A LOGÍSTICA REVERSA DO LIXO TECNOLÓGICO: UM ESTUDO SOBRE A COLETA DO E-LIXO EM UMA IMPORTANTE UNIVERSIDADE BRASILEIRA

Omar El Faro

Mestre em Administração pela Universidade de São Paulo – FEA/USP/RP

omar.elfaro@gmail.com

Rogério Cerávolo Calia

Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo – USP

Professor na Universidade de São Paulo – USP

rogeriocalia@gmail.com

Victor Hugo Gomes Pavan

Técnico em Informática da Universidade de São Paulo – USP

victor@fearp.usp.br

RESUMO

É cada vez maior a preocupação com o destino correto do lixo no mundo inteiro. Neste trabalho, estudou-se o processo de coleta, especificamente, do lixo eletrônico numa importante universidade pública brasileira. Com o objetivo de mapear, compreender e descobrir o que poderia ser feito para melhorar a eficiência do atual sistema de coleta, foram feitas entrevistas com funcionários envolvidos com a questão do lixo eletrônico nas diversas faculdades de um dos *campus*. Na análise dos resultados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo. Do ponto de vista teórico, este trabalho contribuiu para suprir uma escassez de estudos envolvendo logística reversa de equipamentos eletrônicos em universidades.

Palavras-chave: *Campus* sustentável; Lixo eletrônico; Logística reversa; Sustentabilidade.

THE REVERSE LOGISTIC OF E-WASTE: A STUDY ABOUT THE COLLECTION OF E-WASTE AT AN IMPORTANT BRAZILIAN UNIVERSITY

ABSTRACT

In many places, it is important to think about the correct destination of e-waste. In this paper, we studied the data collection process of an important Brazilian university. With the goal of mapping, comprehending and discovering what could be done to improve the actual process of collection, we conducted interviews with computer maintenance workers from the university and completed content analyses of their responses. From the theoretical point of view, this work contributed to addressing the scarcity of research involving reverse logistics and the collection of e-waste on the university campus.

Keywords: Electronic waste; Green campus; Reverse logistics; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o texto “*New trends in innovation change the way companies do business*” (2011), há cinco grandes indicadores ambientais que as empresas que desejam se tornar verdes precisam considerar: redução da emissão de gases do efeito estufa; do consumo de energia; do uso de água ou da poluição dos recursos hídricos; descarte do lixo; e uso de outros recursos. Desses cinco indicadores, este artigo trata do descarte do lixo, especialmente o lixo eletrônico, em uma importante universidade pública brasileira.

Em nível mundial, estima-se que a cada ano são fabricados 40 milhões de toneladas de lixo tecnológico, uma quantidade de lixo que, se fosse colocada em vagões de trem, formaria um comboio cujo comprimento seria equivalente a uma volta em torno da Terra (Vieira; Soares; Soares, 2009).

Do ponto de vista legal, a logística reversa de lixo eletrônico se ampara na lei federal nº 12.305, que obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de eletrônicos a criar uma rede de coleta e destinação de aparelhos usados (Serrano, 2011a) e na lei do Estado de São Paulo nº 12.300, de 2006 (São Paulo, 2006).

A importância deste estudo é que a temática da logística reversa do lixo eletrônico ainda aparece de maneira escassa na literatura (Vieira; Soares; Soares, 2009). Ao combinar a temática da logística reversa do lixo eletrônico com suas práticas em universidades, foi encontrado o artigo de Davis e Wolski (2009).

Conhecer e melhorar o sistema, podendo replicá-lo para o restante da sociedade, também é importante do ponto de vista ambiental e da saúde pública, uma vez que o lixo eletrônico contém metais tóxicos e perigosos à saúde humana (Osibanjo, Nnorom, 2007; Leung et al., 2008; Vieira; Soares; Soares, 2009). Nesse sentido, a universidade pode desempenhar um importante papel de liderança e de influenciadora no processo de difusão das práticas de logística reversa do e-lixo para outras universidades (Davis; Wolski, 2009) e também organizações privadas.

No Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (Cedir), são recebidas, em média, 10 toneladas de equipamentos velhos por mês, dos quais $\frac{3}{4}$ são de equipamentos descartados pela própria universidade e, o restante, doados pela população da cidade de São Paulo. Este programa, fundado em 17 de dezembro de 2009, foi um dos primeiros projetos a dar atenção ao descarte do lixo tecnológico no País (Serrano, 2011b). Portanto, realizar um estudo exploratório qualitativo, com entrevistas de pessoas envolvidas no processo da coleta do e-lixo na universidade, torna-se relevante no Brasil, enriquecendo as discussões sobre o tema.

Assim, o problema de pesquisa a ser respondido, inspirado em uma pesquisa sobre a coleta de resíduos em unidades de uma universidade canadense (Smyth; Fredeen; Booth, 2010), pode ser expresso por: como é feita a gestão de resíduos de e-lixo em uma importante universidade brasileira? Para isso, foram realizadas entrevistas com membros das várias faculdades, em sua maioria departamentos de informática, para levantar informações sobre a coleta desses resíduos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A expressão *e-waste*, ou e-lixo, ou lixo eletrônico, engloba todos os tipos de aparelhos eletrônicos que são passíveis de virarem lixo. De eletrodomésticos a brinquedos, tudo que recebe energia elétrica ou de baterias pode ser considerado um futuro e-lixo (Vieira; Soares; Soares, 2009; StEP, 2011).

Equipamentos desse gênero sofrem de obsolescência tecnológica ou de falência dos mecanismos do produto e, por isso, podem se tornar inutilizáveis. Acrescente-se a essa peculiaridade, o fato de que as economias de escala têm reduzido cada vez mais o preço, aumentando ainda mais a demanda por aparelhos eletroeletrônicos. Tal realidade, força ainda mais a obsolescência tecnológica ou até inviabiliza reparos e substituição de peças. Por conseguinte, todas

essas forças contribuem para um aumento do lixo eletrônico em todo o mundo (Vieira; Soares; Soares, 2009; StEP, 2011).

2.1 Problemas à saúde e ao meio ambiente

De acordo com Osibanjo e Nnorom (2007), os aparelhos eletrônicos compõem o setor do lixo sólido municipal que mais rapidamente cresce, tanto em países desenvolvidos quanto em países subdesenvolvidos, sendo um dos mais tóxicos.

Quando o lixo eletrônico é descartado ou reciclado sem qualquer controle, há impactos negativos tanto no meio ambiente quanto na saúde humana. O e-lixo contém mais de 1000 substâncias diferentes, entre elas chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, selênio e outros componentes tóxicos que podem ser inalados, ingeridos ou absorvidos pela pele, e também provocam a contaminação de lençóis freáticos (Widmer et al., 2005).

A exposição a altos níveis de metais pesados pode causar intoxicação aguda e crônica, como danos ao sistema nervoso central e periférico, à composição do sangue, ao pulmão, aos rins, fígado e até mesmo levar à morte (Widmer et al., 2005; Vieira; Soares; Soares, 2009). O cádmio, por exemplo, pode afetar os rins e os ossos e é também uma das seis substâncias tóxicas que foram banidas na Restrição Europeia ao uso de Substâncias Tóxicas (sigla em inglês, RoHS) (StEP, 2011).

Um importante exemplo, encontrado na literatura, retrata a contaminação da água da cidade chinesa Guiyu pelos metais pesados (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn), resultantes da reciclagem das placas de circuito. Após dez anos da introdução desse centro de reciclagem em Guiyu, seus moradores não podem mais utilizar a água da própria cidade, tendo que recorrer a cidades vizinhas (Widmer et al., 2005; Osibanjo; NnOROM, 2007; Leung et al., 2008).

2.2 Marco regulatório

Segundo Widmer et al. (2005), muitos países em desenvolvimento têm recebido ou até mesmo importado grandes quantidades de lixo eletrônico por algumas razões. Uma delas é que essa sucata eletrônica poderia ajudar comunidades carentes a se inserir no mundo digital, fato este que foi refutado por Osibanjo e Nnorom (2007) ao levantarem que grande parte do e-lixo importado por países emergentes era apenas lixo inservível e, portanto, sem nenhuma condição de ser aproveitado para programas de inclusão digital.

Na verdade, o que interessa aos países em desenvolvimento são a desmontagem e o aproveitamento das matérias-primas, algumas de alto valor, presentes no lixo tecnológico, como mostra a figura 1:

Prata (Ag)	Presente em contatos, interruptores, soldas
Ouro (Au)	Cabos, contatos, circuitos integrados
Paládio (Pd)	Capacitores multicamada, conectores
Platina (Pt)	Discos rígidos, termopares, célula de combustível
Rutênio (Ru)	Discos rígidos, telas de plasma
Cobre (Cu)	Cabos, fios e conectores
Antimônio (Sb)	Retardadores de chama, vidro de CRT
Cobalto (Co)	Baterias recarregáveis
Bismuto (Bi)	Soldas, capacitores, dissipadores de calor
Selênio (Se)	Eletro-ópticos, copiadoras, células solares

Índio (In)

Vidro de LCD, soldas, semicondutores

Figura 1 - Alguns tipos de metais do E-lixo.

Fonte: Serrano (2011b)

Além do elevado valor comercial, os metais da figura 1 e outros componentes são necessários ao processo de fabricação de novos equipamentos, uma vez que as indústrias têm terceirizado a produção e a montagem de equipamentos eletroeletrônicos a países – notadamente asiáticos – onde os custos de mão-de-obra são mais baixos e as leis trabalhistas são menos rígidas (Osibanjo; NnOROM, 2007).

Esse mercado opera, muitas vezes, na informalidade, utilizando trabalho infantil e expõe seus trabalhadores, de maneira geral, a consideráveis riscos ambientais e de saúde, mesmo que a atividade represente oportunidade de renda para essas comunidades (Widmer et al., 2005). Como lembram Lavez, Souza e Leite (2011), muitas das indústrias de reciclagem e desmontagem de computadores são pequenas e de tecnologia elementar, o que agrava ainda mais o problema.

Diante desse contexto, merece destaque a Convenção da Basileia, uma legislação ambiental internacional que regulamenta e controla os movimentos transfronteiriços (migração) de resíduos perigosos, seu tratamento e disposição final (Veiga, 2007). Em tese, essa regulamentação deveria impedir que países desenvolvidos enviassem seus lixos para serem descartados em países em desenvolvimento.

No entanto, na prática, não é exatamente isso que acontece. É o caso, por exemplo, da última apreensão realizada pela Receita Federal, no Porto de Itajaí, em Santa Catarina, em setembro de 2011. As 60 toneladas apreendidas estavam distribuídas em seis contêineres, que continham aparas de plástico e haviam sido ‘importadas’ da Espanha por uma empresa de Farroupilha, do Rio Grande do Sul (O Globo, 2011). Em 2009, também foram realizadas mais apreensões nos Portos de Santos e de Rio Grande, com lixo vindo da Inglaterra.

De acordo com Veiga (2007), uma política de gestão de resíduos sólidos perigosos deve ir além dos 3Rs (reduzir, reciclar e reutilizar) e incluir o quarto R, o de responsabilizar. A Responsabilidade Estendida do Produtor, muito utilizada entre os países mais desenvolvidos, prevê que o produtor (gerador) do resíduo é responsável por uma gestão ambientalmente adequada durante todo o ciclo de vida do resíduo, da geração ao destino final.

No Brasil, o projeto de lei 1991/07, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi, depois de quase vinte anos, aprovado no Senado, em julho de 2010 e, em agosto, foi sancionado pela Presidência da República. A lei nº 12.305 obriga ‘fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes’ de eletrônicos, e de outros cinco tipos de produto, a criar uma rede de coleta e destinação de aparelhos usados – chamada logística reversa –, mas não define os detalhes de como isso deve ser feito. Representantes dos fabricantes de eletroeletrônicos afirmam que é preciso criar modelos diferentes de coleta para cada tipo de eletroeletrônico, divididos nas linhas branca (produtos, **tais** como geladeira, freezer, lava-roupa, ar-condicionado), marrom (TVs, DVDs, VHS, equipamentos de áudio), verde (computadores, impressoras, celular) e azul (eletrodomésticos menores, **tais** como batedeira, liquidificador, ferro de passar) (Serrano, 2011a).

No Estado de São Paulo, a lei nº 12.300, de 16 de março de 2006, versa sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, que prevê a responsabilidade de produtores ou importadores de matérias-primas, produtos intermediários ou acabados, transportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, catadores, coletores, administradores e proprietários de área de uso público e coletivo, e operadores de resíduos sólidos em qualquer das fases de seu gerenciamento no que se refere aos tipos de resíduos, inclusive aqueles considerados perigosos. Estes resíduos são aqueles que, em razão de suas propriedades químicas, físicas ou biológicas, podem apresentar riscos à saúde pública ou à qualidade do meio ambiente (São Paulo, 2006).

2.3 Logística reversa

Um dos aspectos abordados por Pagell e Wu (2009) que fazem parte da sustentabilidade de cadeias produtivas é a logística reversa. Este termo é um tema emergente de pesquisa (Tibben-Lembke; Rogers, 2002; Tibben-Lembke, 2002; Pagell; Wu, 2009), que pode ser definido como o fluxo ou movimento de produtos, materiais e embalagens na direção oposta à tradicional, com o objetivo de criar ou recapturar valor, ou simplesmente, descartá-los corretamente (Tibben-Lembke; Rogers, 2002).

Entende-se por distribuição reversa o processo contínuo de coleta de produtos e embalagens para evitar o futuro descarte de lixo em aterros sanitários ou evitar o alto consumo de energia pelo processo de incineração (Stern; El-Ansary; Coughlan, 1996).

Flygansvaer, Gadde e Haughland (2008) denominam de sistema reverso aquele em que os produtos se movem na direção oposta, ou seja, dos consumidores para os produtores. Para eles, o sistema de distribuição reversa precisa ser estruturado para procurar ativamente os produtos em final de ciclo de vida e motivar seus usuários finais a retornarem esses produtos.

Outro termo recorrente nessa temática é a cadeia de ciclo fechado, cujo processo segue a seguinte ordem: coleta, inspeção e separação, reprocessamento, descarte e redistribuição (Kumar; Malegeant, 2006). Os autores ainda propõem uma pirâmide com opções de canal de ciclo fechado, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Opções da cadeia de ciclo fechado (*closed-loop chain*)

Fonte: Kumar; Malegeant (2006).

Pelo esquema da pirâmide (Figura 2), Kumar e Malegeant (2006) afirmam que as formas mais próximas ao topo são as que mais agregam valor num sistema de ciclo fechado, enquanto as opções que estão mais na base da pirâmide são aquelas que agregam menos valor.

Em geral, os produtos que retornam ao canal são aqueles sazonais de demanda incerta ou que estão em excesso no inventário de estoque do varejista, ou ainda produtos usados (pós-consumo e pós-venda) que retornam para serem remanufaturados ou reciclados (Savaskan; Van Wassenhove, 2006). Na mesma linha de pensamento, Tibben-Lembke (2002) afirma que os varejistas retornam produtos por vários motivos: danos durante o transporte, prazo de validade vencido, produto descontinuado (fora de linha) ou substituído, sazonalidade, inventários indicando excesso de estoque e varejistas saindo do negócio.

Em relação às razões pelas quais os consumidores retornam produtos no canal, segundo Tibben-Lembke (2002), são: produtos que não funcionam ou que não atenderam as necessidades do consumidor, produtos que retornam para serem remanufaturados e aqueles que retornam como forma de descarte mais adequado. Os autores sugerem como destinos: retorno ao vendedor-fornecedor; reembalar e vender como novo; vender em varejistas de segunda mão (usados); vender em *outlets* (varejistas de ponta de estoque e promocionais); doar para caridade; reciclagem e aterro

sanitário. Os mesmos autores ainda ressaltam que, doações de produtos obsoletos mas ainda utilizáveis devem gerar vantagens tributárias para a empresa doadora, que superam o valor que a companhia receberia pela venda do produto no mercado secundário.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Embora Lavez, Souza e Leite (2011) tenham recomendado, para futuros estudos, a quantificação do que é retornado, eles ressaltam que não há muitos dados acessíveis acerca da quantificação dos volumes transacionados, pois muitas das empresas que fazem esse trabalho ainda são familiares, de pequeno porte e de tecnologia elementar.

Até mesmo em universidades com programas de sustentabilidade específicos para o e-lixo, como a australiana *Griffith University*, não contam com números muito detalhados sobre o fluxo reverso de aparelhos para reciclagem, venda no mercado secundário ou doação (Davis; Wolski, 2009).

Ao trazer a questão do processo de coleta do lixo eletrônico para o contexto da universidade, mesmo se tratando de uma instituição maior, não foi possível ter acesso a dados detalhados sobre o quanto cada unidade, de cada *campus*, coleta, mas apenas a estimativa de que são coletadas, em média, 10 toneladas do tipo de lixo em questão. Portanto, diante desses entraves, seria inviável aplicar qualquer técnica de análise de dados envolvendo cálculos de estatística.

Assim, o critério de escolha do tipo de pesquisa para este trabalho foi o de entrevistas qualitativas estruturadas enviadas por *e-mail*, para um estudo exploratório. Segundo Richardson (1999), a pesquisa qualitativa pode ser entendida como uma tentativa de compreensão detalhada dos significados e das características situacionais apresentadas pelos entrevistados, em vez de produzir medidas quantitativas de características ou comportamentos. Esse tipo de pesquisa possibilita ao pesquisador uma reflexão mais crítica e uma compreensão de fenômenos sociais. Mais ainda: as pesquisas qualitativas servem para esclarecer situações, atitudes e comportamentos, ou o enriquecimento do significado humano deles (Mattos, 2006).

Antes, no entanto, de o pesquisador enviar as entrevistas por *e-mail*, foram realizados contatos telefônicos explicando a importância de os entrevistados responderem a pesquisa. As entrevistas foram enviadas a 14 pessoas de oito unidades administrativas/faculdades, prioritariamente do *campus* da instituição localizado no interior de São Paulo. Foram obtidas nove respostas por *e-mail* em agosto de 2011, cujos conteúdos serão categorizados e analisados no item Análise dos Resultados, utilizando-se a técnica de análise de conteúdo.

Richardson (1999) afirma que a análise de conteúdo é, particularmente, utilizada para estudar material de tipo qualitativo. Para ele, a utilização da técnica de análise de conteúdo tem como objetivos compreender melhor um discurso, aprofundar suas características (gramaticais, fonológicas, cognitivas, ideológicas etc.) e extrair os momentos mais importantes.

Mattos (2006) cita duas possíveis análises da conversação (análise significado semântico-pragmático e análise linguística), mas recomenda aos pesquisadores inexperientes a análise do significado semântico-pragmático da conversação, que:

[...] procura a compreensão dos *significados de macrotextos* ('significado nuclear'), unidades maiores de resposta com seus desdobramentos em uma ou mais perguntas; dos *significados incidentais relevantes*, digressões e outros elementos mal contextualizados na fala, mas de alto interesse; e, ainda, dos *significados de contexto*, pressupostos ou implicados em cada resposta ou emergentes da relação de várias respostas (Mattos, 2006, p. 365, grifos do autor).

Para a análise do significado semântico-pragmático da conversação, torna-se importante a criação de categorias. Segundo Bardin (2004, p.145-146)

As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efectuado em razão das características comuns destes elementos. O critério de categorização pode ser semântico (categorias temáticas) [...], sintático (os verbos, os adjetivos), léxico (classificação das palavras segundo seu sentido, com emparelhamento dos sinônimos e dos sentidos próximos) e expressivo (por exemplo, categorias que classificam as diversas perturbações da linguagem).

Neste trabalho, será utilizada a análise do significado semântico-pragmático da conversação, tendo como critério a caracterização temática. As cinco categorias temáticas foram nomeadas como: Processo atual; Pontos positivos; Pontos a melhorar; Importância; Sugestões/melhorias ao programa.

No documento que continha as perguntas, foi solicitado que os entrevistados identificassem a unidade a qual pertenciam, como também o cargo em que atuavam. Das nove entrevistas respondidas, oito foram de técnicos da área de informática e apenas uma entrevista com a chefia de uma unidade de informática do *campus* do interior.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A coleta é o processo de tornar disponíveis ao reciclador os produtos que retornam, e a reciclagem é o processo pelo qual cada material se transforma em substituto das matérias-primas num novo ciclo de produção de um novo produto (Flygansvaer; Gadde; Haugland, 2008).

4.1 A coleta do e-lixo na USP

No galpão de 400 metros quadrados, onde trabalham sete funcionários, funciona o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (Cedir). Neste local, chegam aparelhos dos outros *campus* do interior de São Paulo, do próprio *campus* da capital e da população da cidade de São Paulo. Fundado em 17 de dezembro de 2009, foi um dos primeiros projetos a dar atenção ao descarte de lixo tecnológico no país (Serrano, 2011b). No Cedir, as operações se dividem em três etapas.

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

A segunda etapa, a Categorização, os equipamentos são pesados, desmontados e separados por tipo de material (plásticos, metais, placas eletrônicas, cabos, etc.). Os materiais do mesmo tipo são descaracterizados e compactados. A compactação é realizada devido à necessidade de reduzir o volume e, conseqüentemente, reduzir o seu custo de transporte.

A terceira etapa, a Reciclagem, os materiais categorizados são armazenados até o recolhimento por empresas de reciclagem, devidamente credenciadas pela USP e especializadas em materiais específicos, como plástico, metais ou vidro (Cedir, 2011).

Na figura 3, os principais pontos evidenciados nas respostas dos entrevistados foram agrupados em cinco categorias temáticas, nomeadas como: Processo atual; Pontos positivos; Pontos a melhorar; Importância; Sugestões/melhorias ao programa.

CATEGORIAS	EVIDÊNCIAS
	<ul style="list-style-type: none">As unidades recolhem e recebem os eletrônicos da comunidade e de suas próprias dependências, enviam para a seção de Patrimônio para efetuar a baixa, depois os

Processo atual	equipamentos ficam num depósito até serem liberados pelos documentos e trâmites da universidade. A partir daí, são encaminhados ao Cedir em São Paulo ou ao ReciclaTESC em São Carlos.
Pontos positivos	<ul style="list-style-type: none">• Experiência e habilidade dos técnicos;• Encaminhamento correto do E-lixo;• Doações de alguns equipamentos a programas de inclusão digital;• Vida dos equipamentos pode ser prolongada, possibilidade de reuso.
Pontos a melhorar	<ul style="list-style-type: none">• Falta de pessoal para trabalhar e agilizar o despacho dos equipamentos;• Morosidade nos processos de liberação dos materiais aos recicladores, legislação interna da universidade;• Dificuldade e burocracia para entregar materiais obsoletos no ponto de coleta.
Importância	<ul style="list-style-type: none">• Evitar contaminação do meio ambiente por metais pesados;• Destino e descarte corretos desse tipo de lixo, “hoje é lei dar destino correto a esses materiais”;• “Enquanto instituição educadora, é nosso dever dar exemplo e dar destino correto ao E-lixo”.
Sugestões/melhorias ao programa	<ul style="list-style-type: none">• Criação de um centro de coleta unificada nos <i>campus</i> do interior, triagem, categorização e envio aos recicladores, trazendo independência em relação ao <i>campus</i> da capital e evitando o transporte muitas vezes com carga incompleta para o atual centro;• Mais agilidade nos trâmites burocráticos e no processo logístico;• Firmar parcerias com prefeituras e ONGs;• Convênios entre universidade e grandes fabricantes de eletroeletrônicos para que esses equipamentos fossem recolhidos e devidamente destinados por eles próprios.

Figura 3 – Categorização e evidências dos conteúdos

Fonte: Elaborado pelos autores

A categoria “processo atual” contribuiu para esta pesquisa, pois trouxe conhecimento a respeito de como é o atual processo de coleta na universidade, gerando melhores possibilidades de visualização e identificação de pontos passíveis de melhorias. Além do auxílio das entrevistas, a construção do fluxograma da Figura 4 foi possível graças também à pesquisa secundária realizada no site do Cedir (2011).

Figura 4 – Fluxograma do processo do programa E-lixo

Fonte: Elaborado pelos autores com base em entrevistas e no Cedir (2011)

As categorias “pontos positivos” e “pontos a melhorar” podem ser analisadas conjuntamente. Um dos pontos positivos levantados pelos entrevistados foi a habilidade dos

funcionários que trabalham no *campus* da capital, muito embora tenham surgido nas respostas de “pontos negativos” a necessidade de aumentar o número de funcionários destinados ao Cedir para, inclusive, agilizar os despachos dos materiais para a reciclagem ou para doações.

Outros pontos positivos apontados pelos entrevistados foram: destino e descarte correto dos equipamentos, doações a programas de inclusão digital e reuso/reaproveitamento de componentes aumentando a vida útil dos computadores. Isso pode ser relacionado com a literatura, pois, embora o tempo de obsolescência de um computador ocorra num período de 2 a 3 anos, sua vida útil pode ser prolongada, visto que o equipamento pode não ser aproveitado pela empresa ou por pessoas físicas que gostam de estar na vanguarda tecnológica, mas pode ser doado a entidades com programas educativos e até mesmo comercializado em mercados secundários, aumentando, portanto, seu ciclo de vida e diminuindo a pressão por mais recursos naturais e também o descarte inadequado (Osibanjo; NnOrom, 2007, Lavez; Souza; Leite, 2011).

Como “pontos a melhorar” ainda surgiram a necessidade de desburocratizar e agilizar os processos de baixa, recebimento e despacho dos aparelhos. Esse fato também encontra respaldo na teoria. Sharp (2002) alerta que nem sempre a velocidade das transformações e as mudanças nas universidades acontecem como deveriam, pois há **diversas** subculturas e modelos mentais arraigados entre e dentro dos vários departamentos. Muitas vezes, leva tempo obter adesão e comportamentos colaborativos entre os diversos feudos.

Na categoria “importância”, três temas foram mais recorrentes nas respostas dos entrevistados. Dois deles poderiam se aglutinar, pois retratam o perigo de contaminação do meio ambiente por metais pesados e falam do destino adequado dos equipamentos por força da legislação sobre resíduos sólidos. Ao mencionar os termos “lei”, “destino adequado” e “metais pesados no meio ambiente”, pressupõe-se um conhecimento da legislação e uma preocupação ambiental por parte dos entrevistados. No terceiro tema da categoria “importância”, vale a pena citar integralmente um trecho das palavras de uma das entrevistadas. De acordo com ela: “Enquanto instituição educadora, é nosso dever dar exemplo e dar destino correto ao E-lixo”. Merecem atenção os trechos “instituição educadora” e “nosso dever dar exemplo”, presentes no primeiro período do trecho, uma vez que Sharp (2002), Davis e Wolski (2009) também ressaltam o papel das instituições de ensino superior na liderança do processo de tornar as universidades mais sustentáveis, podendo servir de modelo para outras organizações na sociedade.

Como principais temas recorrentes na categoria “sugestões/melhorias ao programa”, há: criação de um centro de coleta unificada nos *campus* do interior; triagem, categorização e envio aos recicladores, trazendo independência em relação ao *campus* da capital e evitando o transporte, muitas vezes, com carga incompleta para São Paulo; e firmar parcerias com ONGs e prefeituras, além de convênios com os próprios fabricantes, responsabilizando-os pela coleta e descarte adequado de equipamentos eletroeletrônicos.

Corroboram Rogers e Tibben-Lembke (2001), ao afirmarem que, quando as decisões de coleta são centralizadas, têm-se a oportunidade de processar altos volumes de cada equipamento, ganhar mais informações e experiência sobre os diversos tipos de aparelhos, melhorando os resultados finais. Na universidade em questão, devido ao custo e à distância de transporte, o que os entrevistados propõem é uma centralização regionalizada, ou seja, um centro de coleta parecido com o do *campus* da capital, só que dentro de seus limites geográficos e também evitando as barreiras entre as várias faculdades. Em vez de cada unidade operacional de um *campus* ter seu processo isolado, propõe-se a centralização dos processos de baixa, coleta, triagem, separação, bem como todas as fases, até a reciclagem ou doação num só centro, obedecendo a um só processo geral dentro de um *campus*, e não vários ‘subprocessos’.

As sugestões de parcerias e convênios com ONGs, empresas privadas e prefeituras, como forma de aumentar a eficiência do programa e de terceirizar ou ganhar aliados, também estão presentes na literatura. Kumar e Malegeant (2006) apontam que alianças estratégicas entre uma empresa e uma organização ambiental sem fins lucrativos podem trazer benefícios, tais como a criação de uma imagem verde ou ecologicamente correta; geração de mais lucros; terceirização do

processo da cadeia de ciclo fechado, liberando a empresa para sua atividade principal. Analogamente, se a universidade firmar parcerias com instituições de fora do seu ramo de atuação, poderá obter bons resultados. No caso de firmar parcerias com os fabricantes de eletroeletrônicos, inclusive, a universidade está agindo dentro do que prevê a lei federal nº 12.305 sobre os resíduos sólidos, já comentada no item “marco regulatório” deste artigo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão de pesquisa lançada no início deste trabalho foi: como é feita a gestão de resíduos de e-lixo em uma importante universidade brasileira? O objetivo de fazer uma imersão no contexto para tentar ter uma maior compreensão do problema de pesquisa foi atendido. Das entrevistas e das análises de conteúdo delas decorrentes, foi possível desenhar o processo atual da coleta e destino dos equipamentos eletrônicos da universidade, bem como visualizar possíveis pontos de melhoria no processo vigente.

Embora os trâmites e processos burocráticos das universidades demorem a mudar e evoluir por haver diferentes culturas entre os vários departamentos, é importante reconhecer o papel de liderança que as instituições de ensino superior podem exercer em busca da sustentabilidade nos *campus*, podendo ser extrapoladas para outras organizações e para sociedade em geral (Sharp, 2002; Davis; Wolski, 2009), ainda que faltem estudos quantitativos para suportar melhor essa ideia.

Sharp (2002) também afirma que há oportunidades para os professores e estudantes realizarem pesquisas e aprendizados no próprio *campus* envolvendo a questão da sustentabilidade.

Embora este estudo não tenha sido baseado em dados quantitativos como recomendavam Lavez, Souza e Leite (2011), ele ainda mantém seu mérito. Primeiro, porque Widmer et al. (2005) já relatavam falta de dados confiáveis que dificultavam as políticas públicas de gerenciamento, estratégia e investimento no problema do e-lixo. E segundo, porque há escassez de estudos cuja temática aborde especificamente o lixo eletrônico na universidade, como o trabalho de Davis e Wolski (2009). Ainda sim, o trabalho deles foca no processo de compra sustentável de aparelhos eletrônicos na *Griffith University*, na Austrália, portanto, trata de uma realidade um pouco diferente daquela que este artigo se propôs a estudar.

As contribuições práticas deste estudo podem servir como ponto de partida para promover melhorias na própria universidade em que foi realizada a pesquisa, como também inspirar outras instituições de ensino e organizações privadas e públicas, com ou sem fins lucrativos.

Para estudos futuros, fica a sugestão de entrevistar outros agentes envolvidos no processo de coleta do lixo eletrônico em outras universidades, assim como estudantes, professores, chefes de departamento e especialistas da área ambiental. Permanece o estímulo para que futuros trabalhos partam de dados quantitativos da coleta do e-lixo (Lavez; Souza; Leite, 2011).

REFERÊNCIAS

Bardin, L.(2004) *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática.(Cedir). Recuperado em: 6 set.2011, de: <<http://www.cce.usp.br/?q=node/266>>.

Davis, G., Wolski, M.(2009) E-waste and the sustainable organization: Griffith University's approach to e-waste. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(1), 21-32.

- Mattos, P. L. C. L de.(2006) Análise de entrevistas não estruturadas: da formalização à pragmática da linguagem. In: Silva, A. B. da; Godoi, C. K.; Bandeira-De-Mello, R. (org.). *Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos*. Saraiva, 347-373.
- Flygansvaer, B. M., Gadde, L-E., Haugland, S. A.(2008) Coordinated action in reverse distribution systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(1), 5-20.
- Kumar, S., Malegeant, P.(2006) Strategic alliance in a closed-loop supply chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization. *Technovation*, 26, 1127-1135.
- 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. *RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental*, 5(1), 15-32, jan./abr.
- Leung, A. O. W., Duzgoren-Aydin, N. S., Cheung, K. C. et al. (2008) Heavy metals concentrations of surface dust from e-waste recycling and its human health implications in southeast China. *Environmental Science & Technology*, 42(7), 2674-2680.
- New Trends in innovation change the way companies do business. *Strategic Direction*, 27(4), 25-28.
- Osibanjo, O., NnOrom, I. C.(2007) The challenge of electronic waste (e-waste) management in developing countries. *Waste Management & Research*, 25, 489-501.
- Pagell, M., Wu, Z.(2009) Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. *Journal of Supply Chain Management*, 45(2), 37-56, apr.
- Receita Apreende em porto de Santa Catarina 60 toneladas de lixo 'importado' da Espanha. *O Globo*, Rio de Janeiro, 2 set. 2011, Cidades. Recuperado em: 5 set. 2011, de: <<http://oglobo.globo.com/cidades/mat/2011/09/02/receita-apreende-em-porto-de-santa-catarina-60-toneladas-de-lixo-importado-da-espanha-925276332.asp#ixzz1X6JlYkEs>>.
- Richardson, R. J.(1999) *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas.
- Rogers, D. S., Tibben-Lembke, R. S.(2001) An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 129-148.
- São Paulo (Estado). Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Política Estadual de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, 116(51), 17 mar. De 2006. Recuperado em: 15 ago de: <www.imprensaoficial.com.br>.
- Savaskan, R. C., Van Wassenhove, L. N.(2006) Reverse channel design: the case of competing retailers. *Management Science*, 52(1), 1-14.
- Serrano, F.(2011a) Descarte desregrado. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, 1 ago. Link, p. L4.
- _____.(2011b) Desmanche referência. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, 1 ago. Link, p. L5.
- Sharp, L.(2002) Green campuses: the road from little victories to systemic transformation. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 3(2), 128-145.

Smyth, D. P., Fredeen, A. L., Booth, A. L. (2010) Reducing solid waste in higher education: the first step towards 'greening' a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 54, 1007-1016.

Step(2011) – *Solving the e-waste problem*. Recuperado em: 2 set.2011, de: <<http://www.step-initiative.org/initiative/what-is-e-waste.php>>.

Stern, L.W., El-Ansary, A. I., Coughlan, A. T. (1996) *Marketing channels*. (5th ed.) Prentice Hall: New Jersey.

Tibben-Lembke, R. S., Rogers, D. S. (2002) Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(5), 271-282.

_____. (2002) Life after death: reverse logistics and the product life cycle. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(3), 223-244.

Veiga, M. M. (2007) (In) Eficiência econômica e ambiental da Convenção da Basiléia. *RAUSP – Revista de Administração da USP*, São Paulo, 42(2), 128-140, abr./maio/jun. .

Vieira, K. N., Soares, T. O. R., Soares, L. R. (2009) A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. *RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental*, 3(3), 120-136, set./dez.

Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D. et. al. (2005) Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 436-458.

Recebido em: 16/09/2011

Publicado em: 21/12/2012