

Geração e destinação de lixo eletrônico: um estudo de caso em empresa de telecomunicações

Márcio Henrique Pena Costa
(mhenriquepc@gmail.com) FAGEN – UFU

Miriam Tiemi Takimura Oliveira
(takimura@fagen.ufu.br) FAGEN - UFU

Leonardo Caixeta de Castro Maia
(leonardocaixeta@fagen.ufu.br) FAGEN - UFU

Verônica Angélica Freitas de Paula
(veronica@fagen.ufu.br) FAGEN - UFU

Resumo

O setor de telecomunicações se destaca pela inovação e uso intensivo de tecnologia. Este estudo descreve os processos de formação e destinação dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em uma empresa de telecomunicações, as razões que os levam ao desuso, bem como as alternativas para destinação final. Apresenta os volumes de resíduos inseridos no fluxo, sua composição e relação de descarte, identificando os atores da cadeia de pós-consumo na realidade da empresa e seu relacionamento com cada tipo de resíduo. O estudo classifica-se como exploratório e descritivo sob a forma de estudo de caso. Os dados primários foram obtidos por observação direta e entrevistas semi-estruturadas, confrontados com a literatura e dados secundários. A empresa se vê forçada a acompanhar as forças do mercado e a evolução tecnológica, em ciclos cada vez mais curtos com picos de geração de resíduos, sob pena de tornar sua operação inviável e colocar em risco sua sobrevivência. A empresa evita que as sucatas acabem em aterros sanitários ou que sejam geradas sem necessidade, adotando políticas internas de seleção de compradores para seus ativos e processos de desmanche e reaproveitamento de peças e componentes que é benéfico ao meio ambiente e gera economias de custo.

Palavras-chave: Lixo eletrônico. Descarte. Telecomunicação.

Abstract

The telecommunications sector is distinguished by innovation and intensive use of technology. This study describes the processes of creating and disposing of electrical and electronic equipments' residues in a telecommunications company, the reasons that lead them to disuse as well as the disposal alternatives. It also presents the volume of residues placed in the flow, its composition and relationship of disposal, identifying the actors in the company's post-consume chain and their relationship with each type of residue. The study is classified as exploratory and descriptive in the form of case study. Primary data were obtained by direct observation and semi-structured interviews, compared to literature review and secondary data. Findings show that the company is led to follow market forces and technological developments not to risk the feasibility of its operation and its survival. The company also avoids that scraps end up in sanitary landfills or are generated unnecessarily, adopting internal policies for selecting buyers for its assets and processes for dismantling and reusing parts and components. This is beneficial to the environment and also saves costs.

Key words: Eletronic residues. Disposal. Telecommunications.

1. Introdução

O homem é um ser criativo e transformador. Antes mesmo da Revolução Industrial, o ser humano já utilizava e modificava os recursos naturais em diversas atividades que também produziam resíduos. No entanto, considerando a qualidade orgânica e a reduzida quantidade desses resíduos, acreditava-se que a própria natureza conseguia reabsorver esse material. Após a Revolução Industrial, com a intensificação dos processos transformadores realizados pelo homem, houve também o aumento na geração de resíduos.

Neste contexto, o setor de telecomunicações se destaca ao ilustrar a busca constante por inovação e o uso intensivo de tecnologia. A própria natureza dos resíduos eletroeletrônicos, que envolvem uma mistura de dezenas de substâncias químicas que representam riscos à saúde e ao meio ambiente quando dispostas ou manipuladas sem os devidos cuidados, merecem destaque no cenário atual.

Assim, é necessário compreender como ocorre a geração de resíduos eletroeletrônicos e como é feita sua destinação no setor de telecomunicações. Este artigo objetiva analisar o processo de geração e destinação dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em uma empresa de telecomunicações. Para a consecução deste objetivo, é desenvolvido um estudo de caso em uma empresa do setor de telecomunicações, utilizando-se de dados primários e secundários. Espera-se que os resultados deste estudo possam auxiliar no direcionamento de futuras ações de conscientização ambiental na empresa estudada.

2. Revisão bibliográfica

2.1 O que é lixo eletrônico?

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2010) define o lixo como o resto das atividades humanas, considerado inútil pelos geradores, e apresentado nos estados sólido, semissólido ou líquido e que não é passível de tratamento convencional. Segundo Oliveira (2006), os restos das atividades humanas, considerados como inúteis, indesejáveis, ou descartáveis são chamados de resíduos ou lixo. Na linguagem técnica, lixo e resíduos sólidos são sinônimos.

De acordo com o CMRR (2010), são considerados resíduos especiais, dadas suas características particulares e potencialidade de danos: as lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, óleos lubrificantes, caixas longa vida, pneus, lixo radioativo e o lixo eletrônico. O lixo eletrônico é um tipo especial de resíduo sólido, originado a partir do descarte de uma vasta e crescente gama de dispositivos eletrônicos, desde utilidades domésticas de grande porte como refrigeradores e condicionadores de ar a outros eletrônicos como telefones celulares, aparelhos de som portáteis e computadores (BAN, SVTC, 2002).

Uma definição fornecida pelo Parlamento Europeu (2003b), por meio da Diretiva 2002/96/CE, determina que os chamados Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) são aqueles que provêm de equipamentos que necessitam de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos para seu adequado funcionamento, incluindo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte do produto no momento do descarte. O que torna a categoria dos REEE tão especial é não somente a velocidade com que esses resíduos são gerados, mas também a sua complexa composição, que envolve diversos tipos de materiais, desde metais leves, pesados, a uma variedade de plásticos e outras substâncias especiais com diferentes propósitos.

Apesar da existência de uma vasta gama de categorias de origem, grande parte do “lixo eletrônico” é formada por computadores e outros produtos do setor de informática. Esses materiais se tornam obsoletos cada vez mais rapidamente, até mesmo antes de saírem das lojas, o que representa um grande problema para as empresas, sociedade e meio-ambiente.

Sobre a comercialização de microcomputadores, Meirelles (2010) afirma que os

volumes são de 12 milhões de unidades por ano, em uma base que já contabiliza mais de 66 milhões de unidades. Em geral, os produtos elétricos e eletrônicos possuem vários componentes básicos, os quais podem ser identificados como conjuntos/placas de circuitos impressos, cabos, cordões e fios, plásticos antichama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como telas de tubos catódicos e telas de cristais líquidos, pilhas e acumuladores, meios de armazenamento de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências e relês, sensores e conectores (RODRIGUES, 2003).

Ainda de acordo com a autora, do ponto de vista ambiental, as substâncias mais problemáticas presentes nestes componentes são os metais pesados, gases de efeito estufa, substâncias halogenadas, amianto e arsênio 8. Essas substâncias apresentam alto potencial de contaminação do ambiente e das populações, seja durante a disposição final ou no processo de recuperação e reciclagem (RODRIGUES, 2003). Assim, os aparelhos eletrônicos modernos podem conter até 60 elementos químicos diferentes, alguns valiosos, outros perigosos, e outros que são as duas coisas. Normalmente as misturas mais complexas destes elementos estão nas placas de circuito impresso (UNEP/STEP, 2009). A tabela 1 traz outras informações:

Quanto lixo existe em 12 milhões de computadores? (em toneladas)	
Plásticos	68.255
Chumbo	17.064
Cádmio	32,4
Cromo	20,5
Mercúrio	6,8

Tabela 1 - Materiais encontrados em computadores.

Fonte: Adaptado de BAN, SVTC (2002).

A presença de substâncias tóxicas não se limita aos resíduos dos computadores. O Chumbo e o Cádmio estão presentes nas placas de circuito impresso; Óxido de Chumbo e Cádmio nos monitores CRT (Tubo de Raios Catódicos); Mercúrio em monitores de tela plana; Cádmio em baterias de computadores; Policloreto de Bifenila em capacitores抗igos e transformadores; e retardadores de chamas bromados nas placas de circuito impresso, invólucros de plástico, cabos e isolamento de PVC (Cloreto de Polivinila) que quando queimados para extração do cobre liberam substâncias altamente tóxicas (BAN, SVTC, 2002).

Rodrigues (2003) apresenta no Quadro 1 as informações sobre os prejuízos à saúde causados por algumas das substâncias encontradas nos equipamentos eletroeletrônicos, conforme apresentadas no Relatório de Estudos de apresentação das propostas das Diretivas 2002/96/CE e 2002/95/CE pela Comissão das Comunidades Européias em 13/06/2000 ao Parlamento Europeu.

Substância	Utilização	Prejuízo aos seres vivos
Chumbo	Soldagem de placas de circuitos impressos, o vidro dos tubos de raios catódicos, a solda e o vidro das lâmpadas elétricas e fluorescentes.	Danos nos sistemas nervoso central e periférico dos seres humanos, e efeitos no sistema endócrino, circulatório e nos rins.
Mercúrio	Termostatos, sensores, relés e interruptores (por exemplo, em placas de circuitos impressos e em equipamento de medição e lâmpadas de descarga) equipamentos médicos, transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares.	O mercúrio inorgânico disperso na água é transformado em metilmercúrio que acumula-se facilmente nos organismos vivos e concentra-se através da cadeia alimentar pela via dos peixes. O metilmercúrio provoca efeitos crônicos e causa danos no cérebro.
Cádmio	Em placas de circuitos impressos, o cádmio está presente em determinados componentes, como resistências de chips SMD, semicondutores e detectores de infravermelhos. Os tubos de raios catódicos mais抗igos contêm cádmio. Além disso, o cádmio tem sido utilizado como estabilizador	O cádmio e seus compostos acumulam-se no corpo humano, especialmente nos rins, podendo vir a deteriorá-los, com o tempo. O cádmio é absorvido por meio da respiração, mas também pode ser ingerido nos alimentos. Em caso de exposição prolongada, o cloreto de cádmio pode causar câncer e apresenta um

	em PVC.	risco de efeitos cumulativos no ambiente devido à sua toxicidade aguda e crônica.
PBB e PBDE retardadores de chama bromados- PBB e os éteres difenílicos polibromados- PBDE)	Regularmente incorporados em produtos eletrônicos, como forma de assegurar uma proteção contra a inflamabilidade. Aplica-se em: placas de circuitos impressos, componentes como conectores, coberturas de plástico e cabos. Sua liberação para o ambiente se dá no processo de reciclagem dos plásticos componentes dos equipamentos.	São desreguladores endócrinos. Uma vez libertados no ambiente, os PBB podem atingir a cadeia alimentar, onde se concentram, afetando especialmente peixes, mamíferos e aves.

Quadro 1 - Utilização e prejuízos à saúde humana de substâncias encontradas em equipamentos eletrônicos.

Fonte: Rodrigues (2003).

Outros componentes destes equipamentos também causam danos à saúde humana. Conforme Ferreira e Ferreira (2008, p.165), “o PVC usado como isolamento em fios elétricos, se inalado, pode causar problemas respiratórios”. E o cromo, que ainda é utilizado como proteção contra corrosão e na composição de gabinetes de metal, é facilmente absorvido pelo organismo, danifica o DNA e é extremamente tóxico ao meio ambiente (BAN, SVTC 2002).

Rodrigues (2003) ainda acrescenta os efeitos ambientais negativos durante a disposição destes resíduos em aterros controlados ou não: nos aterros pode ocorrer potencial lixiviação dos poluentes supramencionados com os resíduos urbanos em condições de entrada de água da chuva, bem como de vários processos físicos e químicos. Em locais não controlados, os lixiviados penetram diretamente no solo, nas águas superficiais e subterrâneas, impossibilitando a sua utilização de forma segura.

Não é apenas a infiltração de metais pesados que causa problemas ao meio ambiente, a vaporização do mercúrio é também fonte de preocupação. Além disso, fogos não controlados podem ocorrer com frequência nos aterros sanitários, e quando expostos ao fogo, metais e outras substâncias químicas podem ser liberados, causando danos à população (MATTOS et al, 2008).

2.2 A legislação

A vida de um produto, do ponto de vida logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Produtos se tornam obsoletos, danificados, ou não funcionam e devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados (LACERDA, 2002). Esse conceito é importante para o entendimento da abrangência de circulação dos produtos eletrônicos e de seus resíduos dentro de uma extensa cadeia de pessoas e organizações.

De acordo com o grupo RevLog (2002), um grupo de trabalho internacional para o estudo da Logística Reversa, envolvendo pesquisadores de várias universidades em todo o mundo e sob a coordenação da *Erasmus University Rotterdam*, na Holanda, as principais razões que levam as firmas a atuarem mais fortemente na Logística Reversa são:

- Legislação ambiental, que força as empresas a retornarem seus produtos e cuidar do tratamento necessário;
- Benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção, ao invés dos altos custos do correto descarte do lixo;
- A crescente conscientização ambiental dos consumidores.

A logística reversa não é um processo interno das empresas, ela envolve toda a cadeia de canal de distribuição. Rodrigues (2003) identifica os atores da cadeia de pós-consumo dos REEE no Brasil: Fabricantes e importadores de produtos; Revendedores; Empresas que comercializam sucatas diversas e entre elas os REEE; Comerciantes de equipamentos usados de informática; Fabricante de EEE que utiliza tipo específico de material reciclado em seu processo produtivo; Recicladores; Empresas que se dedicam exclusivamente à recuperação dos REEE; Oficinas de assistência técnica e manutenção; Catadores; Consumidores

(particulares e empresas); Organizações sociais de Inclusão Digital e Gestores de resíduos sólidos urbanos.

Rodrigues (2003) avalia que existem poucos canais para aproveitamento de materiais e/ou componentes de REEE pós-consumo. Ainda, não existem programas de coleta ou entrega voluntárias destes produtos em geral, o que se reflete na fragilidade da cadeia como um todo. A falta de alternativas para descarte implica além da destinação à coleta de resíduos comuns, na armazenagem temporária; e a extensão de vida útil de equipamentos elétricos e eletrônicos é na maioria das vezes inviabilizada devido à ausência de peças de reposição, ou quando estas estão disponíveis, no custo elevado do conserto.

Leite (2003) descreve os dois canais reversos de revalorização após o fim da vida útil dos bens industriais, o de ‘demanche’ e o de ‘reciclagem’. No processo de desmanche, o bem sofre após a coleta um processo industrial de desmontagem no qual seus componentes em condições de uso ou de remanufatura são separados das partes sem condições de aproveitamento e enviados para o mercado de peças usadas. Já as últimas são direcionadas a aterros sanitários ou são incineradas. Na reciclagem os materiais dos produtos descartados são extraídos industrialmente, e transformados em matérias primas secundárias para reincorporação na fabricação de novos produtos. A posse de tecnologias e técnicas de reciclagem eficientes e que garantam que a menor quantidade possível dos resíduos vá para a disposição final no solo é uma das maneiras mais eficazes de lidar com o acúmulo dos REEE e minimizar impactos ao meio ambiente.

A legislação em torno da questão dos REEE se encontra em diferentes estágios dependendo do país estudado. Enquanto a Comunidade Européia avança com diretrizes e metas claras, postas em prática, países da América do Sul e Ásia ainda engatinham na questão, com leis inexistentes ou não aplicadas.

O Parlamento Europeu (2003a, 2003b), através de publicações no Jornal Oficial da União Européia, estabelece duas exigências para a produção/comercialização de equipamentos eletro-eletrônicos: a WEEE e a RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances* ou Restrição de Certas Substâncias Perigosas). A WEEE é um regulamento que objetiva prevenir e diminuir os resíduos de uma lista de equipamentos eletroeletrônicos selecionados segundo o estágio atual de análise científica. Seu princípio é o da responsabilidade estendida do produtor, em relação às etapas de coleta seletiva, tratamento, recuperação, reciclagem e financiamento. Está em vigor desde 2006, busca estimular o design ecológico dos produtos e fornecimento de informações, e prevê percentuais mínimos de recuperação entre 70% e 80% do peso médio por utensílio e de 50% a 75% de percentual mínimo de reciclagem.

De acordo com Lindhqvist (2000 apud Rodrigues, 2003), o princípio da responsabilidade estendida refere-se à atribuição aos produtores (produtor, distribuidor ou importador) das responsabilidades física, econômica, legal e informativa pelos impactos ambientais de seus produtos em todas as fases do ciclo de vida. O objetivo desse instrumento é estimular o projeto ambiental dos produtos e a produção e fornecimento de informações necessárias para que os processos de reciclagem e tratamento ocorram sem a existência de danos ambientais e à saúde.

Produtos (*) exceto para lâmpadas de descarga de gás, cuja taxa de recuperação mínima é de 80% do peso da lâmpada.	Regulamentação WEEE	
	Recuperação (% do peso)	Reciclagem (% do peso)
1- Grandes eletrodomésticos	80	75
2- Pequenos eletrodomésticos	70	50
3- Tecnologia de informação e telecomunicações	75	65
4- eletrônicos de consumo	75	65
5- Equipamentos de iluminação *	70	50
6- Ferramentas eletroeletrônicas	70	50
7- brinquedos e produtos esportivos	70	50

8- equipamentos médicos	-	-
9- equipamentos de controle e monitoramento	70	50
10- equipamentos de serviço automático	80	75

Tabela 2: Regulamentações WEEE por categorias de produtos cobertas

Fonte: Parlamento Europeu, 2003b.

A RoHS é uma exigência complementar à WEEE, obrigatória nos países da União Europeia, que trata da substituição de substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos por materiais mais seguros que facilitem a reciclagem. É popularmente conhecida como “lei do sem chumbo” (*lead free*), mas trata de outras cinco substâncias. Os fabricantes que não retiram de seus produtos o cádmio, mercúrio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados e éteres difenil-polibromados (ambos retardadores de chamas para plásticos) e chumbo, não podem vendê-los na Europa.

Segundo Rodrigues (2003), no Brasil os REEE ainda não são reconhecidos como um problema de saúde pública que necessite de ações, ou de prioridade de investigação para a formulação de políticas públicas. Assim como em outros países da América Latina, não existe legislação específica para sua gestão e o princípio da responsabilidade estendida do produtor não encontra respaldo legal para ser aplicado.

Nota-se que a única resolução federal sobre os REEE é a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que após mais de uma década em tramitação no Congresso foi aprovada no ano de 2010 (BRASIL, 2010). As outras iniciativas são, sobretudo, Estaduais, e em sua maioria não abrangem os resíduos eletrônicos. A exceção é a lei dos eletrônicos, que trata do assunto, mas que se tornou inócuia após veto parcial do governador do Estado de São Paulo em 2009, que retirou prazos, metas e penalidades relacionadas à sua aplicação.

De forma geral, até a sanção da PNRS a única diretriz brasileira que tratava de recolhimento de alguma forma de material eletrônico em âmbito nacional era a Resolução 257, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 30 de Junho de 1999 (BRASIL, 1999), que atribui aos fabricantes ou importadores de pilhas e baterias a responsabilidade pelo gerenciamento desses produtos tecnológicos que necessitam de disposição final específica, em função do perigo e dos níveis de metais tóxicos que eles apresentam e que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública.

Grimberg (2005) ressalta a importância da legislação para o país, na medida em que envolve mudanças em toda cadeia produtiva em busca de um novo paradigma de sustentabilidade ambiental. A responsabilização das indústrias envolve desde o processo de produção de bens e serviços até o pós-consumo, o que deverá levar à revisão de processos produtivos com vistas à redução da geração de resíduos. Esta abordagem requer do setor produtivo uma redefinição e uma nova postura quanto às matérias-primas utilizadas e quanto ao perfil de produtos oferecidos no mercado.

Em resumo, a questão do lixo eletrônico vem se tornando uma realidade cada vez mais palpável e preocupante, fato que vem causando reflexos no crescimento e relativo amadurecimento da legislação nacional sobre o assunto. O ritmo acelerado de produção destes resíduos, aliado à melhor compreensão dos riscos à saúde e ao meio ambiente decorrentes do seu descarte inadequado dão um caráter de urgência ainda maior ao assunto. Contudo, a medida real do problema ainda é em grande parte desconhecida: estatísticas confiáveis ou oficiais são escassas e a cadeia de pós-consumo está longe de atingir a maturidade.

3. Método de pesquisa

Pode-se classificar este estudo como uma pesquisa de caráter exploratório e do tipo descriptivo, sob a forma de estudo de caso, pois consiste em uma contextualização temática e teórica seguida de pesquisa empírica com a análise de um único caso. Sua premissa é a investigação de uma organização, com a preservação dos seus processos organizacionais e administrativos. A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o

problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso. Já a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática (GIL, 1994).

Conforme Yin (2005), o estudo de caso conta com uma ampla variedade de técnicas de pesquisa, desde a análise documental, a observação direta dos acontecimentos, entrevistas das pessoas envolvidas, até outras variedades de evidências comuns a outros métodos de pesquisa como análise de documentos primários e secundários. Gil (2002) fornece mais características de um estudo de caso ao afirmar que consiste em um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, permitindo seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa impossível mediante outros métodos.

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos por fontes primárias e secundárias. Os dados primários foram obtidos através da observação direta dos processos e da realização de entrevistas semi-estruturadas, de forma a permitir que os fatos observados fossem confrontados com a literatura pesquisada e os dados secundários. Yin (2005) aponta que neste tipo de entrevista as conversas ainda são espontâneas e assumem um caráter informal sem que, no entanto, o entrevistador se esqueça do protocolo do estudo de caso na formulação das perguntas.

Ainda segundo o autor (YIN, 2005), as fontes de dados secundários complementam o estudo, fornecendo evidências essenciais para a confiabilidade da pesquisa. Neste estudo os dados secundários foram coletados nas publicações da organização selecionada, seus relatórios e outros documentos relevantes.

4. O setor de telecomunicações e a empresa estudada

A indústria de telecomunicações está fortemente presente na sociedade e nas organizações brasileiras. A prestação dos serviços de telecomunicações se divide em quatro tipos de negócio básicos, nos quais as empresas competem entre si: telefonia fixa, telefonia móvel, comunicação de dados (banda larga) e TV por assinatura (IPEA, 2010).

Segundo dados da ANATEL (2010), o Brasil encerrou 2009 com 41,5 milhões de acessos do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) atingindo um índice de teledensidade (número de acessos em serviço por grupo de cem habitantes) de 21,6. Já a base de assinantes do Serviço Móvel Pessoal (SMP) alcançou 173,9 milhões de acessos, e uma teledensidade de 90,5%. Ao final de 2009 o país contava com 21,7 milhões de acessos à internet rápida, sendo 13 milhões de acessos fixos e 8,7 milhões de acessos móveis. Em relação à TV por assinatura, eram 7,5 milhões de assinantes que, considerando-se o número médio de 3,3 pessoas por domicílio informado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ANATEL, 2010), equivale à distribuição a quase 25 milhões de pessoas.

Neste artigo a empresa estudada é brasileira e faz parte de um grupo nacional que atua em todo o Brasil, nos setores de TI/Telecom, Agro, Serviços e Turismo. Oferece telefonia fixa, celular, internet banda larga 3G e ADSL (*Assymmetric Digital Subscriber Line* ou Linha Digital Assimétrica para Assinante), comunicação de dados, TV, soluções em TI em parceria com outra empresa do grupo e código de longa distância nacional e internacional. Possui um amplo portfólio de produtos e serviços, que se dividem em dois segmentos principais: varejo e empresas.

As unidades objeto deste estudo são a Diretoria de Operações e Tecnologia (DOT) e a Coordenação de Tecnologia da Informação (CTI), cada uma responsável por um dos dois tipos básicos de equipamentos observados: os de informática e os de telecomunicações. Essas unidades juntas possuem mais de 400 funcionários, distribuídos nos sete estados onde a empresa opera. Suas equipes são predominantemente técnicas, e se dividem nas

especialidades básicas de telecomunicações: comutação, transmissão, comunicação de dados, e infraestrutura e energia. A administração de suprimentos e descarte dos equipamentos de informática e telecomunicações é apresentada no tópico a seguir.

4.1 Administração de suprimentos e descarte de equipamentos de informática

A contratação do fornecedor pode ser realizada de duas formas para a área de informática: a mais comum através da compra das máquinas; e alternativamente a locação das mesmas, na qual o fornecedor se responsabiliza pelo parque da empresa, promovendo a atualização e substituição dos computadores em determinada periodicidade, acordada entre as partes.

Atualmente a empresa adquire os equipamentos para seus funcionários, se responsabilizando, portanto, pela sua destinação ao final de sua vida útil, ou quando estes não mais atendem às suas necessidades de desempenho. O processo de destinação de máquinas para o desuso acontece por duas motivações principais: o atingimento do limite de vida útil projetado pela empresa e o defeito.

A primeira motivação para a troca ocorre quando a estação de trabalho atinge o tempo de quatro anos em operação, limite estabelecido para sua troca segundo política da empresa. Desta forma, o mesmo é recolhido e substituído ainda que atenda às necessidades dos usuários. Em seguida, é incluído em uma lista de computadores disponíveis para doação, de onde poderá ser solicitado pela organização sem fins lucrativos do grupo. A mesma possui parcerias com dezenas de escolas públicas e com o Ministério Público, sendo que as máquinas enviadas para doação são instaladas pela empresa estudada.

A segunda forma mais comum de desuso é a ocorrência de falha. Ao ser acionado, o *help desk* (serviço de apoio a usuários para suporte e resolução de problemas de informática) providencia a substituição imediata da estação de trabalho e recolhe o equipamento defeituoso para o laboratório, onde será realizada uma avaliação técnica que apurará a viabilidade do conserto. Em caso de viabilidade, a máquina é enviada para reparo, que será executado pelo fabricante se a mesma estiver ainda em garantia, ou por empresas terceiras do mercado se houver expirado. Por outro lado, se for apurada a inviabilidade do conserto, a máquina permanece no laboratório, e suas peças e componentes com possibilidade de reaproveitamento são retiradas para utilização em outras máquinas, evitando novas compras de componentes. Ao final do processo de desmontagem, restam apenas componentes e peças sem possibilidade de reaproveitamento, os quais entrarão em processo de descarte.

4.2 Administração de suprimentos e descarte de equipamentos de telecomunicações

O processo de formação de sucata eletrônica pode ocorrer a partir de três motivadores principais: falha ou defeito, descontinuação da tecnologia ou equipamento (*phase out*), e desuso.

Durante a operação, uma máquina ou equipamento pode apresentar problemas de desempenho que prejudicam ou impossibilitam seu funcionamento. Em geral isso ocorre devido à falha de um ou mais de seus muitos componentes. Em uma empresa de telecomunicações, a complexidade particular de construção de seus equipamentos faz com que o primeiro passo de sua recuperação seja a identificação da origem do problema.

Na empresa estudada, uma vez que a peça, componente ou equipamento defeituoso é identificado, é substituído imediatamente por sobressalente mantido em estoque, de forma a minimizar o impacto na disponibilidade dos serviços. O componente ou equipamento é então enviado para um laboratório onde será realizada uma avaliação da possibilidade e viabilidade de seu reparo. Em caso positivo, o conserto é efetuado e o mesmo retorna para o estoque da empresa no papel de sobressalente.

Caso não seja identificada possibilidade ou viabilidade de reparo, nova análise é

realizada, com o intuito de identificar se há ou não partes do componente ou equipamento que ofereçam possibilidade de reaproveitamento. Se identificada a possibilidade, partes do mesmo são destacadas e utilizadas na recuperação de equipamentos similares, sendo que apenas a sua parcela que não pode ser reaproveitada se torna sucata. Não havendo possibilidade de reaproveitamento de suas partes, o componente ou equipamento como um todo é direcionado para alienação.

Uma tecnologia entra em *phase out* quando se dá início a um processo sistemático e gradual de retirada de seus equipamentos de operação. Normalmente esse processo ocorre por dois motivadores principais: movimentos de mercado e evolução tecnológica. O setor de telecomunicações, por ser altamente dependente da inovação, está habituado a atravessar períodos de inserção e retirada de tecnologias de suas plantas.

A motivação de mercado para a descontinuação de uma tecnologia está associada a decisões dos fabricantes (normalmente de atuação global) de interromper o desenvolvimento de determinado tipo de equipamento ou tecnologia, suas vendas, o fornecimento de peças de reposição e de serviços de suporte de operação. A alta ocorrência dos chamados componentes “proprietários” nos equipamentos de telecomunicações (aqueles sobre os quais o fabricante possui exclusividade de *know how*) faz com que mesmo em perfeitas condições de funcionamento eles incorram em desuso.

Ainda, a própria evolução tecnológica leva fatalmente à descontinuação de equipamentos e tecnologias. As inovações permitem que novos serviços sejam prestados e que os existentes o sejam de forma mais eficiente, através de equipamentos mais baratos, compactos e com maior poder de processamento.

O período de declínio de uma tecnologia traz muitos problemas de operação para a empresa de telecomunicações, sendo que nesse trabalho foram identificados cinco tipos principais:

- Falta de sobressalentes: peças não estão mais disponíveis no mercado;
- Alto custo de reparos: devido à escassez de mão de obra especializada e de recursos materiais para recuperação;
- Longos períodos de indisponibilidade: em função da dificuldade de repor os componentes defeituosos e de providenciar o reparo;
- Alta quantidade de falhas: em redes interligadas, os problemas de compatibilidade entre equipamentos aumentam com o crescimento da diferença de seu estágio de desenvolvimento;
- Sobrevalorização de componentes escassos: algumas peças de equipamentos descontinuados pelo fabricante, mas que são freqüentes nas plantas tem seu valor inflacionado na venda para empresas do mesmo setor.

4.3 O processo de descarte de equipamentos de telecomunicações

Observa-se que o fluxo de descarte de equipamentos de informática difere substancialmente daquele dos equipamentos de telecomunicações. No entanto, do momento em que são designados para o processo de alienação ou sucateamento em diante, esses seguem o mesmo processo, que tem início na sua desativação. No processo mais comum de alienação de equipamentos de telecomunicações, a área de engenharia da empresa solicita à área de logística a retirada do mesmo da planta. Ele então é levado para um depósito específico na cidade sede. No depósito é realizada uma triagem na qual a própria engenharia fornece um aval daquilo que pode ou não ser internalizado ou reaproveitado. O que não pode mais ser aproveitado é deslocado para uma área especial do depósito onde é separado por grupo, relacionado e fotografado pela área de logística. Neste momento, é aberta uma solicitação de alienação para a área de gestão de ativos da empresa, onde são incluídas as informações básicas do mesmo e a indicação da forma de alienação. As indicações podem ser

classificadas conforme a Quadro 2:

Tipos de indicação	Observação
Venda como ativo	Em funcionamento, com valor de mercado
Venda como sucata	Desuso, indicação mais utilizada
Doação	Especialmente de equipamentos de informática
Venda de imóveis	-
Baixa por sinistro	Em casos de roubo e furto
Baixa por obsolescência	Ou ajuste contábil, para baixar cadastros
Baixa por perda	Equipamentos em comodato perdidos pelo cliente, ou tomados pela justiça

Quadro 2: Tipos de indicação de alienação.

Fonte: Elaborado pelos autores

Após verificar na solicitação se o bem possui cadastro correspondente, a gestão de ativos a aprova e elabora um laudo técnico, que contém mais informações do equipamento, além de outros dados como responsáveis pelo mesmo na empresa, o grupo de classificação correto e um parecer formal da área. O quadro 3 não inclui o grupo “Mobiliário e afins”, que não é objeto deste estudo.

Grupos de classificação	Origem / Tipo de Equipamento
Comutação	Telecomunicações
Transmissão	Telecomunicações
Comunicação de Dados	Telecomunicações
Infraestrutura e Energia	Telecomunicações
Rede Metálica	Telecomunicações
Informática	Informática

Quadro 3: Grupos de classificação para alienação

Fonte: Elaborado pelos autores

Esse primeiro parecer é considerado como técnico pela empresa, que exige mais duas aprovações antes de concluir o processo de alienação: do órgão regulador e de venda. A ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) exige que as empresas que possuam a concessão de exploração do serviço de telecomunicações não deixem de provê-lo sob nenhuma circunstância. Uma das formas de controle são os chamados equipamentos reversíveis, que não podem ser alienados caso isso implique em interrupção do serviço.

Para atender a resolução da ANATEL sobre alienação de equipamentos reversíveis, após elaboração do laudo técnico uma equipe de controle patrimonial verifica a reversibilidade do mesmo e, em caso positivo, envia um pedido formal à agência reguladora, onde deve constar inclusive informação sobre o(s) equipamento(s) substituto(s). As condições de aprovação do órgão regulador incluem a aprovação da ANATEL caso o equipamento seja reversível, ou da equipe de controle patrimonial, caso não o seja.

A aprovação de venda é obtida após a aprovação do órgão regulador, e a exigência é que o tipo de alienação indicado no laudo técnico e as condições de venda negociadas pela equipe de gestão de ativos (e apontadas no documento de venda) sejam aprovados através da delegação de responsabilidade da empresa. Deve haver no mínimo três propostas para que uma indicação da gestão de ativos seja válida, e o tipo de item ou equipamento vendido influencia a utilização ou não de leilões.

Para que a venda possa ser concluída, o comprador deve atender alguns pré-requisitos da empresa:

- Constituída na forma de Pessoa Jurídica
- Licença de Operação (LO) expedida pela Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)
- Compra na modalidade FOB (comprador responsável pelo frete)
- O processo todo de alienação, desde o momento da aprovação da solicitação, deve durar um máximo de 30 dias, que é o indicador de desempenho da área responsável.

5. Análise e discussão dos resultados

Os relatórios de registro dos processos de alienação mostram que se trata de uma atividade executada com freqüência na empresa. Entre janeiro e setembro de 2010 foram 74 processos. Em média ocorrem na empresa oito destes processos por mês, sendo que a maior parte corresponde a bens oriundos das tecnologias de telecomunicações.

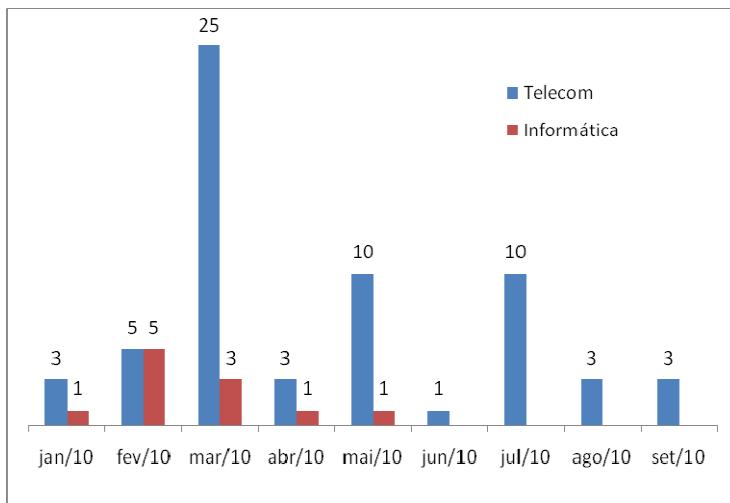


Gráfico 1 - Quantidade de processos abertos por tipo de equipamento.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da documentação dos processos de alienação, 2010.

Foi apurado que a empresa possuía, um parque de 1.459 computadores, entre *laptops* e *desktops*. Considerando que, segundo a política da própria organização, todos os equipamentos devem ser substituídos com no máximo quatro anos de uso, é de se esperar que ao menos 365 deles passem por algum processo de alienação anualmente apenas por motivo de obsolescência.

Uma peculiaridade do processo de alienação de equipamentos de informática na organização não permite uma comparação mais exata com o número esperado de baixas por obsolescência. Exceto nas operações de doação, a quantidade de unidades medida não é contabilizada a partir de computadores inteiros, e sim da quantidade de qualquer componente que o compuser, como monitores, periféricos diversos, estabilizadores, entre outros. Não obstante, a tabela 3 mostra as quantidades alienadas em 2010 por tipo de venda.

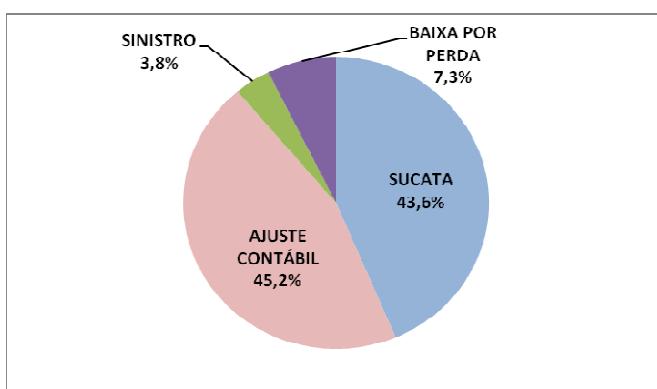


Gráfico 2 - Tipos de alienação de equipamentos de informática em 2010.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da documentação dos processos de alienação, 2010.

A empresa evita sempre que possível a venda dos computadores como sucata, vendendo-os como ativos em funcionamento para empresas que possam aproveitá-los caso não sejam solicitados para doação pelo instituto sem fins lucrativos do Grupo. Isso evita o descarte precoce de centenas de computadores em bom estado de conservação.

A partir do desenho da cadeia de pós-consumo identificada por Rodrigues (2003), puderam ser identificados os atores mais atuantes no caso apresentado:

- Fabricantes: não oferecem alternativas de recolhimento de seus produtos, tampouco os fabricantes especializados em telecomunicações, reduzindo as alternativas de descarte da empresa. A exceção é o fabricante das baterias utilizadas pela mesma, que as compra fora de uso a preço de sucata e se responsabiliza pelo seu gerenciamento;
- Empresas de comércio de sucatas: correspondem ao destino de grande parte dos resíduos tecnológicos produzidos pela empresa, especialmente provindos dos equipamentos de telecomunicações. A organização estudada evita sempre que possível a venda para estes atores, o que nem sempre é possível, como no caso das sucatas de cabos e fios, por exemplo;
- Organizações sociais e de inclusão digital: o instituto pertencente ao grupo do qual a empresa faz parte desempenha um importante papel ao destinar para doação computadores em bom estado de conservação a escolas e outras instituições, o que contribui para aumentar a vida útil destes bens e evitar o seu descarte precoce;
- Recicladores: apenas uma empresa representa essa parte da cadeia, ao comprar sucatas de equipamentos eletrônicos em geral (inclusive computadores), tritura-las, processá-las e exportar o material restante para outra empresa no exterior que realiza a reciclagem do material. Seu papel é fundamental, pois é a única que fornece uma destinação alternativa ao descarte para monitores de computadores e placas de circuito impresso;
- Oficinas de assistência e manutenção: ao repararem as peças de computadores e de outros equipamentos defeituosos, contribuem para que parte do material permaneça em operação, postergando o momento do descarte e reduzindo a quantidade efetiva de resíduos produzidos.

Considerando o disposto sobre equipamentos de informática e telecomunicações, não foi identificado descarte direto de nenhum tipo de material em aterros sanitários. No entanto, não há qualquer tipo de garantia que alguns dos atores que recebem a sucata da empresa darão a destinação adequada a esses resíduos. Isso justifica a iniciativa da empresa estudada de evitar a venda dos resíduos aos comércios de sucata.

O único método de disposição identificado foi utilizado por um fabricante de servidores de grande porte, que realiza a incineração de componentes de equipamentos de informática que entraram em desuso. O caso, porém, foi uma excepcionalidade, não constituindo prática freqüente.

Importante pontuar a colocação do fornecedor de estações de trabalho para a empresa no ranking de eletrônicos verdes do Greenpeace. Ele se destaca positivamente em pontos como uso de energia renovável e gestão de substâncias químicas, mas tem um desempenho fraco em outras questões, especialmente na relutância quanto ao recolhimento dos resíduos de seus produtos.

Lacerda (2002) afirma a importância do retorno dos produtos obsoletos ou danificados ao seu ponto de origem, para descarte, reaproveitamento ou reparo. De modo geral, essa realidade não se aplica a maior parte dos equipamentos objeto deste estudo. Apesar das ações de sobrevida corresponderem às apontadas na literatura, não são executadas pelos fornecedores, no ponto de origem. Acabam se tornando práticas da própria empresa estudada, como forma de estender a vida útil dos equipamentos e minimizar os impactos de sua disposição após a saída da operação.

Ao comparar os processos observados com os dois canais principais de revalorização apontados por Leite (2003), é possível afirmar que o desmanche é um processo largamente utilizado pela empresa, de aplicação verificada tanto em relação aos equipamentos de informática quanto de telecomunicações. A única diferença é que, ao invés do mercado de peças usadas, o destino dos componentes em bom estado é o estoque de sobressalentes da própria empresa. O canal de reciclagem, no entanto, é de observação menos freqüente. Foi observada a utilização deste canal apenas em algumas das transações de alienação executadas

pela empresa. Foi identificada apenas uma empresa que realmente processa e recicla os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, sendo que partes fundamentais do processo são executadas no exterior.

De maneira geral, faltam melhores alternativas de descarte para os resíduos gerados pela empresa. Foram observadas inúmeras práticas que, se não evitam a disposição irresponsável dos mesmos, obtêm algum sucesso ao postergá-la.

6. Conclusão

Neste estudo foram descritos os processos de formação e destinação dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em uma empresa de telecomunicações, as diferentes razões que levam os equipamentos ao desuso, bem como as alternativas adotadas pela empresa para sua destinação após o fim de sua vida útil. Foi possível também apresentar os volumes de resíduos que passaram por esses fluxos, bem como a sua composição em termos de equipamentos de origem e sua relação com as alternativas de descarte apontadas na descrição dos processos citados. O estudo de caso ainda possibilitou a identificação dos atores da cadeia de pós-consumo mais atuantes na realidade da empresa, e o seu relacionamento com cada tipo de resíduo.

Uma primeira constatação importante deste estudo é a confirmação de que as empresas altamente tecnológicas tendem a gerar maiores quantidades de lixo eletrônico. A mensuração dos ativos alienados no período observado expôs números muitas vezes seguidos das palavras “milhares” e “toneladas”, ligados a equipamentos de composição complexa e potencialmente perigosos no descarte, que ilustraram o tamanho do potencial problema ambiental ligado ao fim da vida útil dos mesmos.

No entanto, nem sempre a empresa é a responsável direta pelo ritmo ou a quantidade de geração dos resíduos. Prova disso foi a observação prática das forças do mercado e da evolução tecnológica na descontinuidade em massa de equipamentos de telecomunicações, em ciclos que vem se tornando cada vez mais curtos e durante os quais a geração de resíduos encontra seus picos. A empresa se vê forçada a acompanhar os movimentos do ambiente, sob pena de tornar sua operação inviável e colocar em risco sua sobrevivência.

De fato e em acordo com a literatura estudada, a legislação concernente ao tema é escassa e muitas vezes inócuas. Foi interessante observar que mesmo sem ser legalmente obrigada, a empresa busca evitar que as sucatas provenientes de sua operação acabem em aterros sanitários ou que sejam geradas sem necessidade. Para isso existem respectivamente políticas internas de seleção de compradores para seus ativos, e processos maduros e amplamente disseminados de desmanche e reaproveitamento de peças e componentes. O desmanche, inclusive, não só é benéfico ao meio ambiente, como gera economias de custo para a empresa.

O papel dos fornecedores de equipamentos, tanto de telecomunicações quanto de informática, deixa a desejar em termos de responsabilidade e pró-atividade. Com exceção dos fabricantes de baterias, que são legalmente obrigados a receber de volta e reciclar seus produtos, os principais fornecedores da empresa estudada não oferecem ou não incentivam a coleta e reaproveitamento de seus produtos.

Finalmente, também foi constatado que embora sejam mais freqüentemente tratados como os vilões do lixo eletrônico, os computadores representam uma parcela muito pequena da massa de resíduos perigosos originados na empresa. Os equipamentos de telecomunicações superam por ampla margem os de informática nas listas de resíduos, tanto em termos de quantidades quanto de peso, na empresa estudada.

As constatações do estudo podem servir como auxílio no direcionamento de futuras ações de conscientização ambiental da empresa. Através do conhecimento do tamanho do risco ambiental que seu lixo atualmente representa, a sua origem e como se estrutura a cadeia

de pós-consumo, a empresa poderá incentivar as práticas mais conscientes de descarte de seus resíduos eletrônicos nos pontos onde serão mais eficazes. É recomendável que a empresa prossiga com as práticas já amplamente difundidas de desmanche e reaproveitamento de peças e componentes. Essas ações já são um passo importante na redução do impacto ambiental de sua operação.

Além disso, é importante que a empresa se mantenha atualizada sobre outras organizações que atuam na cadeia de pós-consumo dos resíduos eletrônicos, incluindo seus fornecedores. Trata-se de uma cadeia relativamente nova no país e com grandes possibilidades de desenvolvimento, que pode representar oportunidades reais de melhoria nas práticas de descarte de resíduos, inclusive envolvendo ganhos financeiros.

Embora a temática do lixo eletrônico venha ganhando destaque crescente, sua literatura ainda é muito limitada. Uma das carências principais refere-se ao estudo da viabilidade econômico-financeira da reciclagem dos componentes elétricos e eletrônicos, que favorece trabalhos na área de finanças. Em operações, são interessantes estudos de processos eficientes de renovação da planta, bem como da estruturação de novos negócios voltados à reciclagem desses resíduos especiais.

REFERENCIAS

- ABNT. 2010. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação.** Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2010.
- ANATEL. 2010. Agência Nacional de Telecomunicações. **Relatório Anual 2009.** Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 16 out. 2010.
- BAN, SVTC. 2010. The Basel Action Network and Silicon Valley Toxics Coalition. **Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia.** 2002. Disponível em: <<http://www.ban.org/E-Waste/technottrashfinalcomp.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2010.
- BRASIL. 1999. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº. 257, de 30 de junho de 1999 – In: Resoluções, 1999.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html>>. Acesso em: 15 out. 2010.
- BRASIL. 2010. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 3 ago., 2010.
- CMRR - CENTRO MINEIRO DE REFERÊNCIA EM RESÍDUOS. **Resíduos.** Disponível em: <<http://www.cmrr.mg.gov.br/interna.aspx?id=70>>. Acesso em: 15 set. 2010.
- FERREIRA, J.; FERREIRA, A. **A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica.** Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, Brasil, v. 3, n. 3, p. 157-170, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- GRIMBERG, E. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social.** 2005. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/lpm/gest%C6o%20de%20residuos.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2010.
- IPEA. 2010. **Desafios e oportunidades do setor de telecomunicações no Brasil.** Disponível

em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100607_comunicaipa_57.pdf. Acesso em: 26 out. 2010.

LACERDA, L. Logística Reversa - Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. 2002. Disponível em:

<http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=763&Itemid=74>. Acesso em 31 de Agosto de 2010.

LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. 1.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

MATTOS, K. M. C. et al. Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_11709.pdf>. Acesso em: 20 set. 2010.

MEIRELLES, F. S. Tecnologia de Informação: 21ª Pesquisa Anual do Uso de TI, 2010. Disponível em:

<<http://www.eaespcv.org.br/subportais/interna/relacionad/gvciapesq2010.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2010.

OLIVEIRA, A. L. B. Bolsa de resíduos: um instrumento de gerenciamento de resíduos decorrentes de atividades produtivas. 2006. 100 f. Dissertação (Engenharia de Produção Química) - Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, 2006.

PARLAMENTO EUROPEU (a). Diretiva 2002/95/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 2003: Relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos elétricos e Eletrônicos, Em: Jornal Oficial da União Européia de 13.2.2003

PARLAMENTO EUROPEU (b). Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 2003: Relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), Em: Jornal Oficial da União Européia de 13.2.2003.

REVLOG. Why Reverse Logistics? Disponível em:

<<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/Introduction.htm>>. Acesso em: 05 out. 2010.

RODRIGUES, Â. C. Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alternativas de Política e Gestão. 2003. Disponível em:

<http://www.sfic.org.br/iel/bolsaderesiduos/Artigos/Artigo_Equi_Elet.pdf>. Acesso em: 20 set. 2010.

TELEBRASIL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TELECOMUNICAÇÕES; TELECO. O desempenho do setor de telecomunicações no Brasil: séries temporais – 1º trimestre de 2009. Disponível em: <www.telebrasil.org.br/saibamais>. Acesso em: 20 out. 2010.

UNEP/STEP - Solving the e-waste problem. RECYCLING – FROM E-WASTE TO RESOURCES. 2009. Disponível em: <http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf>. Acesso em: 09 set. 2010.

YIN, R. K. Estudo de caso: Planejamento e Métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.