo aquilo? Supostamente com os equipamentos que comprou no leilão. Como a empresa havia assinado o termo que previa que ela seria punida civil e criminalmente, então a fiscalização pode atuar. A fiscalização é corretiva. Não se faz uma fiscalização preventiva” (Entrevistado B).

Portanto, verificou-se que no caso dos REEE da prefeitura do município de Porto Alegre, estes resíduos leiloados não são enviados diretamente para a reciclagem. Grande parte deles retorna para o mercado secundário, aumentando assim o seu tempo de utilização. Dessa forma, embora existam preocupações legais como a responsabilização dos compradores sobre o descarte e a devida utilização dos bens arrematados, o poder público não tem condições de fiscalizar todos estes REEE que retornam ao mercado secundário. Isto impede conclusões acerca do real destino destes resíduos e abre margem para ocorrências pontuais de contravenção social.

#### 4.2 A Gestão de REEE na UFRGS

Nesta organização, o descarte de REEE é operacionalizado pelo Departamento de Patrimônio (DEPAT). Segundo o chefe do setor de recolhimento da UFRGS (Entrevistado D) os principais REEE recebidos são os equipamentos de informática, como CPUs, monitores, nobreak, estabilizadores e periféricos. Esta informação é confirmada pelo coordenador de Gestão Ambiental da UFRGS (Entrevistado E), em função do ensino ser a atividade fim da organização: “O grande volume, são computadores, teclados, periféricos, vídeo. Isto representa 99% da carga”.

Segundo o Entrevistado D, as unidades acadêmicas solicitam a baixa dos equipamentos e o Setor de Recolhimento efetua o transporte até o depósito central. Após isso: “Eles ficam armazenados um tempo, e primeiro a gente tenta fazer a redistribuição interna. Essa redistribuição nunca acontece, porque quando estes materiais vêm pra cá, já estão obsoletos, e não vão proporcionar nenhum uso (Entrevistado D)”. A próxima etapa é enviar uma listagem dos equipamentos e de suas características para a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), vinculada ao Ministério do Planejamento. Portanto, as decisões sobre o destino dos REEE são tomadas em Brasília: “Existe um decreto que obriga os órgãos públicos federais a mandarem uma listagem dos REEE para Brasília, na SLTI” (Entrevistado D).

A SLTI, por sua vez, gerencia o “Programa Computadores Para Inclusão”, que tem como objetivo coordenar a doação de equipamentos de informática de órgãos públicos, empresas e cidadãos e destinar essas doações para os Centros de Recondicionamento de Computadores (CRCs). De acordo com o Chefe do Setor de Recolhimento, a SLTI faz uma análise da listagem de equipamentos enviada e informa a UFRGS sobre qual decisão tomar em relação ao descarte dos REEE: doações para o CRC ou a comercialização via leilão.

A decisão da SLTI para os resíduos gerados em 2011 foi a de não realizar a doação: “Este ano a SLTI não quis doar para o CRC. O material estava muito obsoleto e não teria condições de uso. Mas a última doação (em 2010) para o CRC foi de 7.500 peças” (Entrevistado D). Embora ambos entrevistados não tivessem dados concretos da quantidade de REEE descartados anualmente

pela Universidade, o total de REEE coletado durante o ano de 2011 e que estava armazenado e seria enviado para o leilão, era de 5.383 peças, com um lance mínimo de R\$ 20.000,00. De acordo com o Entrevistado D, o lote foi arrematado no leilão pelo valor mínimo de R\$ 20.000,00. O entrevistado alegou não ter as informações sobre o destino, pois estavam arquivadas em processo interno. Também não foram localizadas informações nos sites da UFRGS sobre o destino final dos REEE. Sobre este valor arrecadado, o Entrevistado E faz uma reflexão sobre os custos da realização de um leilão em relação aos retornos econômicos deste: “Qual é o custo que nós temos para fazer o leilão? O que a gente arrecada realmente justifica ou não entregar este material para uma estrutura, como a da coleta seletiva?” (Entrevistado E).

Sobre as possibilidades de melhoria no processo de descarte da UFRGS, os entrevistados apresentam duas alternativas que se complementam. Para o Entrevistado D: “Deveria ter a manutenção dentro da Universidade. Na verdade a gente pega da unidade, coloca na prateleira e deixa lá. Não sabemos se ele está funcionando ou não, se seria só trocar alguma placa para funcionar, a gente não sabe por que é que ele foi descartado” (Entrevistado D). Esta constatação é confirmada pela Entrevistada C, que é Encarregada do Núcleo de Suporte à Informática de uma das Unidades Acadêmicas da UFRGS, ao afirmar que o tempo médio de utilização dos computadores em sua unidade é de cerca de três anos, e que aproximadamente 85% dos computadores descartados ainda têm condições de serem usados:

“Atualmente os computadores ainda podem ser utilizados. Porque com três anos são equipamentos que ainda estão em condições de uso, mas não atendem mais as necessidades da nossa Unidade Acadêmica, mas poderiam atender as necessidades de outra Unidade. Temos um problema na universidade! Estes computadores são encaminhados para a sucata, mas eles ainda não são sucata” (Entrevistada C).

A Entrevistada C reconhece que o processo ideal seria, antes de solicitar a baixa deste equipamento, procurar uma realocação interna em outros departamentos da Universidade. Entretanto, por uma limitação de pessoal e de tempo, os equipamentos que ainda poderiam ser utilizados, são encaminhados para o Depósito Central do Patrimônio da UFRGS. E esta informação é relevante quando analisada em relação ao volume de REEE gerado por esta Unidade Acadêmica, tendo em vista que foram descartados em 2011 aproximadamente 100 computadores, do total de 350. Portanto, são cerca de 100 computadores em condições de uso que são enviados para um depósito, para serem posteriormente leiloados como sucata.

Entretanto, os dados coletados nos permitem fazer uma análise em relação a algumas falhas no processo de descarte da UFRGS. Inicialmente, não existe um controle rigoroso em relação ao que é ou não é sucata. Em segundo lugar, embora exista um “filtro” realizado pela análise da SLTI, com vistas à uma reutilização e inclusão social, em relação ao destino destes equipamentos (leilão ou doação), existe ainda um ponto a ser questionado: até que ponto todas as 5.383 peças são realmente sucatas? Segundo o depoimento da Encarregada do Núcleo de Suporte à Informática de uma das unidades acadêmicas da UFRGS, a grande maioria dos 100 equipamentos da sua unidade poderia continuar sendo utilizado pela Universidade.

#### **4.3 A Gestão de REEE na *Logistics Alpha***

Na *Logistics Alpha* o descarte de REEE é coordenado e operacionalizado pelo Setor de Sistemas Integrados de Gestão e Meio Ambiente (SIG), que responde pelas normas ISO 9001, ISO 14001, OSHA 18001 e também é responsável pela área de Meio Ambiente da organização. De

acordo com a coordenadora do setor (Entrevistada A), os REEE gerados, em sua grande maioria são Computadores (CPU), monitores, nobreaks, periféricos, teclados, mouses e telefones. Em relação ao descarte dos REEE, a empresa adota as seguintes práticas: Inicialmente, o Departamento de Tecnologia da Informação faz uma verificação no equipamento e, se ele não tem mais condições de ser utilizado, ele recebe a baixa do patrimônio, sendo encaminhado para a área de descarte, uma sala específica para este tipo de resíduo, que funciona como um depósito temporário. Segundo a Entrevistada A: “Quando tem uma quantidade razoável para descartar, entramos em contato com a empresa Reverse Resíduos Tecnológicos, que vem aqui coletar. Fazemos o MTR [Manifesto de Transporte de Resíduos], a nota fiscal, e então mandamos para a reciclagem. Nada de reaproveitamento” (Entrevistada A). Especificamente em relação ao ano de 2011, foram gerados 240 quilos de REEE. O descarte destes resíduos, que foi realizado pela empresa Reverse Resíduos Tecnológicos gerou um custo de aproximadamente R\$ 1.000,00 para a *Logistics Alpha*.

O que motiva a *Logistics Alpha* a destinar estes equipamentos para um fornecedor que cobra para receber os REEE são as exigências da ISO 14001 e as auditorias dos clientes para os quais a *Logistics Alpha* presta serviço: “A gente faz o descarte correto muito influenciado pela ISO 14001 e pelas auditorias de clientes. Temos um cliente que quer saber para onde a gente está mandando os nossos resíduos. (...) Mas o que motiva mesmo hoje é o mercado, é o mercado e a certificação” (Entrevistada A).

Segundo a Entrevistada A, diversos aspectos levaram a *Logistics Alpha* a decidir pela prestação de serviços da Reverse Resíduos Tecnológicos. Por exemplo, a Reverse foi a primeira empresa a enviar um comunicado sobre sua área de atuação em descarte de REEE. “Eu verifiquei e (...) ‘peguei’, pois gostei do trabalho deles” (Entrevistada A). O segundo motivo foram as certificações e os licenciamentos que são apontados como um diferencial da Reverse Resíduos Tecnológicos em relação às outras empresas do ramo:

“Eles têm o licenciamento de operação para fazer o descarte, têm licença de operação para desmontar os resíduos, licença de operação para destinar os resíduos para fora do estado, que é o caso dos monitores que eles mandam para fora do Rio Grande do Sul. Eles têm Licença de Operação para transporte de carga perigosa, a certificação do IBAMA e também a ISO 14001. Para nós da *Logistics Alpha* isso é um diferencial” (Entrevistada A).

O terceiro motivo está relacionado à confiança na Reverse: a garantia e a certeza, por parte da *Logistics Alpha*, de que os REEE serão destinados à reciclagem, pois todos os receptores e recicladores que irão receber os REEE da Reverse são auditados. Desta forma, os REEE não serão destinados de forma ambientalmente inadequada e por este motivo a empresa se dispõe a pagar pela prestação de serviços da Reverse Resíduos Tecnológicos:

“O que levou a gente a contratar esta empresa, não foi só o preço. Na verdade têm empresas que coletam os resíduos eletrônicos de graça. Mas sabe se lá onde que eles vão parar? Ouvi falar que eles coletam o resíduo, vendem a placa eletrônica e descartam o resto do computador num aterro. Isto não me serve! A Reverse não faz isto, todo o resíduo tem uma destinação correta” (Entrevistada A).

A Entrevistada A alerta que esta decisão, de pagar para realizar o descarte de REEE, um resíduo que possui valor de mercado, não é uma decisão de simples compreensão por parte das demais áreas da *Logistics Alpha*. São constantes as cobranças das outras áreas, principalmente a

área financeira sobre esta decisão. Ela ilustra um diálogo constantemente vivenciado, no qual o gerente financeiro a indaga sobre a contratação do serviço de descarte de REEE: ‘Ah, mas o ‘Zé’ não cobra nada para coletar. Porque é que nós vamos pagar para outra empresa coletar se o ‘Zé’ não cobra nada?’. Para a Coordenadora, é neste momento em que é preciso argumentar, apresentando uma visão mais ampla das consequências destas decisões:

"Nós vamos descartar na Reverse por causa disso e disso! O ‘Zé’ não tem isso e nem isso! Podemos mandar os resíduos para quem temos certeza que vai dar a destinação correta, ou mandar para o ‘Zé’, e ele pegar o que lhe interessa e o restante largar na beira do rio” (Entrevistada A).

Portanto, a decisão da *Logistics Alpha* leva em consideração as questões de mercado, onde o atendimento de alguns requisitos exigidos pelos clientes pode significar a manutenção destes no portfólio da empresa. Com isso, verifica-se que as pressões de mercado são fundamentais para estas práticas de descarte de REEE. Isso faz com que a empresa procure fornecedores (e se disponha a pagar pela prestação de serviço) que tenham certificações, como a ISO 9001, e o pleno atendimento às exigências legais e ambientais de operação e transporte de REEE.

#### **4.4. Análise das Consequências Ambientais, Sociais e Econômicas**

A descrição das práticas de gestão dos REEE destas três organizações permite a realização de uma análise com ênfase nas consequências ambientais, sociais e econômicas geradas por cada uma destas empresas. Além disso, é possível realizar uma análise comparativa entre as diferentes práticas organizacionais e as diferentes consequências em relação à Sustentabilidade.

As práticas adotadas pela Prefeitura Municipal permitem a constatação de consequências econômicas, como resultado financeiro gerado pelos leilões, e que confirmam os conceitos da Unesco (2008) sobre criação de empregos e a própria geração de receita para os cofres públicos. Entretanto, cabe discutir sobre as reais vantagens desta prática para a sociedade sob a perspectiva da Sustentabilidade como um todo, tendo em vista que um monte financeiro muito baixo foi convertido para os cofres públicos em detrimento da não garantia de um destino adequado dos REEE, que irão retornar para o mercado de segunda mão. E, ao ingressar neste mercado, são infinitas as possibilidades de destino, principalmente quando não há um mecanismo ativo de controle e de fiscalização.

Sobre as consequências ambientais, embora não se possa afirmar que existam emissões de toxinas e as contaminações do solo e das águas, conforme Williams *et al.* (2008), esta hipótese não pode ser descartada, tendo em vista que não se conhece o real destino destes REEE. Ainda sobre as consequências ambientais, convém mencionar que o “brique eletrônico” permite melhor utilização dos recursos naturais, uma vez que proporciona um aumento no tempo de utilização dos equipamentos via reutilização interna, e isto prorroga temporariamente a aquisição de novos produtos eletroeletrônicos. Da mesma forma, os REEE leiloados movimentam um mercado que gera empregos e isso também representa uma consequência social. Entretanto, o que chama a atenção é a ocorrência (esporádica) de uma contravenção social. Ou seja, existe uma possibilidade de ocorrer uma consequência social que pode ser prejudicial à própria sociedade: um bem público que foi leiloadado vir a ser transformado em uma máquina caça-níqueis.

Em relação aos procedimentos realizados pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em um primeiro momento, pode-se perceber que a prioridade é a doação dos equipamentos para os Centros de Recondicionamento de Computadores, e desta forma, ocorre um incentivo para o

aumento de vida útil dos equipamentos e ainda proporciona a inclusão digital, o que corrobora com Tong e Wang (2004) e Kahhat e Williams (2009). Entretanto, em determinadas situações, a prática de gestão de REEE dá preferência à valorização econômica dos resíduos. Novamente, a prática de geração de receita econômica via leilão, aliado a ausência de mecanismos de controle sobre o destino dos REEE não certificam o descarte ambientalmente correto e impede análises conclusivas sobre as reais consequências destes resíduos, uma vez que não existem dados sobre os elos seguintes da cadeia reversa.

Por sua vez, a gestão de REEE adotado pela *Logistics Alpha* está relacionada às práticas de reciclagem, redução de utilização de matérias-primas virgens. As principais consequências ambientais estão na garantia da não contaminação do solo, do ar e da água. Estas práticas contribuem para a minimização dos impactos ambientais, conforme argumentam Sarkis *et al.* (2010). Estas consequências são resultado de pressões do mercado e de normas como a ISO 14001. Os aspectos sociais e econômicos acabam emergindo de forma indireta, tendo em vista que, na dimensão social ocorre a geração de empregos nas organizações de coleta, segregação e reciclagem e, economicamente, ocorre a manutenção dos clientes da própria *Logistics Alpha*. Portanto, mesmo que a empresa tenha um custo para descartar os REEE, a empresa percebe que isto é fundamental tanto nos aspectos ambientais quanto econômicos. Estes achados corroboram com os estudos de Leite (2006) sobre os fatores que motivam a Logística Reversa, principalmente os relacionados à imagem corporativa, tendo em vista que a *Logistics Alpha* presta serviço para algumas empresas que exigem práticas ambientalmente corretas em função de suas imagens corporativas. Desta forma, após a descrição e discussão das consequências à sustentabilidade das práticas destas organizações, o quadro 03 apresenta uma síntese destas consequências analisadas:

Organizações	Consequências Ambientais, Sociais e Econômicas da Gestão dos REEE		
	Ambiental	Social	Econômica
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	Ausência de controle sobre o destino dos REEE após o leilão  Estímulo ao aumento da vida útil dos equipamentos eletrônicos	Reutilização de componentes  Reutilização de equipamentos para produção de máquinas caça-níqueis	Ingresso de receita com leilão dos REEE
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Ausência de controle sobre o destino dos REEE após o leilão	Inclusão social  Reutilização de computadores	Ingresso de receita com leilão dos REEE
<i>Logistics Alpha</i>	Não contaminação do solo, do ar e da água  Estímulo à reciclagem e a recuperação dos materiais dos REEE	Estímulo à cadeia reversa dos REEE e a geração de empregos formais	Custos com o descarte dos REEE

**Quadro 03 – Síntese das Consequências Ambientais, Sociais e Econômicas da Gestão dos REEE**

Os dados individuais destas organizações permitem que se faça uma análise destas práticas sob uma perspectiva mais abrangente. Os benefícios econômicos, gerados pelo ingresso de receita via leilão dos REEE, obtido tanto pela UFRGS quanto pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre, é

realizado com a ausência de controle e fiscalização dos próximos elos da cadeia reversa dos REEE. Embora existam tentativas legais de responsabilização das empresas compradoras, na prática não existem procedimentos nem mecanismos de fiscalização e de localização dos resíduos nas etapas seguintes da cadeia reversa: coleta, reuso, segregação, destino final e reciclagem. Cabe ressaltar que nesta análise, o principal entrave não é a comercialização em si (pois os REEE são compreendidos pela legislação como bens que possuem valor econômico e, por isto, devem gerar receita aos cofres públicos), mas sim a falta de garantias sobre o real destino e as reais consequências ambientais e sociais geradas por estes resíduos. Em contrapartida, a *Logistics Alpha* mesmo tendo custos com o descarte dos REEE percebe que isto representa a manutenção de seus clientes, a garantia da não contaminação dos recursos naturais e um estímulo à estruturação de uma cadeia reversa formalizada e com foco em normas e processos, como as certificações ISO 9001 E ISO 14001.

Dentre as boas práticas constadas, são interessantes os resultados do software (brinquete eletrônico) da Prefeitura Municipal de Porto Alegre que gerencia e estimula a reutilização de seus bens e amplia a vida útil dos produtos. Por sua vez, a *Logistics Alpha* realiza a análise de todos os equipamentos eletroeletrônicos antes de dar baixa em seu patrimônio e, dessa forma, gerencia internamente de forma eficiente seus equipamentos. Tal fato não é verificado na UFRGS. Portanto, o gerenciamento interno dos equipamentos eletrônicos é um aspecto inicial a ser considerado, e que deve ser complementado com o controle externo, representado pelos próximos elos da cadeia reversa dos REEE.

No que se refere às consequências sociais é relevante a iniciativa da SLTI ao destinar os REEE de órgãos públicos para os Centros de Recondicionamento de Computadores e estimular a ampliação da vida útil dos equipamentos, a Inclusão Social e o destino correto (pois os CRCs gerenciam tanto os equipamentos doados, quanto os resíduos gerados em seus processos de remanufatura). E de uma forma geral, as três organizações acabam estimulando (cada uma à sua maneira) a cadeia reversa formal e informal dos REEE.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi analisar as práticas de gestão dos REEE de três usuários organizacionais, relacionando estas práticas com as consequências nas dimensões ambientais, sociais e econômicas. Com a análise dos resultados, a pesquisa destacou importantes contribuições para a discussão desta temática no contexto nacional.

Em relação às consequências ambientais, sociais e econômicas, a pesquisa identificou que a comercialização dos REEE é uma prática recorrente entre os usuários organizacionais pesquisados. Entretanto, estes resíduos podem ser utilizados pelos compradores tanto para finalidades lícitas quanto ilícitas, como no relato da montagem de máquinas caça-níqueis, que foram produzidos com peças leiloadas pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre, mesmo ocorrendo uma preocupação da Prefeitura em tentar coibir ações como estas com mecanismos de responsabilização dos arrematadores. Decisões de recuperar o valor econômico de bens poderiam ser tomadas com uma análise que não considere apenas o parâmetro econômico. Portanto, as legislações que conduzem os órgãos públicos para recuperação de valor financeiro deveriam incluir obrigações legais e que considerem aspectos sociais e ambientais e, além disso, é extremamente importante a criação de mecanismos de controle destes resíduos nos próximos elos da cadeia reversa que garantam e assegurem a efetiva fiscalização após os leilões dos órgãos públicos.

Por outro lado, foram constatadas ações de correto descarte, onde, motivada por fatores externos (pressão do próprio mercado e de seus clientes) a *Logistics Alpha* se propõe a realizar o pagamento para descartar os seus REEE, evitando o contato destes resíduos com o meio ambiente e

introduzindo-os exclusivamente em processos reversos que tenham como destino final de reciclagem. Este procedimento também é exigido pela adoção de normas, como a ISO 9001 e ISO 14001, pois estas certificações orientam os procedimentos a serem adotados pelas organizações em relação aos seus resíduos, tanto internamente quanto em relação ao destino final. Ao comparar as ações da organização privada com as ações dos órgãos públicos, constata-se que os custos da *Logistics Alpha* com os REEE auxiliam a manter os clientes e estes geram receita para a *Logistics Alpha*. Por outro lado, as receitas geradas pela Prefeitura Municipal e pela UFRGS podem gerar inúmeros impactos ambientais, como os citados por Williams *et al.* (2008) e Unesco (2008).

Outro aspecto relacionado à gestão dos REEE refere-se ao órgão responsável pela sua gestão: Na *Logistics Alpha* é gerenciado pelo Setor de Meio Ambiente. Na Prefeitura Municipal de Porto Alegre é gerenciado pela Secretaria da Fazenda, e, na UFRGS as decisões são tomadas pela Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Fica perceptível o viés das decisões de gestão dos REEE de cada órgão de acordo com seus objetivos organizacionais: os objetivos de um órgão financeiro, por exemplo, é gerar receita. Já em um setor de meio ambiente, o objetivo é de minimizar os impactos ambientais da organização, mesmo que isto resulte em investimentos financeiros. Isto significa que a decisão sobre qual departamento organizacional deve gerir os REEE é estratégica e fundamental para a definição das consequências ambientais, sociais e econômicas decorrentes destas práticas. Os resultados desta pesquisa sugerem que as decisões organizacionais sobre a gestão dos REEE sejam tomadas em conjunto, avaliando aspectos financeiros, ambientais, legais e de mercado e, por este motivo, sejam formadas equipes multifuncionais com gestores de diversos setores organizacionais: jurídico, financeiro, meio ambiente e marketing, por exemplo.

E para que isto ocorra são necessários profissionais que tenham uma visão sistêmica sobre os impactos e as consequências que as suas decisões irão gerar nas práticas de gestão dos REEE, tanto no meio ambiente, quanto na sociedade. Ou seja, embora o nível de análise desta pesquisa tenha foco no nível organizacional são os indivíduos que tomam decisões e gerenciam os resíduos. Portanto, não apenas os Setores de Meio Ambiente devem ter preocupação com as dimensões ambientais, sociais e econômicas. É necessário, por exemplo, que a temática ambiental e social esteja presente de forma mais enfática tanto dentro de outros departamentos organizacionais, como financeiro, jurídico, marketing, contabilidade, produção e gestão, quanto de forma mais consistente nas atitudes individuais dos gestores destes departamentos.

Dentre as limitações da pesquisa, convém relembrar que, por se tratar de um estudo de casos múltiplos, os resultados da pesquisa não podem ser generalizados. Por isso, sugere-se a realização de pesquisas do tipo Survey, com uma amostra representativa de algum setor produtivo, de algum recorte geográfico ou estudos sobre gestão de REEE relacionados a diferentes tamanhos de organizações.

Outra necessidade de pesquisa refere-se às estimativas sobre as quantidades de REEE gerados por usuários, tanto residenciais quanto organizacionais, pois são escassos os estudos nacionais sobre o assunto. Tais pesquisas avançariam de forma relevante o conhecimento desta área que necessita de novos e diversificados estudos, principalmente no contexto nacional, que carece de estudos sobre os REEE.

### REFERÊNCIAS

Associação Brasileira Da Indústria Eletro E Eletrônica. (2011) *Panorama Econômico e Desempenho Setorial 2011*. Março de 2011. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/pan2011.pdf>>. Acesso em 26 de Março de 2012.

- Bardin, L. (2004) *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Betts, K. (2008) Producing usable materials from e-waste. *Environmental Science Technology*. v. 42, p. 6782–6873.
- Brasil. (2010) Lei n. 12.305, de 02 de Agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em 05 de Agosto de 2010.
- Franco, R. G. F. (2008) *Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos para o Município de Belo Horizonte*. 2008, 162p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- Gil, A. C. (1994) *Métodos e técnicas de Pesquisa Social*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Gomes, M. I.; Barbosa-Povoa, A. P.; Novais, A. (2011) Q. Modeling a recovery network for WEEE: A case study in Portugal. *Waste Management*, v. 31, n. 7, p. 1645-1660.
- Gonçalves-Dias, S. L. F.; Teodósio, A. dos S. de S. (2006) Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. *Produção*. v. 16, n. 3, p. 429-441, Set./Dez.
- IDC Brasil. (2012) *Brazil Quarterly PC Tracker*. Disponível em: <[http://www.idclatin.com/products\\_analyses\\_map.asp?ctr=bra&cont=35](http://www.idclatin.com/products_analyses_map.asp?ctr=bra&cont=35)>. Acesso em Mar. 2012.
- Kahhat, R.; Williams, E. (2009) Product or waste? Importation and end-of-life processing of computers in Peru. *Environmental Science & Technology*, v. 43, n. 15, p. 6010-6.
- Kasper, A. C.; Berselli, G. B. T.; Freitas, B. D.; Tenório, J. A. S.; Bernardes, A. M.; Veit, H. M. (2011) Printed wiring boards for mobile phones : Characterization and recycling of copper. *Waste Management*, v. 31, n. 12, p. 2536-2545.
- Kasper, A. C.; Berselli, G. B. T.; Freitas, B. D.; Bernardes, A. M.; Veit, H. M. (2010) Estudo da Reciclagem das Blendas PC+ABS e PC+ABS+EPÓXI provenientes de Sucatas Eletrônicas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 16, p. 26-35.
- Kobal, A.B.; Santos, S. M. dos; Soares, F. de A. Cadeia de Suprimento Verde Como Apoio A Sustentabilidade Ambiental: os desafios do setor do lixo eletrônico. In: *XV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*, 2012, São Paulo, SP. Anais.
- Labuschagne C.; Brent A. C.; Claasen S. J. (2005) Environmental and social impact considerations for sustainable project life cycle management in the process industry. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. v. 12, p. 38–54.
- Lavez, N.; Souza, V. M. De; Leite, P. R. (2011) O Papel da Logística Reversa no Reaproveitamento do Lixo Eletrônico – Um Estudo no Setor de Computadores. *Revista de Gestão Social e Ambiental*. v. 5, n. 1, p.15-32.
- Leite, P. R. (2006) *Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade*. 2. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Miguez, E. C. (2007) *Logística Reversa de Produtos Eletrônicos: Benefícios Ambientais e Financeiros*. 2007, 93p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – UFRJ.
- Ongondo, F. O.; Williams, I. D. (2011) Mobile phone collection, reuse and recycling in the UK. *Waste Management*, v. 31, n. 6, p. 1307-1315.
- Ongondo, F. O. Williams, I. D.; Cherrett, T. J. (2011) How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. *Waste Management*, v. 31, n. 4, p. 714-730.
- Rogers, D. S.; Tibben-Lembke, R. S. (1998) *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. University of Nevada Reno: Center for Logistics Management. Disponível em <<http://www.rlec.org/reverse.pdf>> Acesso em 22 de Setembro de 2010.

- Santos, C. A. F. dos; Silva, T. N. da. (2011) Descompasso entre a Consciência Ambiental e a Atitude no Ato de Descartar Resíduo Eletrônico: a perspectiva do usuário residencial e de uma empresa coletora In: *XXXIV Encontro Nacional De Programas De Pós-Graduação Em Administração Da Anpad*, 2011, Rio de Janeiro, RJ. Anais. Rio de Janeiro, 2011. 1 CD-ROM.
- Santos, C. A. F. dos. (2012) *A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos e Suas Consequências Para a Sustentabilidade: um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de porto alegre*. 2012, 131p. (Mestrado em Administração) – UFRGS. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/55137>>. Acesso em 05 de Setembro de 2012.
- Sarkis, J.; Helms, M. M.; Hervani, A. A. (2010) Reverse Logistics and Social Sustainability *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. v.17, p. 337–354.
- Tong, X.; Wang, J. (2004) Transnational Flows of E-Waste and Spatial Patterns of Recycling in China. *Eurasian Geography and Economics*. v. 45, n. 8, p. 608–621.
- Townsend, T. G. (2011) Environmental issues and management strategies for waste electronic and electrical equipment. *Journal of the Air and Waste Manag. Assoc.* v. 61, n. 6, p. 587-610.
- Tunesi, S. (2011) LCA of Local Strategies For Energy Recovery From Waste in England, Applied to a Large Municipal Flow. *Waste Management*, v. 31, n. 3, p. 561-57.
- United Nations Educational Scientific And Cultural Organization. Unesco. (2008) *The Entrepreneur's Guide to Computer Recycling*. v. 1.
- União Europeia. (2003) Directive 2002/96/EC of the European Parliament and the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Official Journal of the European Union*, Luxemburg, v. 46, p. 24–39.
- United Nations Environment Program. (2009) *Recycling – From e-waste to Resources*. Disponível em: <[http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste\\_publication\\_screen\\_FINALVERSION-sml.pdf](http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf)>. Acesso em 02 de Junho de 2010.
- Veit, H. M.; Bernardes, A. M.; Kasper, A. C.; Andrade, P. A.; Costa, R. C. (2009) Caracterização de sucatas eletrônicas provenientes de baterias recarregáveis de íons de lítio, telefones celulares e monitores de tubos de raios catódicos. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 12, p. 14-22.
- Veit, H. M.; Bernardes, A. M.; Bertuol, D. A.; Oliveira, C. T. (2008) Utilização de processos mecânicos e eletroquímicos para reciclagem de cobre de sucatas eletrônicas. *Revista Escola de Minas*, v. 61, p. 159-164.
- Virgens, T. A. N. das. (2009) *Contribuições para a Gestão dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Ênfase nos Resíduos Pós-Consumo de Computadores*. 2009, 197p. (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – UFBA – Escola Politécnica.
- Widmer, R.; Oswald-Krapf, H.; Sinha-Khetriwal, D.; Schnellman, M.; Böni, H. (2005) Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 25, p. 436-458.
- Williams, E.; Kahhat, R.; Allenby, B.; Kavazanjian, E.; Kim, J.; Xu, M. (2008) Environmental, Social, and Economic Implications of Global Reuse and Recycling of Personal Computers. *Environmental Science & Technology*, v. 42. n. 17, p. 6446-6454.
- Yin, R. K. (2001) *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman.