

NINA ROSA FERNANDES DINIZ

**GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR:
PROCESSOS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS DE INFORMÁTICA**

Trabalho de Conclusão Final apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), para obtenção do título *de Magister Scientiae*.

FLORESTAL
MINAS GERAIS - BRASIL
2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Florestal

T

D585g
2016

Diniz, Nina Rosa Fernandes, 19-
Gestão ambiental em instituições públicas de ensino superior : processos de destinação de resíduos eletrônicos de informática / Nina Rosa Fernandes Diniz. – Viçosa, MG, 2016.
vii, 50f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Fábio André Teixeira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 40-45.

1. Administração pública. 2. Eficiência organizacional.
3. Gestão ambiental. 4. Aparelhos e materiais eletrônicos - Resíduos - Eliminação. 5. Lixo eletrônico - Eliminação.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Administração. Programa de Pós-graduação em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP). II. Título.

CDD 22. ed. 351.8151

NINA ROSA FERNANDES DINIZ

**GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR:
PROCESSOS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS DE INFORMÁTICA**

Trabalho de Conclusão Final apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), para obtenção do título *de Magister Scientiae*.

APROVADO: 01 de abril de 2016.

Adriel Rodrigues de Oliveira

Cláudio Lisias Mafra de Siqueira

Fábio André Teixeira
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Deus!

Aos meus pais, Evandro e Sarahy, pelas orientações de toda vida, grande apoio e amor infinito.

Ao Ricardo pela cumplicidade, companheirismo e grande paciência.

À equipe do PROFIAP, em especial meu orientador e co-orientadores, por todo o suporte e estímulos.

Ao Evandro, Laura, Tati e Alexandre pelas ajudas na construção desse trabalho.

Aos colegas de trabalho na DSS/UFV por todo o incentivo e parceria, em especial à Débora por todo o carinho e apoio: você foi fundamental nessa caminhada!

Aos amigos conquistados nessa trajetória, principalmente os amigos de Viçosa: Eliane, Aline, Renata e Carlos Pedro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	V
LISTA DE QUADROS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Resíduos no mundo	3
2.2. Resíduo eletrônico no mundo	8
2.2.1. Resíduo eletrônico e toxicidade	9
2.3. Resíduo eletrônico no Brasil	12
2.4. Legislação sobre resíduo eletrônico de informática no Brasil	15
3. METODOLOGIA	21
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	24
4.1. UFOP	24
4.2. UFLA	25
4.3. UFMG	27
4.4. USP.....	28
4.5. UFV - Proposta	32
5. CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS	40
ANEXOS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de lixo no mundo versus o nível de desenvolvimento dos países.	4
Figura 2: Características do lixo produzido de acordo com o nível de desenvolvimento dos países.....	5
Figura 3: Taxa de coleta de lixo versus o nível de desenvolvimento dos países.	6
Figura 4: Taxa de eliminação controlada do lixo versus o nível de desenvolvimento dos países.....	6
Figura 5: Percentual dos tipos de e-lixo produzido no mundo em 2014.	8
Figura 6: Faturamento total das indústrias de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil entre 2009 e 2015.....	13
Figura 7: Projeto Metareciclagem: Transformações/Arte e lixo eletrônico, em Petrópolis, RJ.....	15
Figura 8: Identificação das cinco unidades estudadas.....	23
Figura 9: Fotos dos equipamentos de informática na UFLA, devidamente separados em lotes para desfazimento.	25
Figura 10: Fluxograma dos procedimentos de gestão de materiais da UFLA.	26
Figura 11: Fluxograma de Operação do CEDIR - USP.....	30
Figura 12: Processo de customização dos microcomputadores no Recicl@tesc.....	31
Figura 13: Modelo de utilização do espaço de um galpão para a Divisão de Recolhimento e Destinação de Equipamentos Eletrônicos de Informática e seus Componentes.....	35
Figura 14: Lotes de resíduos de informática devidamente separados para recolhimento pelas empresas de reciclagem no CEDIR, USP.....	37
Figura 15: Componentes dos eletrônicos de informática separados e acondicionados no CEDIR, USP.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Faturamento total das indústrias de equipamentos eletroeletrônicos por área (R\$ milhões a preços correntes).....	13
Tabela 2: Mercado de PCs e <i>Tablets</i> (em mil unidades).....	13

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação dos elementos potencialmente perigosos nos componentes dos EEE.....	10
Quadro 2: Efeitos das substâncias tóxicas presentes nos REEE em seres humanos.....	11
Quadro 3: Impactos sociais, econômicos e ambientais esperados com o Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	17

RESUMO

DINIZ, Nina Rosa Fernandes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2016. **Gestão ambiental em instituições públicas de ensino superior: processos de destinação de resíduos eletrônicos de informática.** Orientador: Fábio André Teixeira. Coorientadores: Telma Regina da Costa Guimarães Barbosa e João Alfredo Costa de Campos Melo Junior.

Há seis anos a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituiu a responsabilidade compartilhada e a logística reversa como obrigatórias para os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), incluindo a administração pública como corresponsável pelos resíduos, juntamente com a iniciativa privada e a sociedade. Mas não se definiu como deve ser o processo de logística reversa, quais as funções e quais as responsabilidades de cada participante. O Acordo Setorial para implantação de logística reversa de eletroeletrônicos ainda se encontra em discussão, de maneira que, até o momento, nada de concreto foi implantado. Diante disso, algumas instituições públicas de ensino e pesquisa iniciaram o desenvolvimento de projetos pilotos para a logística reversa de determinada categoria de REEE muito presente em sua realidade: os equipamentos eletrônicos de informática. Por meio de pesquisa qualitativa descritiva com aplicação da técnica de benchmarking, estudou-se os procedimentos instituídos nas universidades UFOP, UFLA, UFMG e USP para o desfazimento dos seus resíduos eletrônicos de informática e sugere-se o aprimoramento do processo utilizado pela UFV. Baseado nas práticas desenvolvidas no Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática da USP (CEDIR), propõe-se a criação e institucionalização de uma Divisão de recolhimento e destinação de equipamentos eletrônicos de informática e seus componentes, para centralizar os procedimentos de descarte após o desfazimento, com os deveres de recebimento, separação, análise, reaproveitamento e encaminhamento para empresas que promovam o correto descarte. Outros processos fundamentais são a descrição dos procedimentos em manuais (UFMG, UFOP e USP) e fluxogramas (UFLA), bem como a divulgação no site da UFV para que todos os interessados tenham fácil acesso (UFMG, UFOP e USP), além do registro e acompanhamento através de um sistema de controle de patrimônio (UFMG, UFOP, UFLA, UFV e USP). Sugere-se um modelo de projeto piloto que pode ser adaptado e implantado em outras diversas unidades, além da UFV.

ABSTRACT

DINIZ, Nina Rosa Fernandes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, april of 2016. **Environmental management in higher education public institutions: computer electronic waste disposal procedures.** Adviser: Fábio André Teixeira. Co-advisers: Telma Regina da Costa Guimarães Barbosa and João Alfredo Costa de Campos Melo Junior.

Six years ago, the Nacional Policy of Solid Residue introduced shared responsibility and reverse logistics as obliged for the waste electrical and electronic equipment (WEEE), putting the government as co-responsible for residues, along with private initiative and society. But it has not defined how the process of reverse logistic should be, what are the roles and which are the responsibilities of each participant. The Sectoral Agreement for deployment of reverse logistic for electronics is still under discussion, so that, to date, nothing concrete has been deployed. Therefore, some public education and research institutions began to develop pilot projects for reverse logistics of certain category of electronic devices residues [WEEE] very present in their realities: the computer electronics. By descriptive qualitative research with application of benchmarking technique, the procedures established in the universities UFOP, UFLA, UFMG and USP, for the undoing of the computer eletronic waste were studied and improvements were sugested for the process used by UFV. Based on the practices developed in the Disposal and Reuse Center of Computer Waste from USP, it proposes the creation and institutionalization of a Division of collection and disposal of computer equipment and its electronic components in order to centralize disposal procedures after the undoing, with the duties of receipt, separation, analysis, reuse and referrals to companies that promote the proper disposal. Other key processes are the description of the manual procedures (UFMG, UFOP and USP) and flowcharts (UFLA), and the public disclosure in the UFV website for all interested parties to have easy access (UFMG, UFOP and USP), in addition to recording and monitoring through an asset tracking system (UFMG, UFOP, UFLA, UFV and USP). It is suggested a pilot project model that can be adapted and implemented in other various units, in addition to UFV.

1. INTRODUÇÃO

A gestão ambiental dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) tem se tornado cada vez mais presente e urgente. Segundo a Diretiva Européia nº65 de 2011 (2011/65/EU), os equipamentos eletroeletrônicos são classificados em 11 categorias de acordo com vida útil e composição, entre outros quesitos. A categoria Equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação é composta por computadores pessoais, *laptops*, *netbooks*, minicomputadores, *mainframes*, impressoras, calculadoras, aparelhos de fax, celular, telefone, *tablet*.

Esses REEE são compostos por diversos materiais como plásticos, vidros e mais de vinte metais pesados, cada um deles nas mais diferentes concentrações. Como esses metais pesados podem ser tóxicos tanto para os que manipulam esses resíduos incorretamente, como para o meio ambiente e o homem, sua correta destinação demanda grande atenção (ABDI, 2012).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010) obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturarem e implementarem sistemas de logística reversa para os produtos eletrônicos e seus componentes. Ela também institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, tornando o poder público, o setor empresarial e a sociedade corresponsáveis pela efetividade das ações, mas sem definir os deveres e responsabilidades de cada ator (SANT'ANNA, 2014).

Apesar de ter sido promulgada em 2010, a PNRS não se fez cumprir em relação aos eletrônicos de informática. Até o momento, ainda se encontra em discussão o Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus componentes, cujo edital de chamamento foi publicado em 13 de fevereiro de 2013 (MMA, 2013).

Diante da urgência do problema e da demora na efetividade das ações, algumas instituições de ensino superior tem iniciado o desenvolvimento de seus próprios projetos pilotos para o desfazimento correto de seus equipamentos de informática (SIGRIST et alii, 2015; PEREIRA; CARVALHO, 2011; SANTOS; CÂMARA, 2013). O papel das universidades é fundamental por serem fonte de pesquisa e inovação no país, terem grande influência no desenvolvimento e disseminação de valores econômicos e sociais, além de

consumirem muitos produtos eletrônicos de informática, sendo, no mínimo, corresponsáveis no gerenciamento de seus próprios resíduos eletrônicos de informática (SANT'ANNA, 2014).

Assim, essa pesquisa se propõe a responder a seguinte questão: Como gerenciar e destinar de forma sustentável os resíduos eletrônicos de informática em uma instituição de ensino superior?

Para identificar quais os possíveis processos e procedimentos, realizou-se uma pesquisa qualitativa descritiva através da técnica de *benchmarking* em cinco universidades: Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade de São Paulo (USP).

De maneira geral, objetivou-se descrever os processos de destinação de resíduos eletrônicos de informática em instituições de ensino superior através de um estudo multicase. Especificamente, objetivou-se apresentar as legislações que abrangem o desfazimento dos resíduos de eletrônicos de informática das instituições públicas brasileiras; apontar os procedimentos para desfazimento desses resíduos aplicados nas universidades UFOP, UFLA, UFMG e USP; e sugerir um modelo de projeto piloto para o desfazimento dos resíduos eletrônicos de informática da UFV.

Na seção subsequente apresenta-se a revisão de literatura acerca do tema, abrangendo os resíduos no mundo de maneira geral, o resíduo eletrônico no mundo e suas toxicidades, o resíduo eletrônico no Brasil e as legislações brasileiras sobre sua destinação. Na terceira seção expõe-se a metodologia aplicada. A quarta seção identifica os processos utilizados em cada uma das universidades estudadas e culmina com uma proposta de projeto piloto para o desfazimento dos resíduos eletrônicos de informática na UFV. Na quinta seção conclui-se a pesquisa apontando caminhos que ainda devem ser percorridos para o efetivo desenvolvimento e implantação do modelo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A produção de lixo de diferentes tipos e quantidades pode ser considerada inerente ao homem em sociedade. Quando ainda nômade ou em pequenas tribos, o impacto ambiental era pequeno devido ao baixo quantitativo. No entanto, com o surgimento das cidades e aumento da população, o lixo passou a se tornar um problema concentrado e maior. No início da urbanização, o abandono do lixo nas próprias ruas da cidade proporcionaram diversos problemas sanitários, inclusive com consequências epidêmicas, como a Peste Negra (LEMOS; MENDES, 2014).

Com a Revolução Industrial, não apenas o volume aumentou consideravelmente, como também houve a diversificação da espécie do lixo, devido à extração e produção de resíduos tóxicos e não-naturais ao ambiente e ao homem. Tamanha alteração nos padrões de produção e consumo provocaram graves consequências ambientais e de saúde, acabando por obrigar também uma mudança das atitudes do homem em relação ao destino de seu próprio lixo, inclusive gerando legislações em todo o mundo com definições, limitações e obrigações, como é discutido a seguir.

2.1. Resíduos no mundo

O Panorama de Gerenciamento Global de Lixo (GWMO, em inglês) foi lançado em setembro de 2015 pela Associação Internacional de Lixo Sólido (ISWA, em inglês), em parceria com o Centro Internacional de Tecnologia Ambiental do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente).

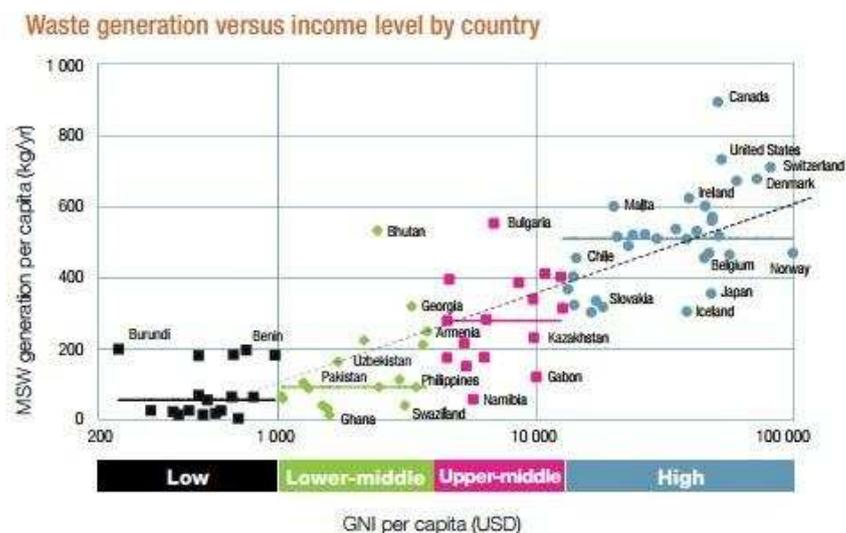
Em seu lançamento, o Diretor Executivo do PNUMA, Achim Steiner, lançou uma perspectiva diferente:

Uma resposta urgente para os problemas de lixo não é apenas um problema ambiental e de saúde pública, mas também um investimento econômico. A falta de ação está custando aos países de 5 a 10 vezes mais do que os próprios investimentos em gerenciamento de lixo. (PNUMA, 2016).

Assim, para reforçar a evolução do problema ao longo dos séculos até hoje, e também para os anos que ainda virão, o relatório apresenta as diferenças quantitativas e qualitativas de produção de lixo entre os países de acordo com

a Renda Nacional Bruta (RNB) per capita e demonstra, dentre outras questões, que quanto maior a RNB per capita, mais quilos de lixo por ano são produzidos, ou seja, países mais desenvolvidos geram maior quantitativo de resíduos (Figura 1).

Figura 1: Produção de lixo no mundo versus o nível de desenvolvimento dos países.



Notes: Based on data from 82 countries using the latest available data within the period 2005-2010. For 12 countries, the latest available data was older than 2005.

Regression: $y = 109.67 \ln(x) - 651.45$, $R^2 = 0.72$

Data sources: EMC's Master Country Database (n.p., 2014) using primarily data from the EU, OECD and World Bank; Lawless (2014), Waste Atlas: Recycling and resource recovery around the world (Unpublished master's thesis), University of Leeds, Leeds, UK. Both were prepared for the GWMIO (see Annex B, under Waste databases).

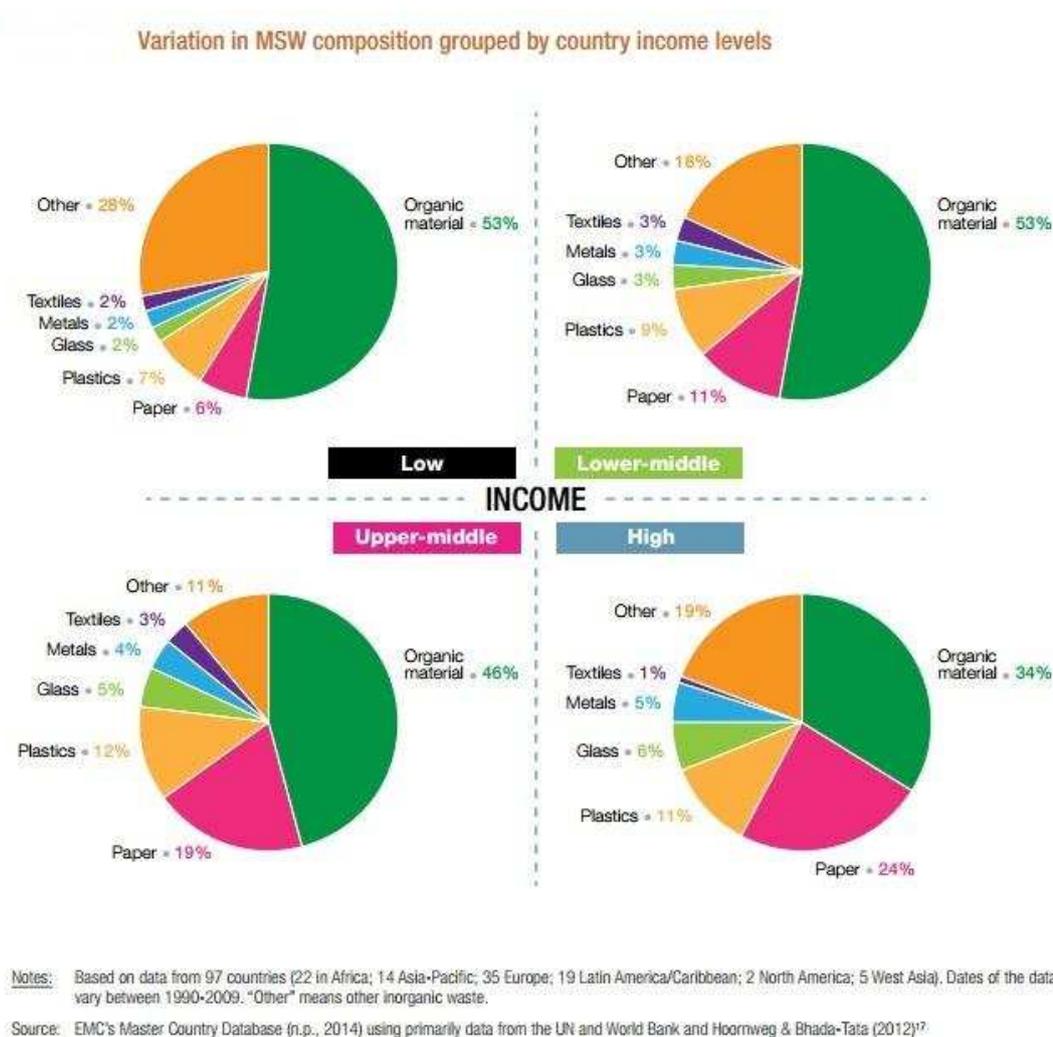
Fonte: PNUMA (2015, p. 55)

Como ilustrado, em geral, os países com baixo RNB per capita produzem até 200Kg de lixo por ano per capita, enquanto que nenhum país com alto RNB per capita produz menos de 200Kg de lixo por ano per capita, e ainda podem chegar até cerca de 900Kg de lixo por ano per capita (Figura 1).

Ainda neste contexto, percebe-se que, à medida que a renda da população aumenta, modifica-se seu padrão de consumo para menor quantidade percentual de material orgânico e maior quantidade de metais, vidros, plásticos e papéis (Figura 2), resíduos estes de reciclagem mais difícil e cara.

A composição percentual de matéria orgânica no lixo diminui de 53% para 34% à medida que a RNB per capita aumenta, a composição percentual de vidro triplica (de 2% para 6%) e a de papel quadruplica (de 6% para 24%) dos países com alto RNB per capita em relação aos países com baixo RNB per capita (Figura 2).

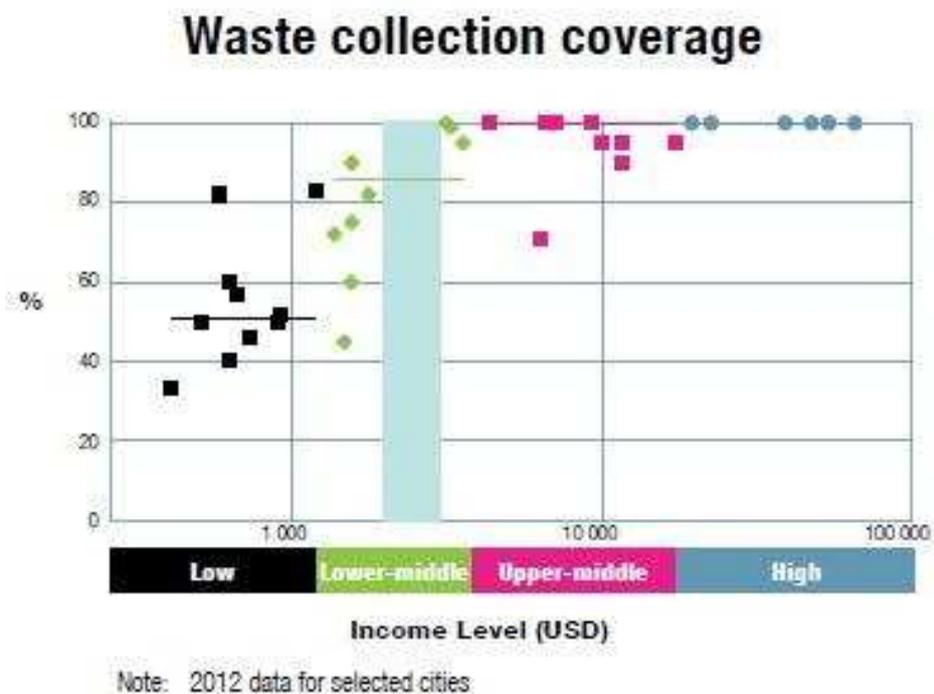
Figura 2: Características do lixo produzido de acordo com o nível de desenvolvimento dos países.



Fonte: PNUMA (2015, p. 57)

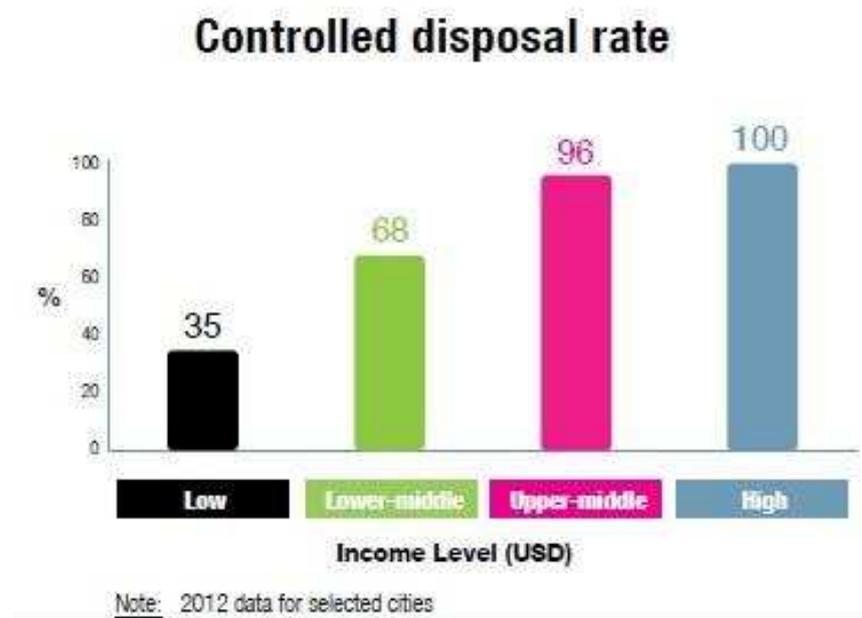
Até a década de 90, a cobertura média de coleta nos países em desenvolvimento era em torno de 50% e em muitos desses países nem havia eliminação controlada. Esses dados em muito melhoraram nos últimos 26 anos. Os países com alto RNB per capita já apresentam 100% de coleta de lixo e taxa de eliminação controlada (Figura 3 e Figura 4), mas ainda se estima que cerca de dois bilhões de pessoas continuem sem coleta de resíduos sólidos e três bilhões de pessoas não tenham acesso a instalações de eliminação de resíduos no mundo todo (PNUMA, 2015).

Figura 3: Taxa de coleta de lixo versus o nível de desenvolvimento dos países.



Fonte: PNUMA (2015, p. 63)

Figura 4: Taxa de eliminação controlada do lixo versus o nível de desenvolvimento dos países.



Fonte: PNUMA (2015, p. 65)

Apesar dos países menos desenvolvidos produzirem maior porcentagem das categorias de lixos cuja reciclagem é mais fácil (por exemplo, material orgânico), os países com maior RNB per capita apresentam maiores investimentos em serviços de coleta de lixo, coleta seletiva, reciclagem e destinação ambientalmente correta. Assim, é urgente que os países em desenvolvimento aprimorem seus conceitos e técnicas de gestão de resíduos e recursos, implementando políticas e práticas que promovam a redução, o reuso e a reciclagem.

Essas três palavras - Redução, Reuso e Reciclagem -, compõem a política dos 3Rs apresentada durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro em 1992, que ficou conhecida como Conferência da Terra. Hoje, o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2016) define que Reduzir significa consumir menos e preferir os produtos que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade, Reutilizar significa garantir que o produto seja usado o máximo possível e Reciclar envolve a transformação dos materiais para a produção de matéria-prima para outros produtos.

Como promove os princípios de prevenção e não-geração de resíduos, o Conceito dos 3Rs tem sido cada vez mais utilizado. A Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), amplia o conceito dos 3R's em seu Art. 9º, quando define “a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

Dentre os mais variados tipos de resíduos, alguns têm urgência por uma gestão sustentável e são chamados:

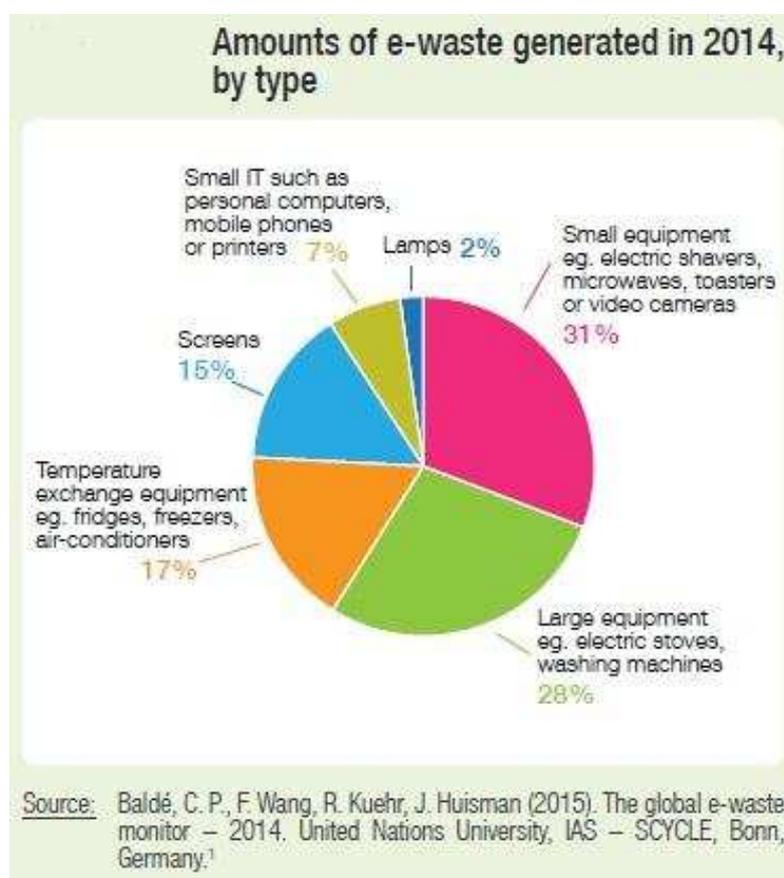
resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica. (BRASIL, 2010, Art. XIII)

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são classificados, devido seu potencial de contaminação, como perigosos (Classe I) (XAVIER; CARVALHO, 2014), os quais serão discutidos adiante.

2.2. Resíduo eletrônico no mundo

Os REEE também são conhecidos como e-lixo e englobam desde geladeiras e liquidificadores até televisões, computadores e celulares, além de lâmpadas (UE 2012/19/UE, 2016). A Universidade das Nações Unidas estimou que 41,8 milhões de toneladas de e-lixo tenham sido gerados em 2014, com diferentes percentuais conforme a origem (Figura 5). Esse volume foi quase 25% maior que em 2010, quando a produção foi de cerca de 33,8 milhões de toneladas, estimando-se que em 2018 a geração anual de e-lixo ultrapasse 50 milhões de toneladas (PNUMA, 2015).

Figura 5: Percentual dos tipos de e-lixo produzido no mundo em 2014.



Fonte: PNUMA (2015, p. 96)

Essa grande produção de e-lixo se deve a vários fatores. Um deles é a obsolescência programada que consiste na redução do tempo de vida do produto eletroeletrônico, por exemplo, pelo uso de materiais menos resistentes em sua fabricação. Também ocorre a obsolescência induzida através de estímulos ao consumo que fazem com que o consumidor substitua o produto ainda em condições de uso por outro com novo *design* ou maior desempenho (XAVIER, 2014).

Tamanho é o volume de REEE já existente e com crescimento contínuo no país que, ou o poder público desenvolveu sua legislação e seus mecanismos para destinar o e-lixo em cada município, ou a própria sociedade tomou a iniciativa, ou ambos. Assim, constituíram-se diferentes sistemas, dentre os quais destacam-se coleta voluntária (CHELOTTI et al., 2015; SIGRIST et al., 2015), entrega no comércio (RECICLAR CONECTA, 2016), coleta como responsabilidade pública (NOGUEIRA, 2011), correta destinação obrigatória pela empresa produtora ou importadora (POSITIVO INFORMÁTICA, 2016) ou até empresas especializadas que podem ser terceirizadas (KUNRATH; VEIT, 2015).

Mas existe uma convenção mundial que limita as características desse descarte. A Convenção de Basileia, realizada na Suíça na década de 80, restringiu e regulamentou a movimentação de resíduos perigosos em todo o mundo com o objetivo de impedir que os países desenvolvidos destinem seus lixos tóxicos (e aqui incluem-se os e-lixos) para os países em desenvolvimento (VEIGA, 2007).

O Brasil é signatário dessa Convenção e a PNRS a referenda ao proibir expressamente em seu Art. 49 a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, mesmo que sejam para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação (BRASIL, 2010).

Tamanha é a preocupação com a toxicidade de equipamentos eletrônicos que é preciso aprofundar no assunto e esclarecer, inclusive, os problemas quanto à sua manipulação.

2.2.1. Resíduo eletrônico e toxicidade

A composição dos REEE pode ser dividida em materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. Os metais podem ser caracterizados como metais preciosos (ouro, prata, paládio e platina), metais base (cobre, alumínio, níquel, estanho, zinco e ferro) e metais tóxicos (mercúrio, berílio, índio, chumbo, cádmio, arsênio e antimônio). Os materiais cerâmicos são compostos basicamente de sílica, alumina, óxidos alcalinos e alcalino-terrosos, entre outros óxidos. E os materiais poliméricos são, principalmente, ABS (copolímero derivado dos três monômeros: acrilonitrila, butadieno e estireno), HIPS

(poliestireno de alto impacto) e PVC (policloreto de vinila), polietileno, polipropileno e policarbonatos (MORAES et al., 2014).

A Europa regulamentou a questão da periculosidade dos equipamentos elétricos e eletrônicos na Diretiva nº2011/65/EU, segundo a qual os Estados-Membros devem assegurar que seus produtos contenham, no máximo, 0,1% de chumbo, 0,1% de mercúrio, 0,01% de cádmio, 0,1% de cromo hexavalente, 0,1% de bifenilos polibromados e 0,1% de éteres difenílicos polibromados. Essa, e outras Diretivas Europeias, são reconhecidas como as mais rigorosas em relação à gestão dos REEE até o momento (MORAES et al., 2014). No Brasil ainda não há legislação tão específica para os eletrônicos de informática.

Esses elementos são potencialmente tóxicos e estão presentes nos mais diversos componentes dos REEE (Quadro 1).

Quadro 1: Relação dos elementos potencialmente perigosos nos componentes dos EEE.

Componentes	Aplicações	Elementos potencialmente perigosos
Placas de circuito interno	Utilizadas em quase todos os EEE, desde geladeiras modernas até computadores.	Chumbo (Pb) e antimônio (Sb) em ligas, cádmio (Cd) em contatos e interruptores, mercúrio (Hg) em interruptores e relés, retardantes de chama bromados.
Baterias	EEE portáteis.	Níquel (Ni) e Cd em baterias Ni-Cd, Pb em baterias chumbo-ácidas, mercúrio em baterias de Hg.
Componentes contendo mercúrio	Termostatos, sensores, relés, interruptores, lâmpadas, equipamentos médicos, equipamentos de telecomunicação.	Mercúrio (Hg).
Tubos de raios catódicos	TVs antigas, monitores antigos, osciloscópio.	Pb, Sb, Cd no vidro.
Cabos, cordões e fios	Diversos.	Cd, cobre (Cu), plástico, PVC (cloreto de polivinila), retardantes de chama bromados.
Visor de cristal líquido (LCDs)	Diversos.	Cerca de 20 substâncias distintas.
Circuitos de refrigeração	Aparelhos antigos de ar condicionado, freezers, geladeiras.	Clorofluorcarbonos (CFCs)
Cartuchos de tinta	Impressoras, aparelhos de fax, copiadoras.	Poeira de carbono e negro de fumo, material produzido a partir da combustão incompleta de derivados pesados de petróleo.

Fonte: GOUVEIA et al., 2014

Mas também fundamental é ressaltar as diversas formas de contaminação e os efeitos que essas toxinas provocam no organismo (Quadro 2).

Quadro 2: Efeitos das substâncias tóxicas presentes nos REEE em seres humanos.

Substância	Via de contaminação	Efeito
Cádmio	Manuseio.	Dermatite.
	Inalação e ingestão de alimento e água contaminada.	Disfunção renal, comprometimento pulmonar, nos ossos e no fígado.
Chumbo	Ingestão de alimento e água contaminada, inalação e manuseio.	Disfunção renal, anemia, alterações no sistema nervoso e reprodutivo, alterações no fígado e aumento da pressão sanguínea.
Cristal líquido	Manipulação.	Dermatite.
CFCs	-	Destroi a camada de ozônio, com efeitos indiretos ao ser humano.
Mercúrio	Ingestão de alimentos, como peixes e crustáceos contaminados, inalação e manuseio.	Lesões renais, alterações neurológicas, alterações no sistema digestivo.
Níquel	Manipulação.	Dermatite.
	Ingestão de água e alimentos contaminados.	Alterações no sistema digestivo.
	Inalação de poeira contendo este metal.	Alteração de células sanguíneas, alterações renais e comprometimento pulmonar.
Poeira de carbono e negro de fumo	Inalação de poeira.	Comprometimento pulmonar.
PVC	Manipulação.	Dermatite.
	Inalação de dioxinas e furanos decorrentes de incineração.	Alterações no aparelho reprodutivo e no sistema linfático, ação teratogênica e carcinogênica.
Retardantes de chama bromados	Manipulação.	Ainda em avaliação para seres humanos. Diversos efeitos em animais em exposições crônicas, entre eles efeitos neurotóxicos, no sistema endócrino e imunológico.
	Inalação.	Inalação de dioxinas e furanos decorrentes de incineração.
Antimônio	Manipulação.	Dermatite.
	Inalação de poeira contendo esse metal.	Irritação do trato respiratório e substância potencialmente carcinogênica.

Fonte: GOUVEIA et al., 2014

A grande preocupação com a correta destinação desses materiais deve-se, acima de tudo, pela sua toxicidade transferida ao meio ambiente em solos, ar e água, seja em lixões, aterros sanitários ou, simplesmente, abandonados em terrenos. Tais metais podem penetrar no solo, contaminar lençóis freáticos, serem absorvidos por outros seres vivos e acumularem-se na cadeia da vida, afetando a todos, não apenas os que os manipulam diretamente (ABDI, 2012).

O Brasil, juntamente com Colômbia, Quênia, México, Marrocos, Peru, Senegal, África do Sul e Uganda, está entre os principais países em desenvolvimento que reciclam REEE em pequena escala e usando técnicas primitivas. Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como máscaras, óculos, luvas e avental, dentre outros, são básicos para a correta manipulação dos REEE, mas não são frequentemente usados pelos catadores de lixo, por exemplo (UNEP, 2007).

De fato, para o processo de reciclagem de REEE se tornar viável, é preciso conhecer os materiais que os compõe, saber separá-los corretamente e com segurança e direcionar tecnologias que consigam sua recuperação. A seguir, se analisa melhor a dimensão da realidade brasileira e os desafios para que se alcance esse ideal de reciclagem de REEE.

2.3. Resíduo eletrônico no Brasil

A Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) informou que o faturamento da indústria eletroeletrônica em 2014 foi de R\$153,8 bilhões e R\$142,5 bilhões em 2015. Apesar de haver queda no faturamento desde 2013 devido à crise econômica e política atual, percebe-se que houve expressivo crescimento nos últimos seis anos (Figura 6).

Somente as indústrias de informática faturaram mais de 37 bilhões de reais em 2014, representando cerca de 24% do faturamento total das indústrias de equipamentos eletroeletrônicos, e mais de 30 bilhões de reais em 2015, cerca de 21% do faturamento (Tabela 1). Em específico o mercado de PCs e *tablets* comercializou quase 20 milhões de unidades no ano de 2014 e mais de 12 milhões em 2015 (Tabela 2) e, em cerca de cinco anos, metade deles apresentarão algum defeito (IDEC, 2016).

Figura 6: Faturamento total das indústrias de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil entre 2009 e 2015.



Fonte: ABINEE (2016)

Tabela 1: Faturamento total das indústrias de equipamentos eletroeletrônicos por área (R\$ milhões a preços correntes)

Áreas	2013	2014	2015
Automação Industrial	4.368	4.523	4.508
Componentes Elétricos e Eletrônicos	10.696	10.370	10.071
Equipamentos Industriais	23.599	25.718	26.550
Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica	16.220	15.742	16.103
Informática	47.046	37.660	30.170
Material Elétrico de Instalação	9.478	9.689	8.472
Telecomunicações	26.689	29.592	28.309
Utilidades Domésticas	18.649	20.522	18.357
Total:	156.745	153.816	142.540

Fonte: ABINEE (2016)

Tabela 2: Mercado de PCs e Tablets (em mil unidades)

Mercado de PCs e Tablets (em mil unidades)	Desktops	Notebooks	Tablets	PCs + Tablets
2012	6.582	8.932	3.303	18.817
2013	5.748	8.196	8.386	22.331
2014	3.974	6.361	9.463	19.798
2015	2.546	4.044	5.846	12.436

Fonte: ABINEE (2016)

Sobre o que já tem se tornado resíduo eletrônico, a iniciativa STEP -, *Solving The E-waste Problem*, uma aliança entre ONU, empresas, governos e ONGs de todo o mundo, criou um mapa global de lixo eletrônico: *E-waste World Map*. A ferramenta mapeou a quantidade de resíduos eletrônicos produzida em cada país, identificando o Brasil como responsável por 1,4 milhão de toneladas de lixo eletrônico em 2014, equivalente a média de 7Kg por habitante. Na América Latina, o Brasil só perdeu para o México, cuja média é de 9Kg por habitante, e está ainda distante do líder EUA, responsável por 29,8Kg por habitante. (STEP, 2015).

A PNRS estabelece que o

titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010, Art. XXXVI).

Apesar de já terem sua profissão reconhecida na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), por meio da Portaria nº397 de 09 de outubro de 2002, esse ainda é um emprego com maioria informal (MTE, 2010). Quando organizados em cooperativas e devidamente treinados, os catadores ficam mais conscientes dos riscos que os eletrônicos de informática oferecem e são capazes de manipulá-los e destiná-los corretamente. Mas grande parte ainda não reconhece o perigo, não sabe separar os equipamentos corretamente, não os armazenam apropriadamente e nem conseguem receber adequadamente por seus trabalhos (DIAS et al, 2014).

Devido, ainda, à não-destinação adequada de resíduos eletrônicos de informática, outras maneiras de utilização vão sendo criadas. É o caso do projeto Metareciclagem: Transformações/Arte e lixo eletrônico (FAETERJ, 2016), com coordenação e criação do artista plástico Cocco Barçante, em Petrópolis, Rio de Janeiro (Figura 7).

O projeto reaproveita REEE transformando-os em quadros, painéis e maquetes, em um projeto misto envolvendo educação ambiental, metareciclagem e economia solidária e com benefício sócio cultural direto para toda a comunidade envolvida.

Figura 7: Projeto Metarreciclagem: Transformações/Arte e lixo eletrônico, em Petrópolis, RJ.



Fonte: Facebook Metarreciclagem Faeterj / Petrópolis / Cocco Barçante

Diante de tamanho desafio, o governo brasileiro tem criado legislações que orientam o gerenciamento dos resíduos eletrônicos com divisão de responsabilidades entre todos os envolvidos, como se discute a seguir.

2.4. Legislação sobre resíduo eletrônico de informática no Brasil

No Brasil, o principal norteador no gerenciamento dos resíduos eletrônicos é a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual

[...] reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010, Art. IV).

O Capítulo III refere-se às Responsabilidades dos Geradores e do Poder Público, discorrendo na Seção II sobre a Responsabilidade Compartilhada:

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Em específico sobre os produtos eletroeletrônicos e seus componentes, o Art. 33 obriga a estruturar e implementar sistemas de logística reversa.

De acordo com esse sistema proposto pela PNRS, Lemos e Mendes (2014) explicam que os consumidores deverão efetuar a devolução dos resíduos

eletroeletrônicos e seus componentes aos comerciantes ou distribuidores que, então, deverão repassá-los aos fabricantes ou importadores para destinação final ambientalmente adequada.

Para que toda a logística fosse elaborada, foi publicado em 13 de fevereiro de 2013 o Edital de Chamamento n°1/2013, conclamando fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes a apresentarem proposta de Acordo Setorial ao Ministério do Meio Ambiente visando à implantação do Sistema de Logística Reversa de abrangência nacional de tais produtos (LEMOS; MENDES, 2014).

Tal edital prevê, no item 4.3, que o Acordo Setorial pode contar com a participação das cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis, das indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem dos REEE, das entidades de representação dos consumidores, e também do poder público federal, estadual e municipal (MMA, 2013).

Segundo o site do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR, 2016), foram apresentadas dez propostas de acordo setorial até junho de 2013. Dentre essas dez, quatro foram consideradas válidas para negociação e devolvidas para a construção de uma única proposta. A proposta unificada foi apresentada em janeiro de 2014 e encontra-se em negociação. A próxima etapa é a Consulta Pública.

Portanto, o sistema de Logística Reversa estabelece que todos os envolvidos são responsáveis pelo processo, mas, como o Acordo Setorial não foi finalizado, não há, ainda, especificações dos deveres e direitos de cada envolvido.

A importância desse acordo setorial é ainda maior porque um Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE pode trazer benefícios que vão além dos impactos já esperados, melhorando as condições sociais, econômicas e ambientais do país, como geração de emprego e renda, economias financeiras no setor industrial, além de minimizar problemas de saúde que podem ser gerados pelo manuseio incorreto dos REEE (Quadro 3).

Quadro 3: Impactos sociais, econômicos e ambientais esperados com o Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Sociais	Econômicos	Ambientais
Geração de empregos formais.	Maior retorno ao mercado de matérias-primas advindas da reciclagem de REEE.	Diminuição de casos de descarte incorreto de REEE.
Fortalecimento das associações de catadores com geração de oportunidades de prestação de serviços ao sistema.	Fortalecimento da indústria da reciclagem pelo consequente aumento da demanda.	Melhoria da qualidade dos serviços de reciclagem e consequente menor nível de rejeitos nos aterros.
Promoção de maior conscientização da população quanto às questões ambientais relacionadas aos equipamentos eletroeletrônicos.	Desenvolvimento de conhecimento e tecnologias relacionadas à reciclagem de REEE.	Redução de gasto energético por conta de uso de reciclados (ex: o gasto de energia para reciclagem de alumínio é 95% menor do que para a sua produção primária).
Minimização de problemas de saúde causados pelo manuseio incorreto de REEE.	Geração de emprego e renda.	Redução do volume e diversidade de eletroeletrônicos destinados a aterros.

Fonte: INVENTTA, 2012 apud DIAS et al. (2014, p. 95).

Em específico sobre as responsabilidades e atuações da administração pública quanto à gestão socioambiental, há a Agenda Ambiental na Administração Pública, conhecida como A3P.

Criada em 1999 como um projeto do Ministério do Meio Ambiente, seu principal desafio é:

promover a Responsabilidade Socioambiental como política governamental, auxiliando na integração da agenda de crescimento econômico concomitantemente ao desenvolvimento sustentável, por meio da inserção de princípios e práticas de sustentabilidade socioambiental no âmbito da administração pública. (MMA, 2009, p. 30).

A A3P está estruturada em cinco eixos temáticos, descritos a seguir:

1. Uso racional dos recursos naturais e bens públicos;
2. Gestão adequada dos resíduos gerados;
3. Qualidade de vida no ambiente de trabalho;
4. Sensibilização e capacitação dos servidores;
5. Licitações sustentáveis.

Dentre esses eixos, dois apresentam relação direta com o lixo eletroeletrônico. O primeiro é o que se refere às licitações sustentáveis na aquisição de produtos e serviços, induzindo novos métodos de produção e concepção de atividades e comprometendo fornecedores com a responsabilidade ambiental, social e econômica dos produtos e processos relativos a eles. Nesse sentido, a Universidade de São Paulo (USP) produziu um edital base para suas licitações de equipamentos eletrônicos de informática contendo os seguintes requisitos: economia de energia elétrica, ausência de elementos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente (em conformidade com a Diretriz Europeia RoHS) e adesão aos padrões internacionais de gestão da qualidade ISO 9.001 e gestão ambiental ISO 14.001. Os equipamentos adquiridos com todas essas características são identificados com o Selo Verde da USP e garantem a redução da geração de lixo eletrônico com componentes tóxicos, facilitando os processos de reciclagem posteriores (Carvalho et al., 2014).

O segundo tópico é o de gestão adequada dos resíduos gerados. Como discutido anteriormente, ainda não existem mecanismos e procedimentos definidos e a administração pública pode se tornar referência de uma gestão socioambiental. O Manual destaca que a reciclagem começa com a coleta seletiva e o lixo eletrônico de informática é um de seus muitos produtos que devem ser corretamente geridos. Apesar de orientadora, a A3P não é obrigatória, mas a própria responsabilização pelos seus resíduos de informática, seja do setor público ou não, deve motivar iniciativas de coleta e destinação sustentável do e-lixo.

Especificamente sobre a operacionalidade dos bens materiais em instituições públicas brasileiras, incluindo-se os seus desfazimentos, ressaltam-se três legislações.

A Instrução Normativa n° 205, de 08 de abril de 1988, dispõe sobre todos os procedimentos de gestão de material: aquisição, racionalização,

recebimento e aceitação, armazenagem, requisição e distribuição, carga e descarga, saneamento de material, tipos de controle, renovação de estoque, movimentação e controle, inventários físicos, conservação e recuperação, responsabilidade e indenização e, por fim, da cessão e alienação.

Sobre a alienação, objetivo deste trabalho, a IN apresenta que compete ao Departamento de Administração ou à unidade equivalente, providenciar a alienação do material considerado antieconômico e irrecuperável, transferindo o direito de propriedade do material mediante venda, permuta ou doação (BRASIL, 1988).

O Decreto nº99.658, de 30 de outubro de 1990, “regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material” (BRASIL, 1990, p. 1).

O conceito de alienação apresentado pelo Decreto é o mesmo utilizado na IN: “operação de transferência do direito de propriedade do material mediante venda, permuta ou doação” (BRASIL, 1990, p. 1).

O Art. 3º, em seu parágrafo único descreve sobre a classificação do material considerado genericamente inservível:

- a) ocioso – quando, embora em perfeitas condições de uso, não estiver sendo aproveitado;
- b) recuperável – quando sua recuperação for possível e orçar, no âmbito, a cinquenta por cento de seu valor de mercado;
- c) antieconômico – quando sua manutenção for onerosa, ou seu rendimento precário, em virtude de uso prolongado, desgaste prematuro ou obsolescência;
- d) irrecuperável – quando não mais puder ser utilizado para o fim a que se destina devido a perda de suas características ou em razão da inviabilidade econômica de sua recuperação. (BRASIL, 1990, p. 1 e 2)

Essa avaliação e classificação, bem como outros procedimentos do processo de alienação de material, devem ser efetuadas por comissão especial instituída por autoridade competente e composta de, no mínimo, três servidores integrantes do órgão (BRASIL, 1990).

O Art. 5º trata em específico dos equipamentos de informática:

Art. 5º Os órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional informarão, mediante ofício ou meio eletrônico desde que certificado digitalmente por autoridade certificadora, credenciada no âmbito da Infra-Estrutura de Chaves Públicas Brasileiras – ICP – Brasil, à Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão a existência de microcomputadores de mesa, monitores de vídeo,

impressoras e demais equipamentos de informática, respectivo mobiliário, peças-parte ou componentes, classificados como ocioso, recuperável, antieconômico ou irrecuperável, disponíveis para reaproveitamento.

§ 3º Não ocorrendo manifestação por parte da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação no prazo de trinta dias, o órgão ou entidade que houver prestado a informação a que se refere o caput poderá proceder ao desfazimento dos materiais. (Incluído pelo Decreto nº 6.087, de 2007). (BRASIL, 1990, p. 2)

Portanto, o desfazimento só deve ser efetuado após a não manifestação da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Em específico sobre os classificados como ociosos ou recuperáveis, ou seja, que ainda podem ser utilizados, o Parágrafo único do Art. 15 discorre:

Os microcomputadores de mesa, monitores de vídeo, impressoras e demais equipamentos de informática, respectivo mobiliário, peças-parte ou componentes, classificados como ociosos ou recuperáveis, poderão ser doados a instituições filantrópicas, reconhecidas de utilidade pública pelo Governo Federal, e Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público que participem de projeto integrante do Programa de Inclusão Digital do Governo Federal. (BRASIL, 1990, p. 5)

Para a alienação dos classificados como antieconômico ou irrecuperável, existem as possibilidades de venda ou permuta (BRASIL, 1990).

Por fim, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, "... institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências" (BRASIL, 1993, p. 1).

Tal lei considera como alienação toda transferência de domínio de bens a terceiros. Para alienação de bens móveis é necessária avaliação prévia e licitação, mas que se tornam dispensáveis nos casos de "doação, permitida exclusivamente para fins e uso de interesse social, (...) relativamente à escolha de outra forma de alienação" (BRASIL, 1993, p. 12).

3. METODOLOGIA

Pretende-se nesse trabalho descrever os processos de destinação de resíduos eletrônicos de informática em instituições de ensino superior. A abordagem utilizada é qualitativa por ser o procedimento de pesquisa mais pertinente para observar e analisar as estratégias emergentes nas organizações e nos processos reais de decisão, evidenciando e compreendendo os problemas de gestão a fim de propor mudanças que sejam apropriadas à dinâmica organizacional (POUPART et al., 2010).

O objetivo desse trabalho é tido como pesquisa descritiva uma vez que coloca a questão dos mecanismos e dos atores por meio da precisão dos detalhes. O procedimento escolhido é de estudo multicase para “reunir os dados relevantes sobre o objeto de estudo e alcançar um conhecimento mais amplo sobre esse objeto, esclarecendo questões pertinentes, e, sobretudo, instruindo ações posteriores” (CHIZZOTTI, 2008, p. 135).

Tal estratégia também é conhecida como estudo de caso coletivo, em que se estende o estudo a uma coleção mais ampla de casos conexos para ampliar a compreensão, “recolhendo e analisando dados singulares a fim de desenvolver um modelo descritivo que englobe todas as instâncias do fenômeno e autorize a apresentar, didaticamente, as lições aprendidas ou as descobertas feitas a partir do caso estudado” (CHIZZOTTI, 2008, p. 139). Através do estudo de vários casos pode-se mostrar múltiplas realidades e utilizá-las para responder questões sobre processos do tipo “por que” e “como” as coisas acontecem. Essa modalidade de pesquisa é especialmente utilizada para capturar e entender a dinâmica da vida organizacional no que diz respeito às suas atividades e ações, trazendo contribuições tanto para a vida acadêmica, quanto para a vida organizacional (GODOI et al., 2010).

Os estudos de caso tidos como descritivos normalmente não se guiam por hipóteses previamente estabelecidas e nem buscam a formulação de hipóteses genéricas, mas sim um relato detalhado que ilustre a complexidade da situação e os aspectos nela envolvidos (GODOI et al., 2010).

A técnica usada foi a de benchmarking, que permite a verificação e comparação das práticas de algumas instituições para incorporar melhorias nos processos, identificar lacunas no desempenho, oportunidades de aperfeiçoamento e lançar uma nova luz sobre os métodos antigos, resultando

em mudanças. O benchmarking objetiva exatamente esse processo de mudança, mostrando os tipos de soluções usadas pelas organizações externas (LEIBFRIED, 1994).

O processo é, basicamente, de busca consistente de novas ideias para métodos, práticas e processos com a finalidade de adoção das práticas ou adaptação das boas características, implementando-as. Mas o foco principal está nas práticas, pois somente através de mudanças nas práticas de execução dos processos é que a eficácia global será alcançada (CAMP, 1998).

Boxwell (1996) define benchmarking em duas coisas: “estabelecer metas usando padrões objetivos, externos e aprender de outros – aprender quanto e, talvez o que é mais importante, aprender como.” De maneira simples e direta, é aprender com os outros.

Para isso, recorreu-se a fontes documentais de informação, como sites, manuais, livros e trabalhos publicados. Privilegiou-se a pesquisa nos sites das próprias universidades sobre os procedimentos e a legislação vigente, mas complementou-se com a seleção de artigos de bases do periódico CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e no site de pesquisa *Google*, no período entre novembro de 2015 e março de 2016.

A amostragem foi definida por conveniência, sendo a escolha das universidades federais UFMG, UFLA e UFOP devido à proximidade territorial (Figura 8) e semelhança de realidades, e a opção por estudar os procedimentos desenvolvidos na USP devido ao Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática – CEDIR, hoje referência nacional quanto à destinação dos eletrônicos de informática em instituições de ensino.

Estudou-se os procedimentos de desfazimento de eletrônicos de informática nessas instituições avaliando a definição, organização e divulgação online dos procedimentos de cada universidade, bem como o destino final utilizado recentemente.

Figura 8: Identificação das cinco unidades estudadas.



Fonte: Elaboração própria.

As legislações pertinentes ao desfazimento nas instituições públicas brasileiras, incluindo-se o desfazimento dos eletrônicos de informática, foram indicadas pelo site da UFMG, no Manual da UFMG, da UFOP e da USP, e no livro *Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos* (CARVALHO; XAVIER, 2014). Os procedimentos específicos para desfazimento utilizados recentemente em cada universidade foram encontrados nos seus respectivos sites ou em notícias e, no caso específico do CEDIR e do REICLATESC na USP e da UFLA, também encontrados em artigos e livro. O modelo de projeto piloto sugerido para a UFV foi desenvolvido baseando-se na junção dos processos utilizados por estas universidades.

Por fim, a resposta ao gerenciamento sustentável dos resíduos eletrônicos de informática em uma instituição de ensino superior foi elaborada através da união das boas práticas descritas em cada unidade estudada.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme apresentado no item 2.4 – Legislação sobre resíduo eletrônico de informática no Brasil, o processo de desfazimento de bens públicos é regido por uma Lei, um Decreto e uma Instrução Normativa. Em comum, há a necessidade de formação de Comissão Especial para análise e acompanhamento do processo de desfazimento. Ressalta-se que todas as cinco unidades de ensino estudadas, UFOP, UFLA, UFMG, USP e UFV, possuem suas Comissões Especiais designadas.

Nos demais quesitos, as instituições se diferenciam e serão apresentadas separadamente na seguinte ordem: UFOP, UFMG, UFLA e USP, analisando-se desde os procedimentos para desfazimentos e a divulgação aos servidores e interessados sobre os mesmos, até o processo de alienação em si, com a destinação final utilizada recentemente. Por fim, propõe-se um modelo de projeto piloto para o desfazimento dos resíduos eletrônicos de informática na UFV.

4.1. UFOP

O desfazimento na Universidade Federal de Ouro Preto é de responsabilidade da Pró-Reitoria de Administração, que apresenta em seu site detalhes para os interessados. O desfazimento está definido como o “processo de exclusão de um bem do acervo patrimonial da instituição, de acordo com a legislação vigente e expressamente autorizada pelo dirigente da unidade gestora” (UFOP, 2016, p. 1).

É disponibilizada a portaria que designou a Comissão de Desfazimento, as orientações necessárias para o desfazimento de bens e o telefone e e-mail de contatos. As orientações são apresentadas em um arquivo que resume os conceitos e a legislação vigente, dispõe os passos para o desfazimento de bens públicos na UFOP e finaliza com um Modelo de Ofício para solicitação de desfazimento de bens patrimoniais no serviço público (UFOP, 2016).

A importância dessa divulgação no próprio site deve-se aos diferentes públicos que podem acessar os trâmites de desfazimento da instituição, sejam servidores que necessitem se desfazer de algum móvel, ou outros que procurem pelos produtos desfazidos pela instituição.

Desde 2011, o Setor de Patrimônio da UFOP também recicla e redistribui voluntariamente os computadores e impressoras que não estão em uso para outros setores da Universidade ou entidades sem fins lucrativos, por exemplo, a APAE de Ouro Preto (UFOP, 2013).

4.2. UFLA

A Universidade Federal de Lavras também já realizou doação. Em notícia de 09 de maio de 2013, a UFLA destinou 35 computadores para a Prefeitura Municipal de Lavras com o objetivo exclusivo de uso de interesse social (UFLA, 2016).

Apesar de não haverem especificações no site da UFLA sobre seus procedimentos de desfazimento, Sant'Anna (2014) descreve os procedimentos de gestão de resíduos de informática atualmente em execução. A Diretoria de Materiais e Patrimônio é a responsável pelos setores de almoxarifado, materiais e patrimônio. O desfazimento dos bens irrecuperáveis pode ser realizado por doação ou por leilão, mas a autora ressalta que “há, atualmente, um volume considerável de material de informática separado e estocado no depósito aguardando algum procedimento de desfazimento” (Figura 9).

Figura 9: Fotos dos equipamentos de informática na UFLA separados em lotes para desfazimento.

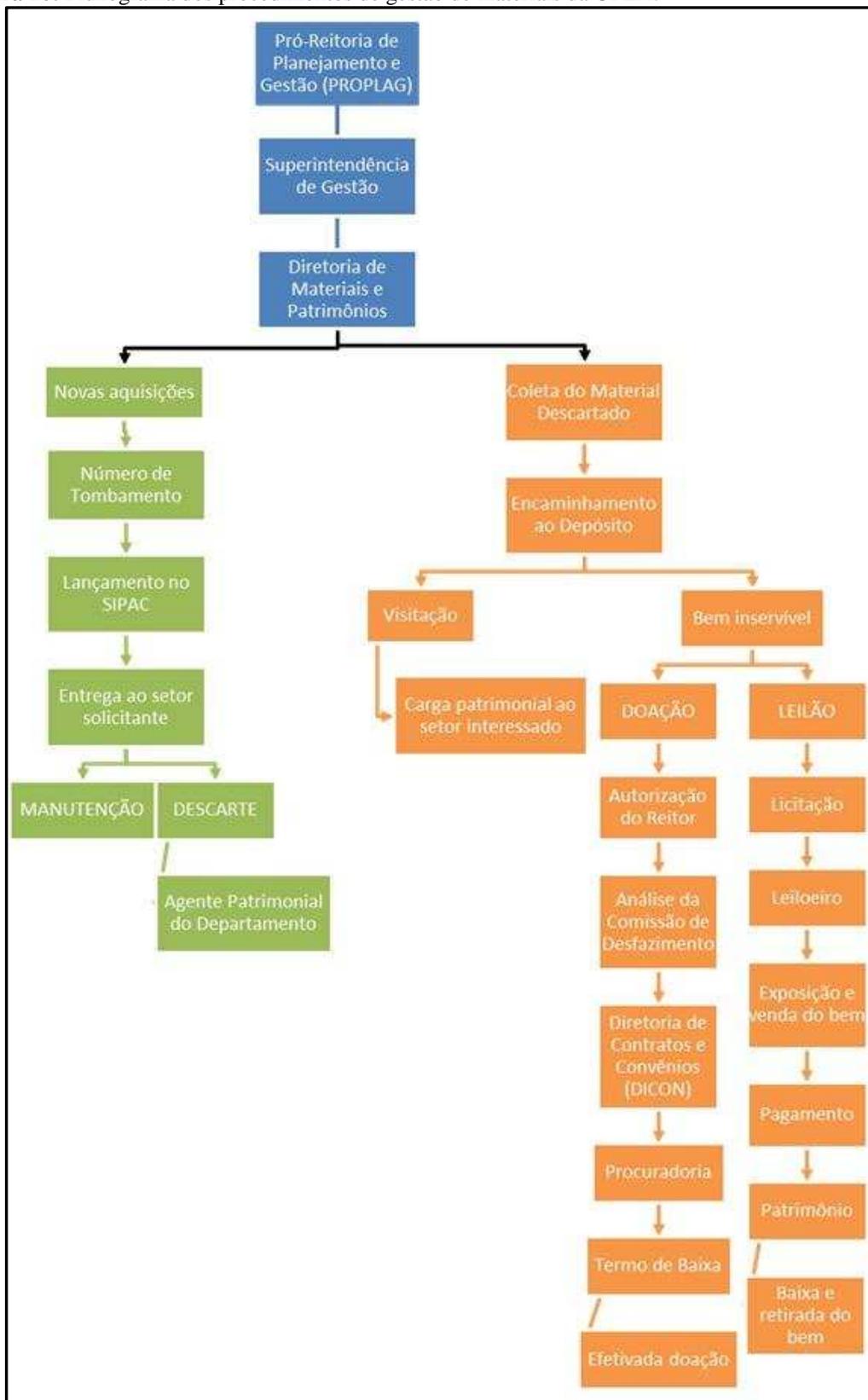


Fonte: Arquivo próprio.

A autora destaca, ainda, que a UFLA não possui um Manual de Administração Patrimonial e, portanto, ela mesma ilustra o procedimento de gestão de materiais eletroeletrônicos em um fluxograma (Figura 10).

Finalmente, Sant'anna (2014) identificou a conscientização dos servidores quanto à necessidade de uma gestão de REEE, devido à sua periculosidade, rotina e quantitativo, fato fundamental para iniciar a implantação de um projeto.

Figura 10: Fluxograma dos procedimentos de gestão de materiais da UFLA.



Fonte: Adaptado de Sant'Anna (2014, p. 210).

4.3. UFMG

O Setor de Patrimônio é o responsável, na UFMG, pelo planejamento e orientação do controle patrimonial, abrangendo as ações de registro, localização, transferências e baixas dos bens permanentes. Seu site apresenta diversos *links* explicativos, como Informações para desfazimento de bens, Bens Móveis – normas e procedimentos, Sicpat (Sistema Interno de Controle Patrimonial desenvolvido pela própria UFMG), Dicas e, inclusive, Fale com o Setor de Patrimônio (UFMG, 2016).

Como o próprio site informa:

A execução das rotinas necessárias ao controle do material permanente da UFMG, bem como a operacionalização do Sistema Interno de Controle Patrimonial de Bens Móveis – Sicpat, estão expostas, de forma clara e didática, no manual de normas e procedimentos elaborado pela Dimat (Divisão de Material), denominado Manual de Patrimônio.

Além de definir conceitualmente as principais ações do controle patrimonial, o manual traz a legislação aplicada à área, informações sobre os princípios adotados no desenvolvimento do sistema e as atribuições e competências de todos os responsáveis envolvidos nessa atividade.

O Manual de Patrimônio foi elaborado pela Divisão de Material para orientar as Unidades Gestoras componentes da Universidade na aplicação dos procedimentos para controle patrimonial. Essa normatização é fundamental, pois “o controle dos bens permanentes da UFMG é feito de forma descentralizada em cada Unidade Gestora, de modo a facilitar as operações e permitir maior autonomia” (UFMG, 2008, p. 7).

O Manual relata, ainda, os conceitos e princípios que devem ser adotados para uma gestão patrimonial adequada para ampliar a compreensão da importância do controle patrimonial, que engloba as atividades de recepção, registro, controle, utilização, guarda, conservação, e desfazimento de bens permanentes da Instituição (UFMG, 2008).

Consta no Manual que a saída de um bem do acervo patrimonial é denominada Baixa, é sempre resultado de processo apropriado que a justifique e deve ser autorizada pelo gestor da unidade. Após a conclusão do processo de desfazimento, se realiza a baixa dos bens nos registros patrimoniais (UFMG, 2008).

A comissão é especialmente instituída pelo dirigente da unidade para avaliar e classificar os bens inservíveis (ociosos, recuperáveis, irrecuperáveis e

antieconômicos), formar os lotes de bens conforme sua classificação e características patrimoniais e instruir os processos de desfazimento, que devem conter:

1. Portaria de designação da comissão de desfazimento;
2. Relação dos bens para desfazimento;
3. Laudo de avaliação;
4. Justificativa do desfazimento;
5. Contrato, conforme a modalidade de desfazimento;
6. Relação de bens baixados no processo. (UFMG, 2008, p. 19)

O Manual define alienação como a operação de transferência do direito de propriedade do material. O material classificado como ocioso ou recuperável deve ser cedido à outros órgãos que dele necessitem. E os classificados como irrecuperáveis ou antieconômicos podem ser vendidos (concorrência, leilão ou convite) ou doados (UFMG, 2008).

4.4. USP

O Manual de Administração Patrimonial da USP foi elaborado pela Subcomissão de Patrimônio do Sistema de Gestão Financeira de Materiais (COMPATRIM/GEFIM). O objetivo foi de “definir conceitos e competências, estabelecendo procedimentos para toda a movimentação física e contábil dos bens patrimoniais, próprios e de terceiros, sob a responsabilidade da Universidade” (USP, 2015, p. 1).

O desfazimento de materiais de informática é relatado em uma seção específica denominada Baixa de Material de Informática: “o procedimento específico para baixa de bens patrimoniais do grupo de informática e telecomunicações, **em condições de uso ou não**” (USP, 2015, p. 15, grifo nosso) é feito para o CEDIR (Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática) ou RECICLATESC (Reciclagem Tecnológica de São Carlos). Ressalta-se a possibilidade dos bens em condições de uso também serem descartados seja, por exemplo, por defasagem tecnológica, mas que ainda podem ser utilizados por outros interessados. Os bens a serem desfazidos ficam disponíveis por 15 dias no site da USP e, caso não haja nenhuma manifestação de interesse, são encaminhados para o CEDIR ou RECICLATESC.

Como esses projetos “pós-desfazimento” são o diferencial da USP, serão descritos mais detalhadamente. Ressalta-se que todo o texto a seguir, alusivo ao CEDIR, é referenciado por Carvalho et al. (2014).

O Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática (CEDIR) da USP foi criado em dezembro de 2009 com o objetivo inicial de dar tratamento aos resíduos de informática e telecomunicações gerados pela própria universidade. Hoje também realiza a remanufatura desses microcomputadores para projetos sociais e escolas públicas sem recursos de informática, bem como provém peças para o desenvolvimento de pesquisa nas unidades da USP.

Os estudos iniciaram em março de 2008, devido ao projeto de Criação de Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico da USP, em parceria com o MIT S-Lab (Massachusetts Institute of Technology Sustainable Business Laboratory). Em 05 de junho de 2008, dia do Meio Ambiente, foi realizada a operação Descarte Legal como um plano piloto do CCE para coleta de resíduos eletrônicos. A operação surpreendeu com a arrecadação de 5,2 toneladas de material eletrônico somente no Centro de Computação Eletrônica da USP, mas, no entanto, nenhuma empresa de reciclagem teve interesse nesse material.

Assim, identificou-se que as empresas de reciclagem são especializadas no tratamento de materiais específicos e não tem grande interesse em lotes com variados componentes e peças inteiras. Diante dessa realidade, surgiu a ideia do CEDIR para fazer o pré-processamento dos resíduos coletados.

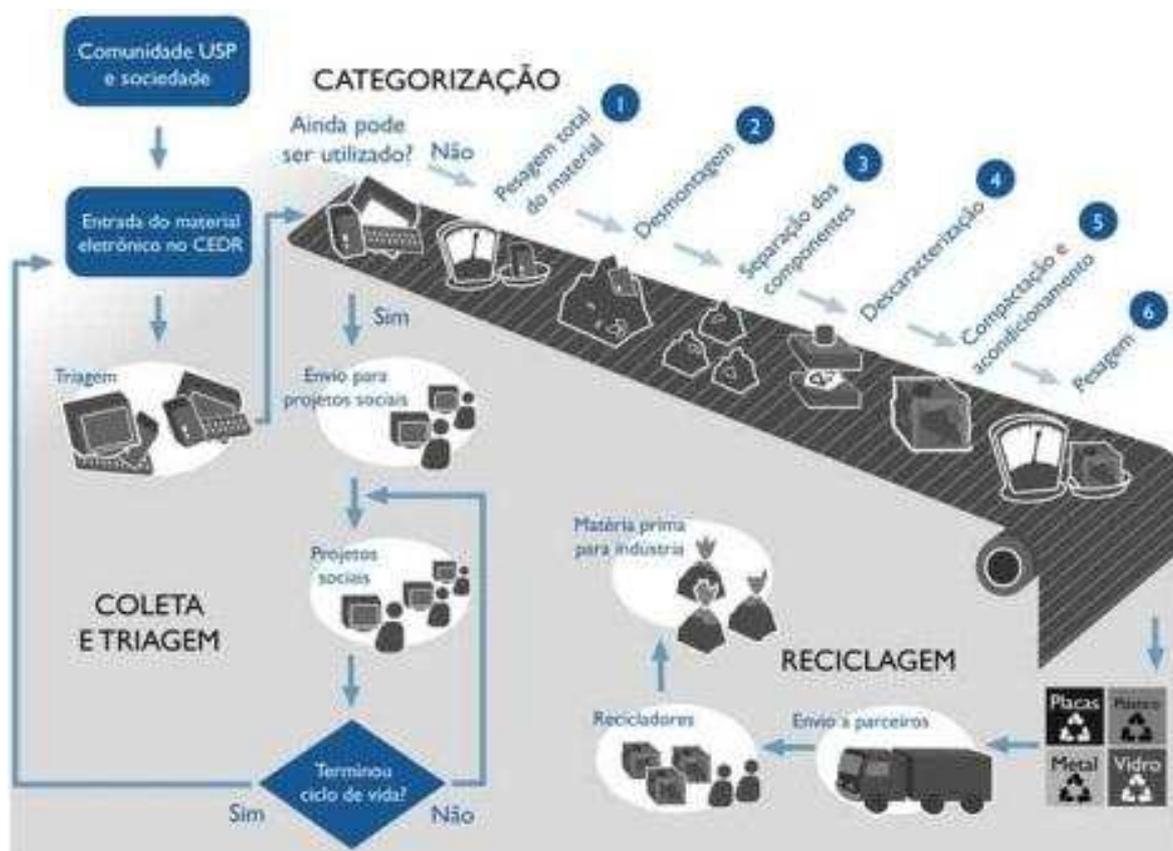
Em novembro de 2008, o projeto CEDIR foi submetido e selecionado por um grupo de pesquisadores do MIT L-Lab (*Massachusetts Institute of Technology Leading Sustainable Systems Laboratory*) para uma parceria nas pesquisas, visitas às empresas de reciclagem, estudos sobre a legislação e desenvolvimento do próprio CEDIR.

Hoje, o CEDIR faz parte da Prefeitura do Campus da USP da capital (PUSP-C) e seu modo de operação básico é (Figura 11):

- Recepcionar os equipamentos eletrônicos obsoletos da USP que estejam despatrimoniados e de pessoas físicas da sociedade em geral;
- Efetuar triagem a partir da possibilidade de reutilização;
- Consertar equipamentos eletroeletrônicos que possam ser reutilizados;

- Separar e classificar os inservíveis conforme composição, ou seja, plásticos, metais, placas eletrônicas, cabos, etc;
- Armazenar o material até o seu recolhimento por empresas recicladoras credenciadas e certificadas. (CARVALHO et al., 2014, p. 194)

Figura 11: Fluxograma de Operação do CEDIR - USP.



Fonte: STOA, 2016

Todo esse sistema é fundamental para auxiliar e acelerar a Logística Reversa desses equipamentos eletrônicos de informática. Algumas empresas, inclusive, já fazem o recolhimento direto de seus equipamentos, como alguns fabricantes de monitores tipo CRT, de cartuchos de tonner e tinta e de pilhas e baterias.

Como alguns equipamentos recebidos ainda estão em condições de reuso ou conseguem ser recuperados pelos técnicos de informática do CEDIR, são realizados empréstimos para projetos sociais de entidades filantrópicas e escolas públicas com poucos recursos de informática, credenciados junto à USP, e com compromisso de retorno do equipamento ao CEDIR após a finalização do uso.

Alguns componentes dos computadores desmontados são cedidos para os órgãos da USP que realizam manutenção dos sistemas computacionais. As peças são usadas para reposição, pois não são tão simples de serem encontradas no mercado devido, muitas vezes, a descontinuação dos equipamentos.

Tais práticas honram cada um dos 3Rs: Reduzir, reutilizar e reciclar. Por fim, vale ressaltar que o CEDIR é aberto a visitas guiadas para conhecimento de seus trabalhos e replicação e tem recebido, inclusive, gestores ambientais de prefeituras.

Com o funcionamento e a divulgação do CEDIR nos últimos 6 anos, outros projetos, além das instituições de ensino, tem sido criados com o mesmo intuito. O Recicl@tesc, em São Carlos/SP, foi criado pela Rede Social São Carlos com o apoio do SENAC/São Carlos e parceria da Prefeitura Municipal de São Carlos, Câmara Municipal de São Carlos, Nosso Lar e USP São Carlos. O projeto tem funcionamento semelhante (verificável nos fluxogramas de processos do Reciclatesc no Anexo I), mas inovou com a estilização e customização dos equipamentos por eles recuperados (Figura 12), oferecendo a valorização dos microcomputadores já desgastados com o uso, facilitando a identificação e dando identidade ao projeto (BRANDÃO; FRADE, 2014; RECICLATEESC, 2016).

Hoje, o Reciclatesc realiza capacitação na área de Tecnologia da Informação (Manutenção em Computadores, Informática Básica e Aerografia Básica), desmanufaturaç o de equipamentos de informática (recebimento, desmontagem e encaminhamento para descarte especializado) e prestaç o de servi os de manuten o (RECICLATEESC, 2016).

Figura 12: Processo de customiza o dos microcomputadores no Recicl@tesc.



Fonte: Recicl@tesc, 2016.

4.5. UFV - Proposta

Na UFV, as normas patrimoniais são regidas pela Resolução nº9/94, publicada em 10 de janeiro de 1995, e que aprova as normas do Sistema de Administração Patrimonial – SAP, para controle dos bens móveis e imóveis da instituição. A Divisão de Patrimônio é a responsável por toda a gestão patrimonial e é ligada à Diretoria de Logística e Segurança da Pró-reitoria de Administração (UFV, 2016).

A Resolução dispõe sobre: objetivo e campo de aplicação, definições, rotinas, tabelas, agente patrimonial, responsabilidade pela carga patrimonial, transferência de responsabilidade pela carga patrimonial, baixa de bens móveis do acervo patrimonial, baixa de equipamentos do acervo patrimonial, gestão dos desaparecimentos do acervo patrimonial, valores patrimoniais, inventário anual e disposições gerais.

O Agente Patrimonial de cada unidade é um servidor do quadro permanente da UFV responsável pela gestão patrimonial em seu setor e que, após o ato de designação, é treinado para manipulação do Sistema de Administração Patrimonial e conhecimento e entendimento das normas e procedimentos da gestão patrimonial (UFV, 1994).

Inicia-se esclarecendo sobre a rotina de manutenção que deve “ser solicitada pelos agentes patrimoniais ou responsáveis, por documento, que resultará na emissão de uma Ordem de Serviço ao órgão de manutenção correlato” (UFV, 1994, p. 13).

No caso dos equipamentos eletrônicos de informática e seus componentes, tem-se a Diretoria de Tecnologia da Informação (DTI) como responsável por “fazer a manutenção e dar suporte à rede computacional interna sob os aspectos físicos e lógicos”. Assim, cabe ao DTI, identificar os problemas do equipamento e corrigi-los se este não necessitar de peça de reposição e se a DTI tiver recurso técnico para tal, além de instalar as placas fornecidas pelo usuário, para upgrade e conserto de equipamentos pertencentes à UFV. Mas duas observações devem ser ressaltadas, primeiramente que a DTI só atende os equipamentos patrimoniados (que pertencem à UFV ou que presta serviço para a UFV) e, segundo, que ela “não dispõe de peças de reposição para conserto de equipamentos”, que devem ser providenciadas pelo usuário (DTI, 2016).

Quando não é possível a manutenção do equipamento, inicia-se o processo de Baixa de Equipamentos do Acervo Patrimonial, como descrito na resolução:

O órgão de Manutenção de Equipamentos, mediante solicitação prévia da unidade interessada, fará vistoria no equipamento e emitirá parecer técnico, que será enviado ao interessado, sugerindo a redistribuição ou a baixa do bem, nesse último caso, informando as partes e peças que poderão ser reaproveitadas, como insumos de manutenção em outros equipamentos da Instituição.

Havendo concordância, a unidade solicitante deverá encaminhar documento ao órgão de Patrimônio, solicitando o recolhimento do bem, para as providências cabíveis, de acordo com o parecer técnico do órgão de Manutenção.

No caso de parecer técnico pela baixa, o órgão de Patrimônio formalizará o processo relativo à forma de desfazimento apropriada, submetendo-o à apreciação do Reitor.

Após homologado, o processo retornará ao órgão de Patrimônio, para os registros pertinentes e as providências cabíveis à conclusão do desfazimento.

No caso de aproveitamento das partes e, ou, peças do bem baixado, caberá ao órgão de Manutenção manter, em estoques, devidamente controlados, as partes e, ou, peças aproveitadas, bem como atribuir-lhes valores com base em pesquisa a ser realizada no mercado.

O órgão de Manutenção solicitará ao Órgão de Patrimônio o devido registro patrimonial, quando alguma parte ou peça do bem baixado for classificada como material permanente ou quando originar outro bem móvel. (UFV, 1994, p. 20 e 21)

A rotina de baixa de bens compreende a retirada do bem do acervo patrimonial da UFRV a ser realizada pelo órgão de Patrimônio e efetivada no Sistema de Administração Patrimonial pelas formas: cessão, licitação, doação, permuta, transformação, desaparecimento com indenização, desaparecimento com reposição, desaparecimento com ônus para Fazenda Pública, furto, roubo, sinistro, inutilização, abandono, morte e outros (UFV, 1994).

Entenda-se por processo de alienação de bem móvel a transferência do direito de propriedade, mediante venda, permuta, cessão ou doação.

Adotar-se-á a alienação quando o bem for considerado ocioso, antieconômico ou irrecuperável, sendo inservível para a Universidade.

O bem móvel será classificado como:

- a) OCIOSO – quando não puder mais ser aproveitado, mesmo estando em perfeitas condições de uso;
- b) ANTIECONÔMICO – quando a sua manutenção for onerosa ou seu rendimento precário, em virtude de uso prolongado, desgaste prematuro ou obsolescência;
- c) IRRECUPERÁVEL – quando não mais puder ser utilizado para o fim a que se destina, devido à perda de suas características ou em razão da inviabilidade econômica de sua recuperação. (UFV, 1994, p. 19 e 20)

Assim, a Comissão de Desfazimento apresenta relatório sobre o bem a ser baixado e a Divisão de Patrimônio encaminha para o correto descarte. No momento, a UFV apresenta considerável volume de eletrônicos de informática e seus componentes no depósito da Divisão de Patrimônio para desfazimento.

Como pode-se perceber pelas descrições da Resolução que normatiza a gestão patrimonial da UFV, os procedimentos até o momento do desfazimento são amplamente definidos. Mas, ainda assim, alguns procedimentos podem ser aprimorados.

A primeira proposta refere-se à divulgação acerca dos procedimentos de desfazimento atualmente. Sugere-se que seja montado um Manual de Gestão Patrimonial, nos moldes do Manual da UFMG, com o detalhamento dos procedimentos, da legislação e um passo a passo explicativo sobre o Sistema de Administração Patrimonial. Tal manual facilitaria o treinamento dos servidores para o correto procedimento, sua consulta em casos de dúvidas, além de garantir a correta padronização dos procedimentos. É importante ressaltar que a UFV é composta por três campi que devem apresentar os mesmos procedimentos e o Manual é fundamental para garantir essa unanimidade.

Para devida publicação e fácil acesso ao referido manual, indica-se ainda a formatação de um site da Divisão de Patrimônio da UFV com as informações sobre a Divisão, seu histórico, obrigações e funcionalidades; links de acesso às legislações sobre Gestão Patrimonial Federal e a Resolução 9/94, específica da UFV; normas, divulgações e acompanhamentos dos materiais disponibilizados pela UFV por desfazimento; e dados para contato com a Divisão de Patrimônio, similar aos sites da UFOP e UFMG, já relatados.

A segunda proposta refere-se aos procedimentos pós-desfazimentos dos equipamentos eletrônicos de informática. Propõe-se o desenvolvimento de uma Divisão de Recolhimento e Destinação de Equipamentos Eletrônicos de Informática e seus Componentes, no formato do CEDIR/USP.

Tal unidade deve ser elaborada e gerida por Técnicos de Informática, devido ao seu conhecimento específico da composição e caracterização de cada equipamento (Anexo II), para que os componentes sejam todos corretamente manuseados, separados, classificados, reaproveitados e, finalmente, destinados.

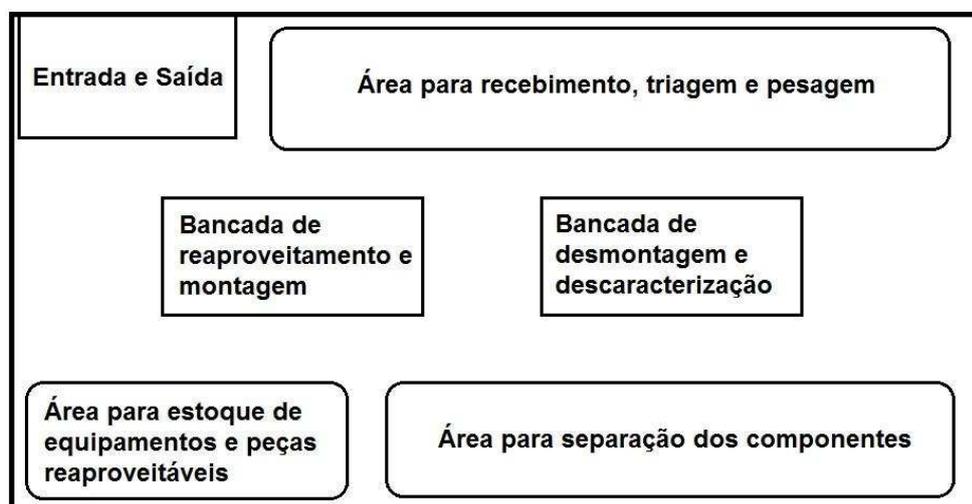
Apesar do volume na Divisão de Patrimônios já evidenciar que há matéria prima para o início desses trabalhos, propõe-se uma campanha de divulgação e conscientização, culminando em um dia para o recolhimento dos componentes da UFV, assim como ocorrida na USP.

Nessa campanha, pode-se orientar todos os funcionários sobre o problema do lixo eletrônico, sua toxicidade e o início dos trabalhos dessa Divisão, tornando-a referência na universidade para o descarte dos eletrônicos de informática. Caso, futuramente, decida-se por ampliar a atuação dessa Divisão para uma parceria com a Prefeitura Municipal de Viçosa e auxílio na destinação do lixo eletrônico da cidade, sugere-se repetir todo esse processo de divulgação e conscientização tanto na própria UFV, como ampliando para a cidade.

Caso o material recolhido seja, ainda, rapidamente triado e destinado, sugere-se parceria com as três universidades estudadas, ou até mesmo outras universidades de Minas, para a destinação de seus eletrônicos de informática.

A logística do processo nessa Divisão pode ser organizada em um galpão com cada etapa setorizada, assim como na USP. Sugere-se um escopo-modelo que deve ser adaptado à realidade específica do local (Figura 13).

Figura 13: Modelo de utilização do espaço de um galpão para a Divisão de Recolhimento e Destinação de Equipamentos Eletrônicos de Informática e seus Componentes.



Fonte: Elaboração própria.

O espaço de entrada e saída de materiais deve estar livre tanto na área externa para proximidade do caminhão de entrega ou recolhimento, quanto na área interna para fácil descarga e carga do material. A área mais próxima deve

ser destinada para estoque rápido do material recebido, sua triagem e pesagem.

Próximo a essa área deve haver uma bancada que possibilite fácil desmontagem e descaracterização do material pesado e que também seja de fácil acesso para a área em que os materiais são armazenados separadamente de acordo com sua categoria (Figura 14 e Figura 15).

Assim, essa bancada de desmontagem e descaracterização funciona como uma ponte entre o material como chega e o material como deve estar para que as empresas de reciclagem recolham.

As peças identificadas como ainda funcionais e capazes de serem reaproveitadas devem ser estocadas separadamente em armários devidamente identificados para posterior reutilização. Dessa maneira, a bancada de reaproveitamento e montagem assume a ponte entre o material triado e a área de estoque de equipamentos e peças reaproveitáveis, sendo, ainda, a bancada de montagem dos equipamentos que serão reutilizados.

As duas bancadas devem ser devidamente equipadas com EPIs, para o correto manuseio dos materiais, e ferramentas para o desmonte, avaliação e concerto dos equipamentos. Especialmente estas bancadas devem ser projetadas por equipe técnica competente da UFV e em parceria com a experiência dos técnicos do CEDIR, na USP.

A equipe da Divisão entrará em contato com as empresas de reciclagem de cada equipamento de informática e negociará a destinação dos lotes armazenados. Os computadores remanufaturados podem ser doados para a UFV novamente, caso seja necessário, ou para instituições que necessitem. Ambos com o compromisso de retorno do equipamento após a finalização de seu uso para o devido encaminhamento à reciclagem.

Esse modelo é completamente descrito com base no formato do CEDIR/USP, bem como as figuras ilustrativas utilizadas referem-se ao condicionamento lá utilizado.

O modelo ilustrativo do galpão para a Divisão foi propositalmente abstrato porque deve ser adaptado à realidade do local, quando de sua implantação.

Figura 14: Lotes de resíduos de informática devidamente separados para recolhimento pelas empresas de reciclagem no CEDIR, USP.



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 15: Componentes dos eletrônicos de informática separados e acondicionados no CEDIR, USP.



Fonte: Arquivo próprio.

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho foi desenvolvido devido à urgência de uma destinação ambientalmente sustentável para os resíduos dos equipamentos eletrônicos de informática da Universidade Federal de Viçosa e com o objetivo geral de descrever os processos de destinação de resíduos eletrônicos de informática em instituições de ensino superior através de um estudo multicaseos.

Inicialmente foram apresentadas as legislações pertinentes ao desfazimento dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições públicas brasileiras, a saber: Instrução Normativa nº 205, de 08 de abril de 1988; Decreto nº99.658, de 30 de outubro de 1990 e Lei nº8.666, de 21 de junho de 1993.

Posteriormente, apontou-se os procedimentos para desfazimento desses resíduos aplicados nas universidades UFOP, UFLA, UFMG e USP. As três primeiras apresentam o mesmo destino final de seus resíduos eletrônicos, doação dos equipamentos ainda funcionais ou leilão dos que não são mais utilizáveis. A USP se diferenciou por tentar direcionar seu lixo eletrônico para reciclagem e, ao detectar que as empresas de reciclagem não tem interesse no recebimento de diversos materiais misturados, criar o Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática – CEDIR, com o objetivo de pré-processar o lixo eletrônico e encaminhá-lo para reciclagem. Os equipamentos e peças que ainda são identificados em condições de uso também são doados, como nas outras três federais estudadas.

Portanto, como foi detectado pela USP, as empresas de reciclagem não apresentam interesse no lixo eletrônico na forma como é descartada nos leilões e, para garantir um destino sustentável, o CEDIR promove essa ponte entre a instituição de ensino e as empresas de reciclagem.

Devido à busca dos procedimentos aplicados, identificou-se também a necessidade de normatizar o desfazimento em cada instituição através de um Manual de Administração Patrimonial, bem como a facilidade de acesso à esse conteúdo através de divulgação por site do Setor responsável. A UFOP, UFMG e USP apresentam o Manual; e a UFOP e UFMG dispõem de site com informações aos usuários.

Ainda se propôs nesse trabalho sugerir um modelo de projeto piloto para o desfazimento dos resíduos eletrônicos de informática da UFV. Cabe aqui

ressaltar que os procedimentos na UFV são regulamentados pela Resolução 9/94, de 10 de janeiro de 1995, e controlado pela Divisão de Patrimônio, inclusive com Sistema de Patrimônio implantado. Já são instituídos e funcionais os procedimentos de manutenção dos equipamentos eletrônicos de informática pela Diretoria de Tecnologia da Informação e os procedimentos de movimentação e desfazimento pela Divisão de Patrimônio, mas o desfazimento ocorre nos formatos de doação ou leilão.

Assim, sugere-se um projeto piloto de uma Divisão de Recolhimento e Destinação de Equipamentos Eletrônicos de Informática e seus Componentes, no formato do CEDIR/USP, para recebimento dos eletrônicos de informática já desfazidos, avaliação, descaracterização, separação e destinação para empresas de reciclagem.

O modelo apresentado foi propositadamente desenvolvido de maneira genérica para que pudesse ser adaptado em diversas unidades, seja na própria UFV, que é composta por três campi, ou nas universidades estudadas que não apresentaram o modelo proposto, bem como outras interessadas.

Retomando a pergunta da pesquisa, foi identificado e apresentado como pode ser gerenciado e destinado de forma sustentável, os resíduos eletrônicos de informática em uma instituição de ensino superior.

A maior dificuldade no trabalho deveu-se à falta de informações sobre o tema nos sites das universidades estudadas, o que terminou por se tornar uma sugestão de aprimoramento, tanto para a UFV, quanto para as demais estudadas. O trabalho limitou-se à pesquisa documental, o que limita a confrontação dos dados com a realidade e sugere-se como trabalho futuro que haja entrevistas e visitas aos locais para acompanhamento in loco.

Destaca-se, finalmente, a importância da continuação do estudo acerca dos processos pós-universidade, identificando as empresas existentes hoje, no Brasil e em Minas, que realizam reciclagem dos eletrônicos de informática, o cenário e os desafios que enfrentam, finalizando o ciclo de logística reversa.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos – Análise de Viabilidade Técnica e Econômica.** Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br//arquivos/dwnl_1362058667.pdf. Acesso em: 24 jan. 2016.

ABINEE. **Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.** Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>. Acesso em: 25 jan. 2016.

BOXWELL, R. J. **Vantagem competitiva através do benchmarking.** São Paulo: Makron Books, 1996. 255 p.

BRANDÃO, Dennis; FRADE, Neuci Bicov. **Estudo de caso do Recicl@tesc.** In: CARVALHO, Tereza Cristina; XAVIER, Lúcia Helena. *Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.* 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 209-218.

BRASIL. **Decreto nº6.087, de 20 de abril de 2007.** Altera os arts. 5º, 15 e 21 do Decreto nº99.658, de 30 de outubro de 1990, que regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6087.htm. Acesso em: 23 jan. 2016.

_____. **Decreto nº99.658, de 30 de outubro de 1990.** Regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/D99658.htm. Acesso em: 23 jan. 2016.

_____. **Instrução Normativa nº205, de 08 de abril de 1988.** Disponível em: http://www.daf.unb.br/images/DGM/inst_norma_205_88.pdf. Acesso em: 29 jan. 2016.

_____. **Lei nº8.666, de 21 de junho de 1993.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm. Acesso em: 29 jan. 2016.

_____. **Lei nº12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 23 jan. 2016.

CAMP, R. C. **Benchmarking: identificando, analisando e adaptando as melhores práticas da administração que levam à maximização da performance empresarial: o caminho da qualidade total.** São Paulo: Pioneira, 1998. 250 p.

CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.** 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 218p.

CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; FRADE, Neuci Bicov; XAVIER, Lúcia Helena. **Estudo de Caso CEDIR.** In: CARVALHO, Tereza Cristina; XAVIER, Lúcia Helena. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.** 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 87-112.

CHELOTTI, Volnei; PASQUALI, Ísis Samara Ruschel; RORATO, Daniele Guarienti. **Resíduos Eletroeletrônicos: ações do Batalhão Ambiental Mirim na sensibilização da comunidade de Faxinal do Soturno, RS.** Revista Monografias Ambientais, Santa Maria. v. 14, n. 2, mai-ago. 2015, p. 162-169.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais.** 2 Ed. Petrópolis, RJ. Vozes. 2008. 144 p.

DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves; PRAGANA, Virginia Rosa; SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos. **Catadores: uma reflexão sobre os aspectos socioambientais da gestão de Resíduos dos Equipamentos Eletroeletrônicos.** In: CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.** 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 87-112.

DTI – Diretoria de Tecnologia da Informação. **Termos de uso do SISORD – Sistema de Ordens de Serviço da DTI.** Disponível em: <http://www.dti.ufv.br/>. Acesso em: 29 jan. 2016.

FAETERJ. **Projeto Metareciclagem: Transformações/Arte e lixo eletrônico.** Disponível em: <http://petropolisemcena.blogspot.com.br/2014/08/lixo-tecnologico-vira-arte-em-projeto.html> Acesso em: 25 jan. 2016.

GODOI, Christiane Kleinubing; BANDEIRA-DE-MELLO, Rodrigo; SILVA, Anielson Barbosa da. **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos.** 2 Ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 460 p.

GOUVEIA, Nelson; FERRON, Mariana Maleronka; KUNO, Rúbia. **Os impactos dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na saúde.** In: CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.** 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 113-128.

IDEC. **Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor.** Disponível em: <http://www.idec.org.br/consultas/teste-e-pesquisa/em-cinco-anos-metade-dos-computadores-apresentara-algum-defeito>. Acesso em: 24 jan. 2016.

KUNRATH, Jorge Luiz; VEIT, Hugo Marcelo. **Resíduos eletroeletrônicos: materiais reaproveitados dentro da cadeia de processamento.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 10, n. 2, 2015, p. 68-72.

LEIBFRIED, K. H. J. **Benchmarking: uma ferramenta para a melhoria contínua: série de soluções de desempenho da Coopers & Lybrand.** Rio de Janeiro: Campus, 1994. 312 p.

LEMOS, Patrícia Faga Iglecias; MENDES, João Múcio Amado. **Resíduos Eletrônicos e seus aspectos jurídicos no Brasil.** In: CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos. 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 49-66.

MMA. **A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública.** 5 Ed. Brasília. 2009, 98 p.

_____. **Edital nº01/2013 de Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes.** Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1360956094.pdf. Acesso em: 23 jan. 2016.

_____. **Princípio dos 3R's.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/principio-dos-3rs>. Acesso em: 23 jan. 2016.

MTE. **Classificação Brasileira de Ocupações.** 3 ed. Brasília: MTE. V.3, 196 p. 2010.

MORAES, Viviane Tavares de; ESPINOSA, Denise Croce Romano; LUCENA, Luciana Lopes. **Tecnologias de tratamento para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.** In: CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos. 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 129-148.

MORALES, Lúcia Lucena; SANTOS, Maria Cecília Loschiavo. **Resíduo Eletrônico: Estudo de caso no Centro de Reciclagem de Computadores da Itautec AS.** Anais do Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo: Engema, 2010.

NOGUEIRA, Patrícia Soares. **Logística Reversa: A gestão do lixo eletrônico em São José dos Campos.** Monografia de Especialização. Curitiba: UTFPR. 2011. 55p.

PEREIRA, Eli de Jesus. CARVALHO, Rodrigo Amorim Motta. **Descarte de Computadores: Reúso e Reciclagem de seus componentes – Uma proposta de aplicação.** Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul. v. 1, n. 5, out-dez 2011, p. 41 a 55.

PNUMA. **Notícias.** Disponível em: <http://web.unep.org/o-problema-do-lixo-cidades-do-mundo-produzem-mais-de-10-bilh%C3%B5es-de-toneladas-de-res%C3%ADduos-todos-os>. Acesso em: 23 jan. 2016.

_____, **Global Waste Management Outlook.** United Nations Environment Programme. 2015. 346p. Disponível em: <http://unep.org/ietc/ourwork/wastemanagement/GWMO>. Acesso em: 23 jan. 2016.

POSITIVO INFORMÁTICA. **TI Verde.** Disponível em: <http://www.positivoinformatica.com.br/tiverde/>. Acesso em: 23 jan. 2016.

POUPART, Jean; DESLAURIERS, Jean-Pierre; GROULX, Lionel-H; LAPERRIERE, Anne; MAYER, Robert; PIRES, Álvaro. **A pesquisa qualitativa: Enfoques epistemológicos e metodológicos.** 2 Ed. Petrópolis, RJ, Vozes, 2010. 464 p.

RECICLAR CONECTA. **Vivo Blog.** Disponível em: <http://www.vivoblog.com.br/para-onde-vai-o-seu-lixo-eletronico/>. Acesso em: 24 jan. 2016.

RECICL@TESC. **Galeria de Fotos.** Disponível em: http://www.reciclatesc.org.br/novo/?page_id=4&album=1&gallery=3. Acesso em: 28 jan. 2016.

_____. **Fluxograma.** Disponível em: http://www.reciclatesc.org.br/novo/?page_id=93. Acesso em: 28 jan. 2016.

SANT'ANNA, Lindsay Teixeira. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: Legislações, Práticas e Formas de cooperação interorganizacionais.** Dissertação de Mestrado. Lavras: UFLA. 2014. 253 p.

SANTOS, Rita Micaela. CÂMARA, Ailton. **Resultados preliminares do Projeto de Recondicionamento de Lixo Eletrônico: Equipamentos de Informática.** IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. Jul 2013, p. 1335-1342.

SIGRIST, Carolina São Leandro; FONSECA, Luis Felipe Brito; VEIGA, Juliana Mendes; PAIVA, Jane Maria Faultich; MORIS, Virgínia Aparecida Silva. **Desenvolvimento de Ponto de Coleta de Resíduos Eletroeletrônicos.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas. UFSM Santa Maria. v. 19, n. 2, mai-ago 2015, p. 1423-1438.

SINIR. **Logística Reversa.** Disponível em: <http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>. Acesso em: 26 jan. 2016.

STOA. **Fluxograma de funcionamento do CEDIR/USP.** Disponível em: http://www.usp.br/da2/arquivos/Patr/MANUAL_DE_ADMINISTRACAO_PATRI-MONIAL.pdf. Acesso em 30 jan. 2016.

STEP, **Step Initiative.** Disponível em: http://www.step-initiative.org/Overview_Brazil.html. Acesso em: 25 jan. 2016.

UFLA. **Assessoria de Comunicação.** Disponível em: <http://www.ufla.br/ascom/2013/05/09/ufla-faz-doacao-de-computadores-e-automoveis-a-prefeitura-municipal-de-lavras-e-fundecc/>. Acesso em: 28 jan. 2016.

UFMG. **Manual de Patrimônio.** Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://www.ufmg.br/dlo/arquivo/Dimat/Manual%20de%20patrimonio.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2016.

UFMG. **Patrimônio: Conheça o patrimônio da UFMG.** Disponível em: https://www.ufmg.br/dlo/patrimonio_introducao.shtml. Acesso em: 28 jan. 2016.

UFOP. **Jornal da UFOP.** Edição 191, set-out. 2013. p. 6.

UFOP. **Orientações para o desfazimento de bens.** Disponível em: http://www.proad.ufop.br/index.php?option=com_content&view=section&id=11&layout=blog&Itemid=14. Acesso em 28 jan. 2016.

UFV. **Estrutura Administrativa.** Disponível em: <http://www.ufv.br/proplan/files/fra/estrutura.htm>. Acesso em: 28 jan. 2016.

____. **Resolução 9/94, de 08 de dezembro de 1994.** Aprova as normas do Sistema de Administração Patrimonial (SAP) da Universidade Federal de Viçosa, que passam a fazer parte integrante desta Resolução. Disponível em: http://www.ufv.br/soc/files/pag/consu/completa/1990/94_09.htm. Acesso em 30 jan. 2016.

UNEP. **Inventory Assessment Manual 1 and 2: e-waste.** 2007. Disponível em: http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/EWasteManual_Vol1.pdf e http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/EWasteManual_Vol2.pdf. Acesso em: 25 jan. 2016.

União Européia. **Diretiva 2011/65/EU.** Disponível em: <https://www.anreee.pt/noticias/ficheiros/pt/20130520163645-1201165ue.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2016.

_____. **Diretiva 2012/19/EU**. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:PT:PDF>. Acesso em: 24 jan. 2016.

USP. **Manual de Administração Patrimonial**. São Paulo. 2015. Disponível em:

http://www.usp.br/da2/arquivos/Patr/MANUAL_DE_ADMINISTRACAO_PATRI-MONIAL.pdf. Acesso em 29 jan. 2016.

VEIGA, Marcelo Motta. **(In)Eficiência econômica e ambiental da Convenção da Basiléia**. Revista de Administração, São Paulo. v. 42, n. 2, p. 128-140, abr./mai./jun. 2007.

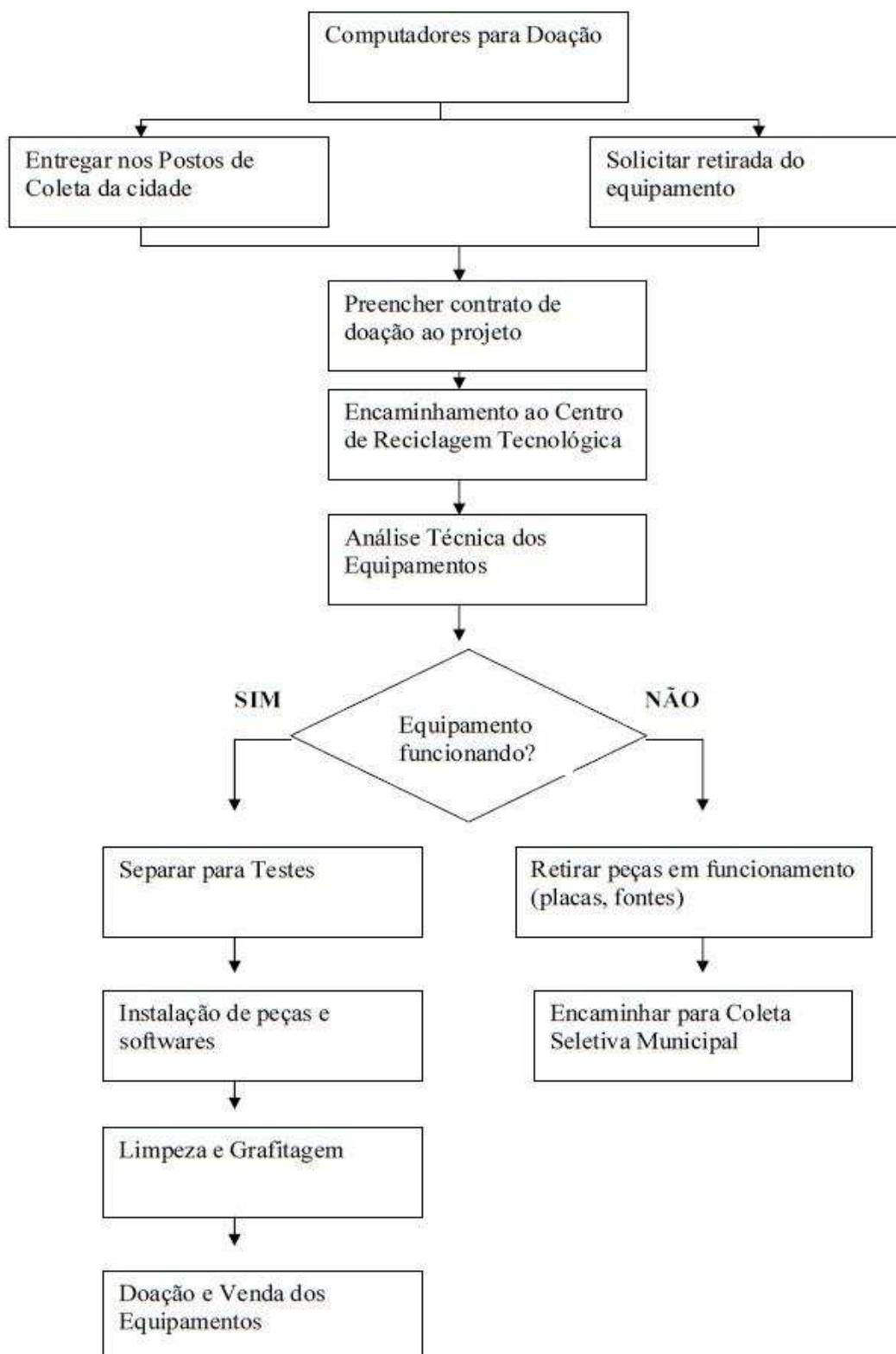
XAVIER, Lúcia Helena. **Design e Sustentabilidade na Cadeia de REEE**. In: CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos. 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 35-48.

XAVIER, Lúcia Helena; CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito. **Introdução à Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos**. In: CARVALHO Tereza Cristina Melo de Brito; XAVIER, Lúcia Helena. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos. 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 3-18.

ANEXOS

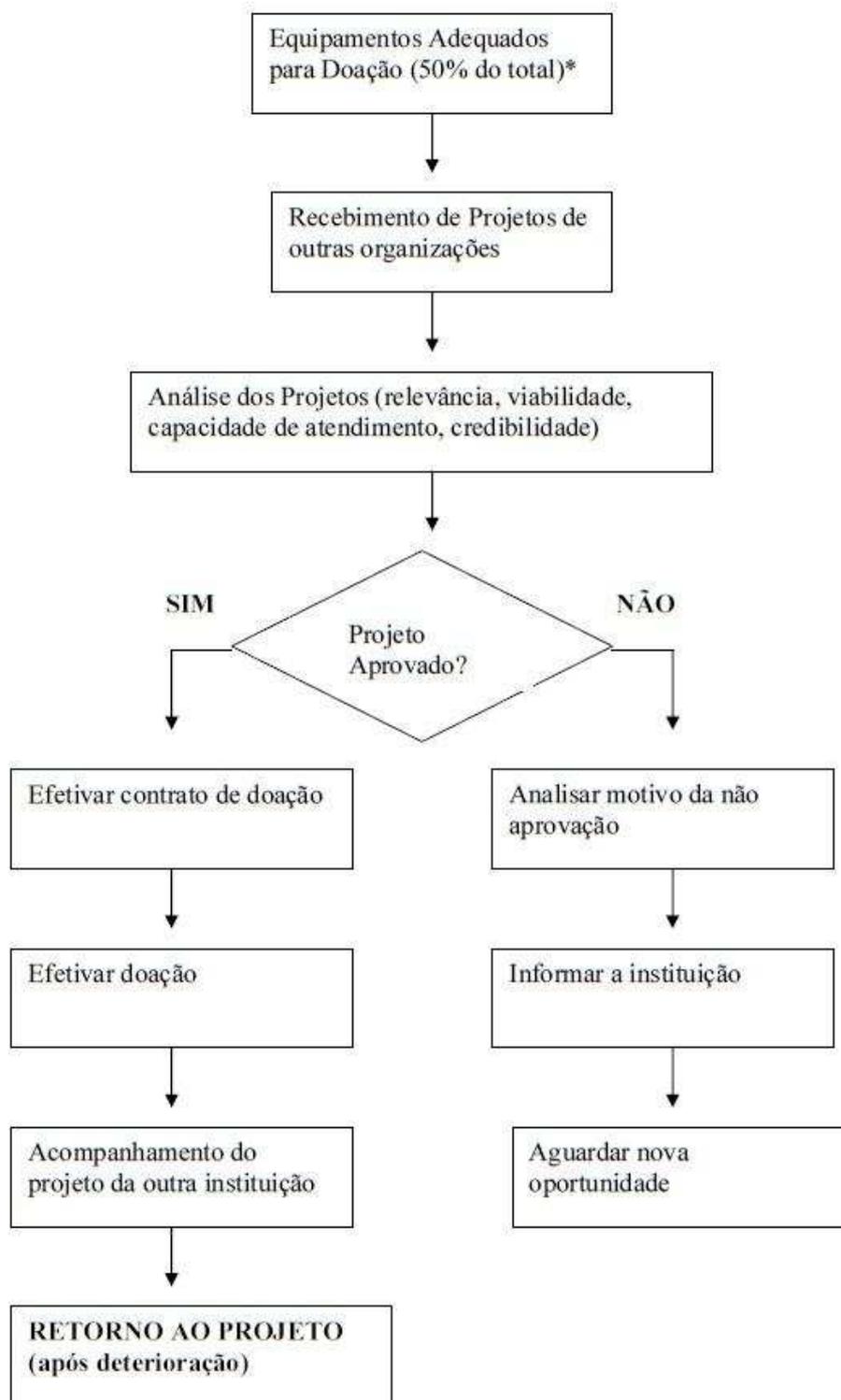
Anexo I

Fluxo de processo do Recicl@tesc: Fluxo geral



Fonte: Reclic@tesc (2016).

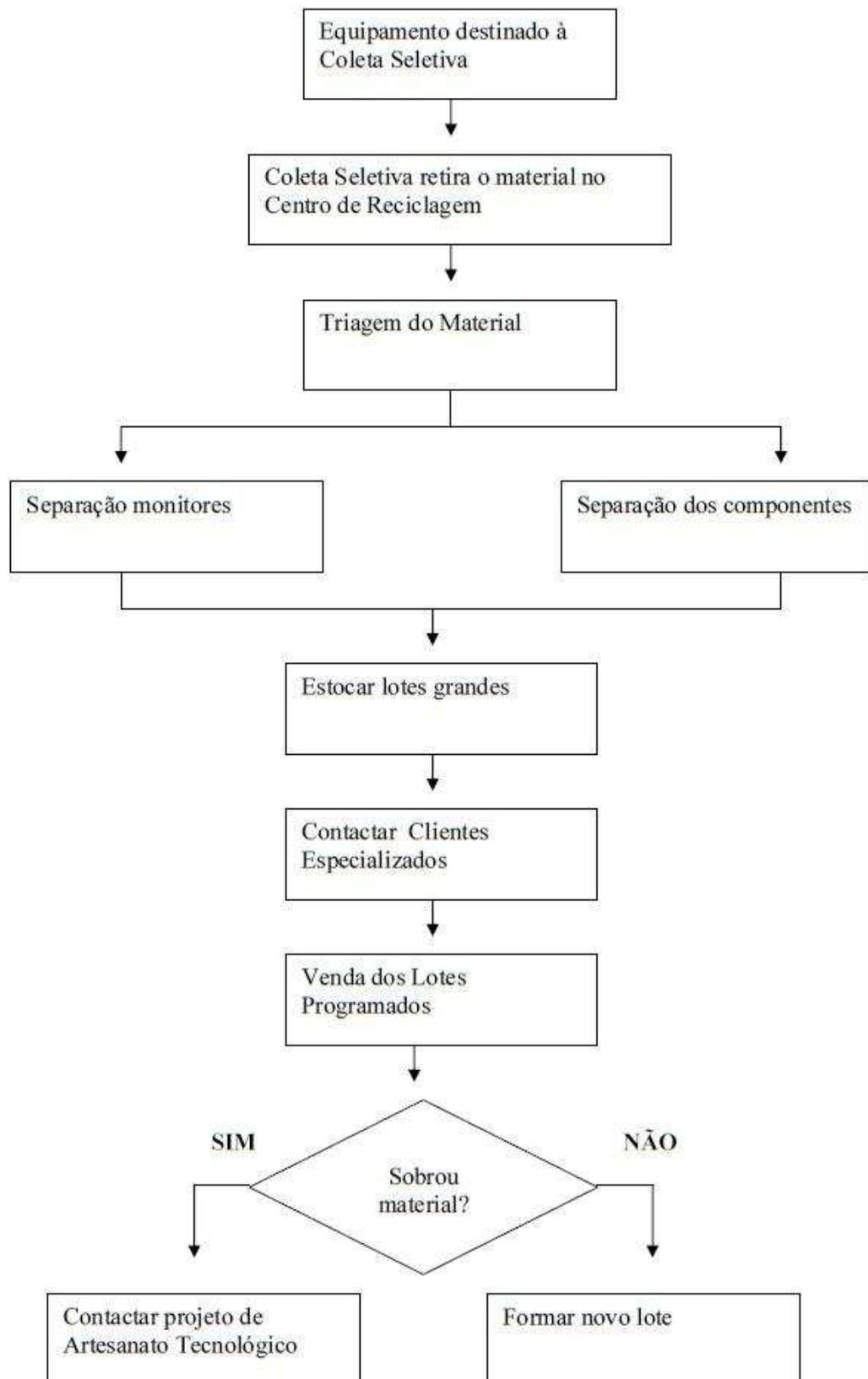
Fluxo de processo do Recicl@tesc: Fluxo da doação



Obs.: Serão doados 50% dos equipamentos recuperados. Os outros 50% serão vendidos para garantir a sustentabilidade do projeto.

Fonte: Reclic@tesc (2016).

Fluxo de processo do Recicl@tesc: Fluxo da coleta seletiva



Fonte: Reclic@tesc (2016).

ANEXO II

Cargo D - Técnico de Tecnologia da Informação

Nível de Classificação: **D**

Denominação do Cargo: **TÉCNICO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

CÓDIGO CBO - **3171-10**

Requisito de qualificação para ingresso no cargo:

- **ESCOLARIDADE:** Médio Profissionalizante ou Médio Completo + Curso Técnico em eletrônica com ênfase em sistemas computacionais.

Descrição sumária do cargo:

Desenvolver sistemas e aplicações, determinando interface gráfica, critérios ergonômicos de navegação, montagem da estrutura de banco de dados e codificação de programas; projetar, implantar e realizar manutenção de sistemas e aplicações; selecionar recursos de trabalho, tais como metodologias de desenvolvimento de sistemas, linguagem de programação e ferramentas de desenvolvimento.

Assessorar nas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Descrição de atividades típicas do cargo:

- **Desenvolver sistemas e aplicações:**

Desenvolver interface gráfica; aplicar critérios ergonômicos de navegação em sistemas e aplicações; montar estrutura de banco de dados; codificar programas; prover sistemas de rotinas de segurança; compilar programas; testar programas; gerar aplicativos para instalação e gerenciamento de sistemas; documentar sistemas e aplicações.

- **Realizar manutenção de sistemas e aplicações:**

Alterar sistemas e aplicações; alterar estrutura de armazenamento de dados; atualizar informações gráficas e textuais; converter sistemas e aplicações para outras linguagens ou plataformas; atualizar documentações de sistemas e aplicações; fornecer suporte técnico; monitorar desempenho e performance de sistemas e aplicações; implantar sistemas e aplicações; instalar programas; adaptar conteúdo para mídias interativas; homologar sistemas e aplicações junto a usuários; treinar usuários; verificar resultados obtidos; avaliar objetivos e metas de projetos de sistemas e aplicações.

- **Projetar sistemas e aplicações:**

Identificar demanda de mercado; coletar dados; desenvolver leiaute de telas e relatórios; elaborar anteprojeto, projetos conceitual, lógico, estrutural, físico e gráfico; definir critérios ergonômicos e de navegação em sistemas e aplicações; definir interface de

comunicação e interatividade; elaborar croquis e desenhos para geração de programas em CNC; projetar dispositivos, ferramentas e posicionamento de peças em máquinas; dimensionar vida útil de sistema e aplicações; modelar estrutura de banco de dados.

- Selecionar recursos de trabalho:

Selecionar metodologias de desenvolvimento de sistemas; selecionar linguagem de programação; selecionar ferramentas de desenvolvimento; especificar configurações de máquinas e equipamentos (hardware); especificar máquinas, ferramentas, acessórios e suprimentos; compor equipe técnica; especificar recursos e estratégias de comunicação e comercialização; solicitar consultoria técnica.

- Planejar etapas e ações de trabalho:

Definir cronograma de trabalho; reunir-se com equipe de trabalho ou cliente; definir padronizações de sistemas e aplicações; especificar atividades e tarefas; distribuir tarefas.

- Executar outras tarefas de mesma natureza e nível de complexidade associadas ao ambiente organizacional.