



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ

INGRID GABRIELLE DO NASCIMENTO CAMARGO

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO E DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
ELETROELETRÔNICOS GERADOS NO CAMPUS DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ/UNESP**

Guaratinguetá – SP

2013.

INGRID GABRIELLE DO NASCIMENTO CAMARGO

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO E DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
ELETROELETRÔNICOS GERADOS NO CAMPUS DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ/UNESP**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite

Camargo, Ingrid Gabrielle do Nascimento
C172d Diagnóstico da gestão e do gerenciamento dos resíduos
eletroeletrônicos gerados no campus da Faculdade de Engenharia de
Guaratinguetá/Unesp / Ingrid Gabrielle do Nascimento Camargo –
Guaratinguetá : [s.n], 2013.
81 f. : il.
Bibliografia : f. 70-74

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.
Orientador: Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite

1. Resíduos sólidos 2. Sustentabilidade I. Título

CDU 628.544

FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ

INGRID GABRIELLE DO NASCIMENTO CAMARGO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM
ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Prof. Dr. YZUMI TAGUTI

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE

Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. LUIZ EDUARDO DE OLIVEIRA

UNESP-FEG



Prof. Dr. MARINALDA CLAUDETE PEREIRA

UNESP-FEG

Novembro de 2013

Á Deus, por renovar a cada momento a minha
força e pelo discernimento concedido ao longo
dessa jornada.

Aos meus pais e meu irmão, os quais amo
muito, pelo exemplo de vida e família.

Aos meus avós por todo carinho e atenção.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à *Deus* por sempre demonstrar sua misericórdia e amor pela minha vida.

Aos meus pais *José* e *Martha*, pelo amor, incentivo, confiança e por estarem sempre presentes em minha vida.

Ao *Prof. Dr. Welligton Cyro de Almeida Leite*, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Guaratinguetá, pela amizade, incentivo, paciência, orientação, oportunidade de aprendizado e confiança depositada.

Ao *Prof. Dr. Luiz Eduardo de Oliveira* e a *Prof. Dr. Marinalda Claudete Pereira*, por ter aceitado o convite para participar da banca e pelas sugestões e críticas sobre o trabalho.

A todos os professores que colaboraram com seu conhecimento para minha formação acadêmica.

Ao setor de patrimônio da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá-SP pela atenção e pelos documentos cedidos.

Ao Centro de Descarte e Reuso de Lixo Eletrônico e Centro de Computação Eletrônica da USP, pela atenção, confiança depositada e valiosos exemplos.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram de alguma maneira em minha jornada.

“Confie no Senhor de todo coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre de Deus em tudo o que fizer, e ele lhe mostrará o caminho certo.”

Provérbios 3:5-6

CAMARGO, I.G.N. **Diagnóstico da gestão e do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos gerados no Campus da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP**. 2013. 81 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

RESUMO

Atualmente, no Brasil, a quantidade e a qualidade de novos tipos de resíduos, descartados sem critérios no meio urbano, tem se responsabilizado por consideráveis impactos na saúde pública e no meio ambiente. Segundo relatório elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) o país perde cerca de R\$ 8 bilhões anualmente, devido falta da reciclagem de resíduos, os quais vão diretamente para aterros ou lixões. Entre estes resíduos sólidos, encontram-se os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), cujas características são complexas, por terem em sua composição substâncias de alto valor agregado e outras cujas periculosidades requerem tratamentos distintos dos resíduos domiciliares. Visando preencher a lacuna na legislação ambiental brasileira, em 02/08/2010, foi sancionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305), já regulamentada, em 23/12/2010 (Decreto nº 7.404), que tem como base os seguintes princípios: redução da geração e nocividade dos resíduos, a responsabilidade compartilhada, planejamento adequado da gestão, inclusão social dos catadores e a produção e consumo sustentáveis. Diante do exposto, este trabalho, que ora se apresenta, tem como objetivo geral, apresentar um diagnóstico da situação atual dos resíduos eletroeletrônicos gerados na Faculdade de Engenharia, do Campus de Guaratinguetá, FEG/UNESP, visando fornecer subsídios para a gestão e o gerenciamento desses resíduos, com base na sustentabilidade, nas perdas econômicas e na minimização de impactos ambientais e de saúde pública, relacionados ao fluxo e ao descarte inadequado desses resíduos.

PALAVRAS CHAVE: Resíduos Sólidos. Equipamentos eletroeletrônicos. Gestão. Sustentabilidade.

CAMARGO, I.G.N. **Diagnosis of management of electronic waste generated in Campus College of Engineering Guaratinguetá / UNESP.** 2013. 81 f. Graduate Work (Graduate in Civil Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

ABSTRACT

Currently, in Brazil, the quantity and quality of new types of wastes, discarded without criteria in urban areas, has been responsible for considerable impacts on public health and the environment. According to a report prepared by the Institute of Applied Economic Research (IPEA), the country loses about U.S. \$ 8 billion annually, due lack of waste recycling, which go directly into landfills or dumps. Among these solid wastes are waste electrical and electronic equipment (WEEE), whose characteristics are complex, by having in its composition substances of high value-added and other health hazards which require different treatment of household waste. Aiming to fill the gap in Brazilian environmental legislation, on 02/08/2010, was sanctioned the National Policy Solid Waste (Law No. 12,305), already regulated on 23/12/2010 (Decree No 7404), whose based on the following principles: reduction of waste generation and toxicity of shared responsibility, proper planning management, social inclusion of waste pickers and sustainable production and consumption. Given the above, this work presented here, aims generally present a diagnosis of the current situation of electronic waste generated in the Faculty of Engineering, Campus Guaratinguetá, FEG / UNESP, to provide data for management and management of these waste, based on sustainability, the economic losses and minimizing environmental impacts and public health related to the flow and the improper disposal of these wastes.

KEYWORDS: Solid Waste. Electronic equipment. Management. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Índice de abrangência da coleta de RSU (%).....	20
Figura 2 – Destinação final dos RSU coletados no Brasil em 2011 e 2012.....	20
Figura 3 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.....	24
Figura 4 – Esquemática do gerenciamento dos resíduos sólidos.....	25
Figura 5 – Responsáveis pelos resíduos sólidos de diversas naturezas.....	26
Figura 6 – Processo eletrolítico para reaproveitamento de metais preciosos.....	33
Figura 7 – Fluxograma sobre a reciclagem dos REEEs.....	36
Figura 8 – Fases da ACV.....	38
Figura 9 – Processo logístico reverso.....	44
Figura 10 – Antigo depósito de lixo, as margens do Rio Paraíba do Sul.....	49
Figura 11 – Mudanças devido ao projeto “Amigos do lixo”.....	51
Figura 12 – Enquete sobre lixo eletrônico.....	64

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Laboratório didático de informática da FEG.....	48
Fotografia 2 – Remontagem dos Computadores.....	54
Fotografia 3 – Local onde os REEEs são estocados.....	58
Fotografia 4 – Espaço restrito destinado para armazenamento dos REEEs.....	58
Fotografia 5 – REEEs recebidos pelo ferro velho.....	65
Fotografia 6 – Presença de REEEs no ferro velho.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Materiais que compõem o REEE.....	30
Gráfico 2 – Quantidade de resíduos em desuso na sala dos docentes por tipo.....	60
Gráfico 3 – Histograma da quantidade de equipamentos em desuso encontrados na sala dos docentes.....	61
Gráfico 4 – Respostas dadas sobre a existência de um recolhimento dos equipamentos em desuso, feito pela universidade.....	62

Gráfico 5 – Conhecimento por parte dos docentes da destinação final dos REEEs na FEG.....	62
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de EEE.....	27
Quadro 2 – Substâncias tóxicas encontradas nos EEE e os danos à saúde humana e ao meio ambiente.....	31
Quadro 3 – Tempo médio de utilização de cada tipo de equipamento.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação dos principais materiais no total de RSU coletado no Brasil em 2012.....	19
Tabela 2 – Metais pesados encontrados no computador.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV	Análise do Ciclo de Vida
CB38	Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
D.O.U	Diário Oficial da União
EEE	Equipamentos Elétricos e Eletroeletrônicos
EUA	Estados Unidos da América
FEG	Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life Cycle Analysis
MCC	Microelectronics and Computer Technology Corporation
NAP	Norma de Administração Patrimonial
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PBDE	Éteres Difenil Polibrominado
PBB	Bifenil Polibromado
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PREEL	Polo de Reciclagem de Eletroeletrônicos
REEE	Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico
RoHS	Restriction of Hazardous Substances Directive
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAAEG	Serviço Autônomo de Águas, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá
SAEG	Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá
SETAC	Society of Environment Toxicology and Chemistry
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMA	Secretaria da Meio ambiente

SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
USP	Universidade de São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	Saneamento e a Engenharia Civil.....	18
3.2	A Questão dos Resíduos Sólidos no Brasil.....	19
3.2.1	Classificação dos resíduos sólidos.....	22
3.2.2	Gestão dos resíduos sólidos.....	24
3.2.3	Gerenciamento de resíduos sólidos.....	25
3.3	Considerações Sobre os Resíduos de Equipamentos Elétrico e Eletrônicos...27	
3.3.1	Equipamentos Elétricos e Eletroeletrônicos.....	27
3.3.2	Gerenciamento dos REEEs Pós-Consumo.....	34
3.4	Análise do Ciclo de Vida.....	36
3.4.1	Histórico da análise do ciclo de vida.....	37
3.4.2	Método de aplicação da ACV.....	38
3.5	A Questão Legislativa.....	39
3.5.1	A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).....	41
3.5.1.1	Planos dos resíduos sólidos.....	45
3.5.2	Legislações e Normas Brasileiras sobre os REEE.....	45
3.5.3	Legislações internacionais sobre os REEEs.....	46
3.6	Contextualização da Área de Estudo: Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP.....	48
3.6.1	Breve histórico sobre a questão dos resíduos sólidos no Município de Guaratinguetá-SP.....	49
4	METODOLOGIA.....	52
4.1	Abordagem Metodológica da Pesquisa.....	52
4.1.1	Coleta de dados.....	53
4.1.1.1	Pesquisa bibliográfica.....	53
4.1.1.2	Pesquisa documental.....	53
4.1.1.3	Questionários.....	55
4.2	A Análise dos Dados.....	55
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57

5.1	Análise do Questionário Aplicado ao Setor de Patrimônio da UNESP – Campus de Guaratinguetá.....	57
5.2	Análise do Questionário Aplicado aos Docentes da UNESP - Campus de Guaratinguetá.....	59
5.3	O Gerenciamento dos Resíduos Eletroeletrônicos no Município de Guaratinguetá - SP.....	63
5.4	Os Sucateiros.....	64
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	67
6.1	Conclusões.....	67
6.2	Recomendações.....	67
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE A1 – Modelo de questionário aplicado ao setor de patrimônio da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP.....	75
	APÊNDICE A2 – Modelo de questionário aplicado aos docentes da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP.....	78

1 INTRODUÇÃO

Com o advento da máquina a vapor, em meados do século XVIII, a Inglaterra foi palco do início da Revolução Industrial, momento da história que registra a modificação radical da forma de transformação de matérias primas em produtos acabados, através da instalação de parques fabris mecanizados em substituição ao modo artesanal de se gerar produtos. Esta alteração possibilitou um expressivo crescimento nas quantidades de bens produzidos, o aumento na produção, foi possível devido à produção maciça, que propiciou aumento nos lucros e minimizou os custos (NOSÉ JÚNIOR, 2005).

A consequência, desta nova metodologia para a produção, foi o rápido aumento da quantidade de manufaturados, reduzindo o custo final dos produtos, elevando sobremaneira o consumo. Desta forma, deu-se início a uma extração descontrolada dos recursos naturais, visando o maior lucro em curto prazo, consolidando a estrutura básica do capitalismo.

A urbanização também se intensificou com a Revolução Industrial, ocorrendo um verdadeiro êxodo rural motivado pela oferta de emprego remunerado nos centros urbanos para atender à demanda por manufaturados, que se expandia pelo mundo todo.

Toda transformação radical, forjada sem o devido planejamento, traz consigo sérios conflitos de difícil solução. Foi o que ocorreu no período e perdura até os dias atuais, como cidades mal planejadas, falta de infraestrutura urbana, disseminação de doenças etc.

Também, como fruto deste cenário, verificou-se, o aumento descontrolado da quantidade de toda a sorte de resíduos sólidos, gerados pela sanha consumista, provocando cada vez mais a extração desordenada de recursos naturais, gerando notáveis desequilíbrios ambientais, resultando em impactos negativos principalmente na saúde pública e no meio ambiente.

Neste contexto, tornou-se crescente, na sociedade, a preocupação com as questões ambientais, “foi após a Revolução Industrial que os sinais de degradação ambiental se tornaram mais evidentes para um maior número de pessoas.” (D’ AVIGNON, 2001, p.2).

A partir da Segunda Guerra Mundial, as grandes potências mundiais, conseguiram se reestruturar economicamente, e na década 60 conseguiram altos padrões de qualidade nos produtos fabricados. Apesar desta retomada na qualidade dos produtos, a população se mostrou insatisfeita devido aos problemas causados devido à degradação ambiental, surgindo assim diversos protestos que tinha por objetivo alertar sobre os problemas ambientais (OLIVEIRA, 2008).

Conjuntamente, com as preocupações relacionadas com a extração desenfreada dos recursos naturais, assim como com a poluição ambiental, devido à queima de combustíveis fósseis, entre outros fatores, responsáveis por sérios desequilíbrios ambientais, podem-se destacar os impactos causados pelos resíduos fabricados industrialmente.

Dentre esses resíduos, destaca-se o Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico (REEE), os quais nas últimas 2 décadas, tiveram um crescimento constante, devido muitas vezes ao consumo “insustentável” aliado a fatores como a obsolescência programada, pois muitas empresas que produzem equipamentos eletroeletrônicos, infelizmente, se preocupam mais com o aumento do consumo de seus produtos, fabricando assim artefatos com curto período de “vida útil”, cujo reparo, quando quebrados, muitas vezes é mais caro em relação a um novo produto.

A grande maioria destes REEEs é composta por metais altamente tóxicos, como Chumbo, Cádmio, Níquel, Mercúrio, entre outros, os quais são extremamente nocivos à saúde pública e ao meio ambiente, porém do ponto de vista econômico, estes resíduos são interessantes por serem constituídos de metais nobres de alto valor como Ouro, Cobre, Prata e outros metais.

Desta forma é necessário contar com planos de gestão e de gerenciamento adequados para a redução, o reaproveitamento e a reciclagem destes resíduos, evitando que a maioria deles seja destinada para lixões a céu aberto, agravando ainda mais os impactos no meio, tão noticiados atualmente.

Segundo a Lei nº 12.305, promulgada em 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, responsável por instituir a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), o Distrito Federal e os Municípios são responsáveis pela gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios. (BRASIL, 2010).

Entre os destaques da PNRS, destaca-se a responsabilidade, pelo ciclo de vida dos produtos, sendo compartilhada entre os diversos setores da sociedade organizada, como também a logística reversa que obriga os geradores, importadores e comerciantes a planejarem a operação de recolhimento dos resíduos. Sendo assim, é esperado que sejam criados produtos mais duráveis, menos tóxicos e com maiores possibilidades de reciclagem.

Segundo Cooper (2005) um princípio básico, para se atingir produção e o consumo sustentáveis, é o aumento da expectativa da vida do produto que pode ser atingido através de uma maior durabilidade e melhoria na sua manutenção, viabilizando sua reutilização.

Sendo assim é percebida a importância da gestão e do gerenciamento dos REEES de maneira adequada, onde o seu uso é disseminado, minimizando os danos de diversas naturezas por eles causados.

Desta forma espera-se que este trabalho possa sensibilizar os dirigentes e toda a comunidade da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG) a adotarem novas práticas para o gerenciamento integrado desses resíduos e que ainda, este trabalho possa contribuir para a discussão ampliada em todas as unidades da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) e demais instituições públicas e privadas de ensino no país.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar um diagnóstico das práticas adotadas para gestão e gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos gerados no Campus da FEG. Possibilitar o levantamento de medidas para implantação de um programa de gestão e gerenciamento desses resíduos, visando a redução, a reutilização e a reciclagem dos mesmos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Saneamento e a Engenharia Civil

A engenharia é uma profissão em que um conjunto de conhecimentos distintos em matemática, ciências e tecnologia, são aplicados com a finalidade de proporcionar para a indústria e a sociedade, infraestrutura, bens e serviços (NGUYEN, 1998).

Esta profissão tem caráter abrangente, dentre as especialidades tem-se a engenharia civil que está relacionada à análise, projeto, planejamento e execução de sistemas construtivos, visando a realização de atividades com eficiência econômica e técnica.

Segundo Bazzo e Pereira (2006) o engenheiro civil, pode atuar em diversos campos da engenharia, podendo especializar-se em: estruturas, fundações, saneamento, mecânica dos solos, transportes, entre outros setores.

O saneamento ambiental é definido:

É o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (BRASIL, 2004, p.14).

O investimento em saneamento ambiental permite a redução de gastos com saúde pública, promove vagas de emprego e recupera áreas ambientalmente degradadas, portanto fundamental para muitos municípios brasileiros que ainda possuem condições precárias em infraestrutura básica.

De acordo com Andreoli (2006), as questões os resíduos gerados durante o tratamento de água e esgoto foram frequentemente negligenciadas resultando em grandes impactos ambientais e custos econômicos que poderiam ser minimizados com a adoção de um planejamento adequado, considerando as particularidades de cada projeto.

A situação é semelhante para a questão dos resíduos sólidos, porém com o aumento exponencial dos resíduos e falta de local adequado para sua destinação, foram intensificadas as discussões em busca de estratégias para solução destes problemas evitando os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana.

3.2 A Questão dos Resíduos Sólidos no Brasil

O cotidiano urbano conjuntamente com o pesado marketing, são fatores responsáveis pelo aumento excessivo no consumo de produtos, que se tornam obsoletos após um curto período de uso. Como consequência têm-se elevado consumo de recursos naturais e acréscimo na geração dos resíduos, causando sérios desequilíbrios ambientais e danos a saúde humana (GRIMBERG; BLAUTH, 1998).

No Brasil, muitos municípios se mostram ainda ineficientes e improdutivos, técnica e administrativamente, para gerenciar os resíduos, fazendo que os mesmos sejam lançados indiscriminadamente no ambiente, causando uma série de inconvenientes.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2013), entre os anos de 2011 e 2012 ocorreu um crescimento na quantidade de resíduos sólidos urbanos de 1,30% este valor é superior ao crescimento populacional que foi de 0,90% para o mesmo período. Em 2012, foram coletados diariamente aproximadamente 181 mil toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, resultando em uma produção per capita de 1,107 (kg/hab/dia).

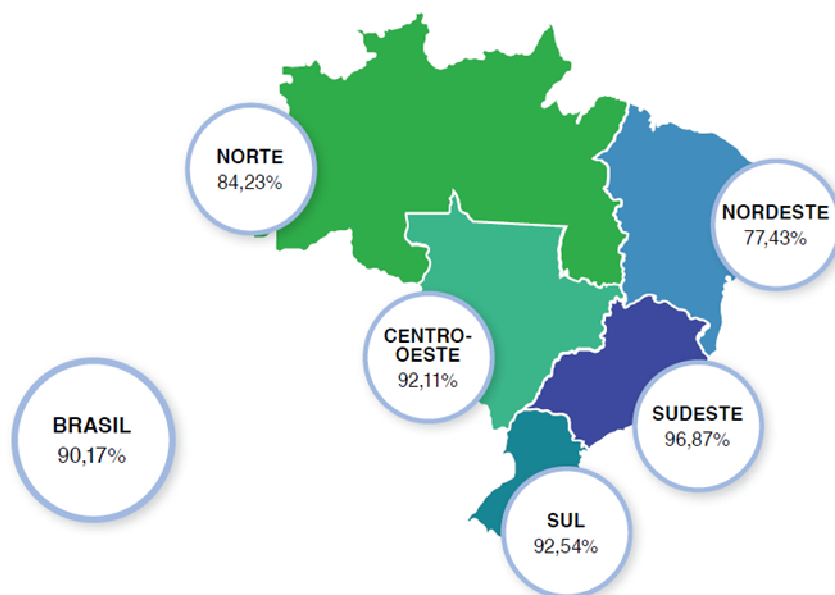
Na tabela 1, observa-se a composição gravimétrica média dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, considerando como base a quantidade no ano de 2012:

Tabela 1 – Participação dos principais materiais no total de RSU coletado no Brasil em 2012 (ABRELPE, 2013):

Material	Participação (%)	Quantidade (t/ano)
Metais	2,9	1.640.294
Papel, Papelão e TetraPak	13,1	7.409.603
Plástico	13,5	7.635.851
Vidro	2,4	1.357.484
Matéria Orgânica	51,4	29.072.794
Outros	16,7	9.445.830
TOTAL	100,0	56.561.856

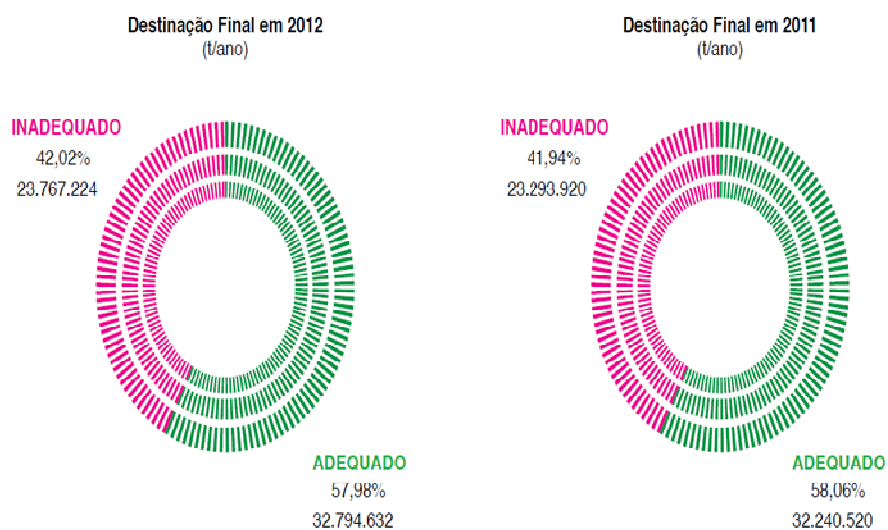
Com base na figura 1, a seguir, é possível observar que uma grande parcela de municípios, cerca de 90%, possuem cobertura dos serviços de coleta de RSU, porém apesar dos avanços em leis sobre resíduos sólidos, uma considerável quantidade desses resíduos ainda é encaminhada para locais inadequados, como é indicado na figura 2.

Figura 1 – Índice de abrangência da coleta de RSU (%).



Fonte: (ABRELPE, 2013).

Figura 2 – Destinação final dos RSU coletados no Brasil em 2011 e 2012.



Fonte: (ABRELPE, 2013).

Apesar da elevada quantidade de resíduos que ainda é destinada a lixões e/ou aterros controlados, locais tecnicamente inadequados, entre os anos de 2011 e 2012 ocorreu uma

diminuição de cerca de 2% no número de cidades que destinam diretamente seus resíduos aos lixões. (ABRELPE, 2013)

Diante deste cenário e visando instituir no país, uma política voltada para a gestão e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, com exceção aos rejeitos radioativos, no dia 2 de agosto de 2010 foi sancionada pela presidência de república a Lei nº 12.305, também conhecida como PNRS.

Segundo a PNRS, o resíduo sólido é definido como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010).

Esta lei foi regulamentada pelo Decreto nº 7.404 em 23 de dezembro 2010 e traz muitos aspectos inovadores, como a distinção entre resíduos sólidos e rejeitos. De acordo com esta lei rejeitos são os resíduos sólidos em que todas as possibilidades de tratamento ou reciclagem foram esgotadas, considerando a viabilidade econômica e a tecnologia existente. Segundo a com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (2012, p.13) “Apenas 10% dos resíduos sólidos são rejeitos”, e por lei somente esta pequena parcela deverá ser encaminhada para aterros sanitários após 2014.

O fechamento de lixões a céu aberto até agosto de 2014 é uma importante determinação da PNRS, que visa minimizar os problemas causados para saúde pública e meio ambiente, pois nestes locais geralmente ocorrem à contaminação do solo e dos lençóis freáticos pelo chorume (líquido de cor escura, resultante da decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos, com elevado potencial poluidor) e, também é comum a poluição do ar, devido à emissão de substâncias tóxicas encontradas nos resíduos que não foram captadas e tratadas adequadamente. Além de resolver os problemas ambientais a eliminação dessas áreas visa promover a inclusão social de catadores de materiais recicláveis.

Apesar de alguns dados apontarem para ausência de melhorias na gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil, acredita-se que com o cumprimento de determinações estabelecidas pela PNRS, ocorra progresso na situação.

Dentre essas determinações destaca-se a responsabilidade compartilhada dos diversos setores da sociedade organizada, pelo gerenciamento dos resíduos sólidos que deverão proceder a análise do ciclo de vida dos produtos passando desde a extração de matéria prima

para a produção de artefatos, passando pelo processo fabril, até o tratamento e disposição final dos mesmos ou de parte de seus componentes ao final de sua “vida útil”.

Para participação efetiva de todos os participantes da cadeia de suprimentos, é necessária a conscientização das obrigações de cada agente, visando redução na geração de resíduos sólidos e aumento de consumo e produção sustentáveis, minimizando os danos ao ambiente.

3.2.1 Classificação dos resíduos sólidos

A caracterização dos resíduos sólidos facilita na escolha do manejo, transporte, tratamento e destinação final adequada dos resíduos. Baseado neste princípio, a PNRS classifica os resíduos sólidos de acordo com a sua origem e periculosidade, conforme será descrito a seguir:

- **Classificação de acordo com a origem:**

- a) resíduos domiciliares:** os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana:** os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos:** conjunto dos resíduos de limpeza urbana e os resíduos domiciliares;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços:** os gerados nessas atividades, excetuados os de limpeza urbana, serviços públicos de saneamento básico, serviços de saúde, construção civil e serviços de transportes;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos;
- f) resíduos industriais:** os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde:** os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
- h) resíduos da construção civil:** os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

• **Classificação de acordo com a periculosidade:**

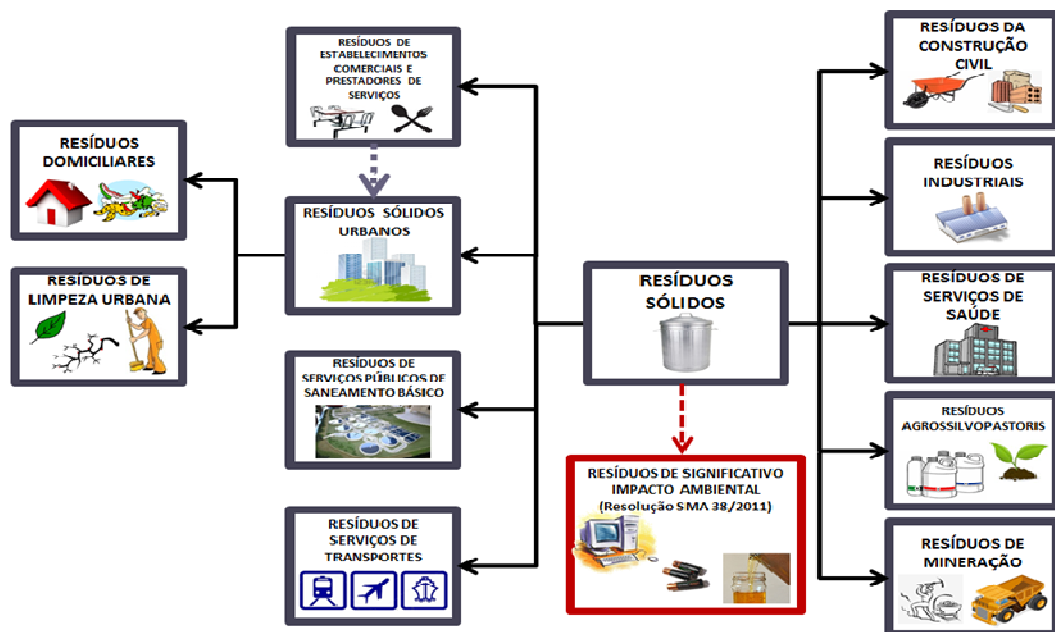
a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento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

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Alguns tipos de resíduos sólidos devido a sua complexidade e particularidades intrínsecas, não foram diretamente considerados na PNRS, ou seja, para a classificação destes resíduos é necessário de apoiar em outros preceitos legislativos, um exemplo é a resolução da Secretaria da Meio ambiente (SMA) 038/2011, que estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental.

Na figura 3 é apresentada a classificação dos resíduos sólidos quanto a origem de acordo com a PNRS e a resolução SMA 038/2011.

Figura 3 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.



Fonte: SCHALCH e CÓRDOBA IN: LEITE, 2011

3.2.2 Gestão dos resíduos sólidos

A gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes "à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios" (SCHALCH *et al*, 2002, p.71).

Porém antes de se começar a desenvolver um modelo de gestão de resíduos sólidos é interessante diagnosticar a realidade local quanto aos recursos financeiros disponíveis e a estrutura legal e institucional.

De acordo com Leite (1997) para ter obter um modelo de gestão de resíduos sólidos devem ser considerados todos os seguintes elementos:

- Reconhecimento dos diversos agentes sociais envolvidos, identificando os papéis por eles desempenhados e promovendo a sua articulação;
- Consolidação da base legal necessária e dos mecanismos que viabilizem o cumprimento das leis;
- Mecanismos de financiamento para a auto sustentabilidade das estruturas de gestão e do gerenciamento;

- Informação à sociedade, empreendida tanto pelo poder público quanto pelos setores produtivos envolvidos, para que haja um controle social;
- Sistema de planejamento integrado, orientando a aplicação das políticas públicas para o setor.

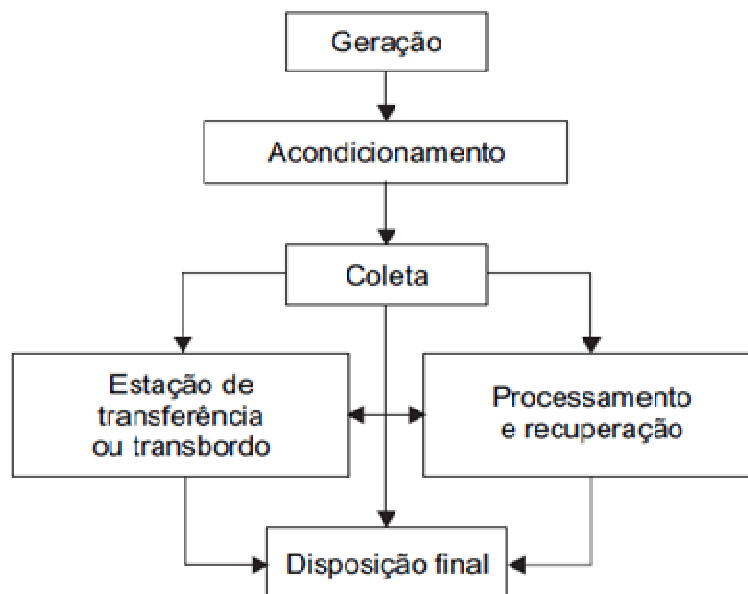
Após a adoção de um modelo de gestão de resíduos sólidos para um dado local, que contenha os elementos citados anteriormente, é possível iniciar um programa de gerenciamento.

3.2.3 Gerenciamento de resíduos sólidos

De acordo com Ferrante, Lorenzo e Ribeiro (2007, p.140) “gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da gestão, envolvendo fatores administrativos, econômicos, ambientais e de desempenho”.

Segundo Cunha e Caixeta (2002), as atividades de gerenciamento dos resíduos sólidos se dividem em seis princípios, ao quais são: geração, acondicionamento, coleta, estação de transferência ou de transbordo, processamento ou recuperação e destinação final, a figura 4 esquematiza essas etapas.

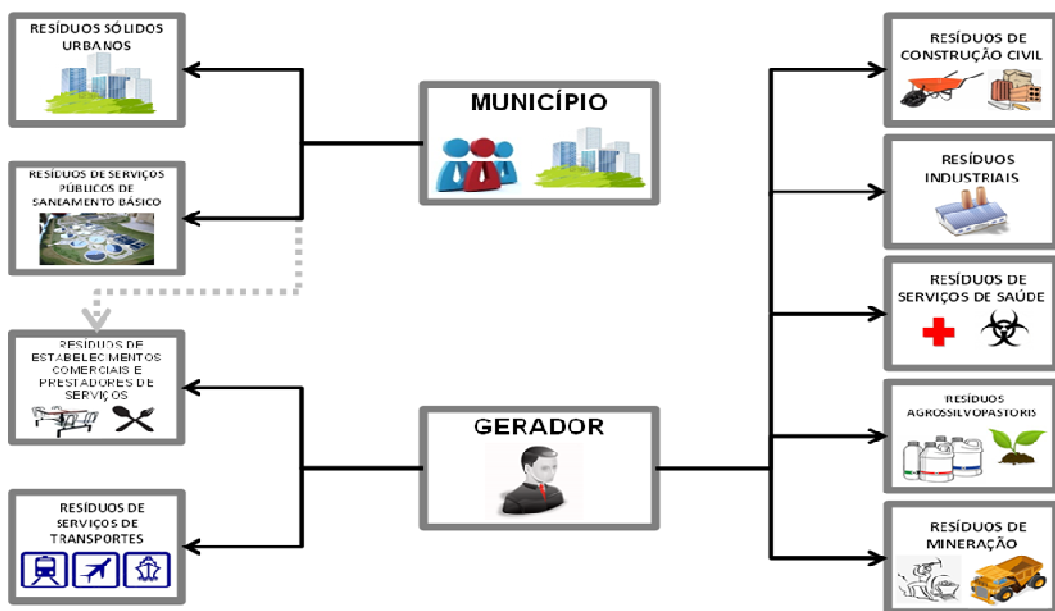
Figura 4 – Esquematização do gerenciamento dos resíduos sólidos.



A PNRS institui a hierarquia para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, observando a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada.

Quanto às responsabilidades pelo gerenciamento dos resíduos sólidos, a PNRS responsabiliza os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e titulares dos serviços públicos de limpeza e de manejo dos resíduos. A figura 5 sintetiza as responsabilidades de gerenciamento dos resíduos de diversas naturezas.

Figura 5 – Responsáveis pelos resíduos sólidos de diversas naturezas.



Fonte: SCHALCH e CÓRDOBA IN: LEITE, 2011

A tendência do aperfeiçoamento de políticas públicas para o setor é inevitável, diante da nova ordem mundial, que exige cada vez mais a minimização dos impactos ambientais, relacionados a todas as formas de atividades antrópicas no planeta, buscando o desenvolvimento sustentável, evitando assim o desperdício de recursos naturais e econômicos.

3.3 Considerações Sobre os Resíduos de Equipamentos Elétrico e Eletrônicos

Atualmente, com os avanços tecnológicos alcançados devido à rápida obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos, observa-se um grande descarte desses equipamentos sem considerar que alguns de seus componentes podem ainda ser reutilizados ou reciclados, voltando ao ciclo produtivo. Parece consenso entre os pesquisadores, que a rapidez com esses bens são descartados não se faz acompanhar de medidas que minimizem e racionalize os descartes inadequados desses resíduos.

3.3.1 Equipamentos Elétricos e Eletroeletrônicos

Os equipamentos elétricos e eletroeletrônicos (EEE) podem ser definidos como:

Equipamentos cujo adequado funcionamento depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos e concebidos para utilização com uma tensão nominal não superior 1000 V para corrente alternada e 1500 V para corrente contínua. (PARLAMENTO EUROPEU, 2003a, p.27).

Na união europeia, estes equipamentos são divididos em 10 categorias, de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de EEE.

Categoria	Exemplos de Produtos
Grandes Eletrodomésticos	Geladeiras, <i>freezers</i> , máquinas de lavar roupa e louça, secadora de roupa, fogão, forno elétrico, micro-ondas, aparelho de ar condicionado
Pequenos Eletrodomésticos	Aspirador de pó, ferro de passar roupa, torradeira, faca elétrica, máquina para cortar o cabelo, secador de cabelo, escova de dente elétrica, aparelho de barbear, relógios, balança
Equipamentos de Informática e Telecomunicação	Computador pessoal e periféricos (CPU, mouse, monitor e teclado), “notebook”, impressora, copiadora, máquina de escrever elétrica, calculadoras, faz, telefones, telefone celular, secretária eletrônica, <i>pen drive</i>

Equipamentos de Consumo	Aparelho de rádio, televisão, filmadora, instrumentos musicais, DVD, videocassete
Equipamentos de Iluminação	Lâmpadas fluorescentes clássicas e compactas, lâmpadas de sódio e de haletos metálicos
Ferramentas Elétricas Eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)	Serra, máquinas de costura, furadeira, máquina para cortar grama
Brinquedos e Equipamentos de Esporte e Lazer	Videogames, brinquedos e equipamentos esportivos com componentes elétricos ou eletrônicos, caça-níqueis
Aparelhos Médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados)	Equipamentos de radioterapia, cardiologia, diálise, medicina nuclear, laboratório
Instrumentos de Monitoramento e Controle	Detectores de fumo, termostatos
Distribuidores Automáticos	Distribuidores automáticos de bebidas, dinheiro

Fonte: Adaptado de (PARLAMENTO EUROPEU, 2003a).

Segundo Franco (2008), a indústria brasileira adota a seguinte classificação:

- **Linha Branca:** Grandes eletrodomésticos como máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça, secadoras, geladeiras e freezers, fogões e micro-ondas.

- **Linha de Som e Imagem:** Televisores, videocassetes, aparelhos de DVDs e blue ray, câmera de foto e vídeo, videogames, rádios, CD players, produtos das áreas de telecomunicações, entre outros.

- **Portáteis:** aspiradores de pó, batedeiras de bolo, cafeteiras, ferros de passar roupa, liquidificadores, secadores e modeladores de cabelo.

Tabela 2 – Metais pesados encontrados no computador.

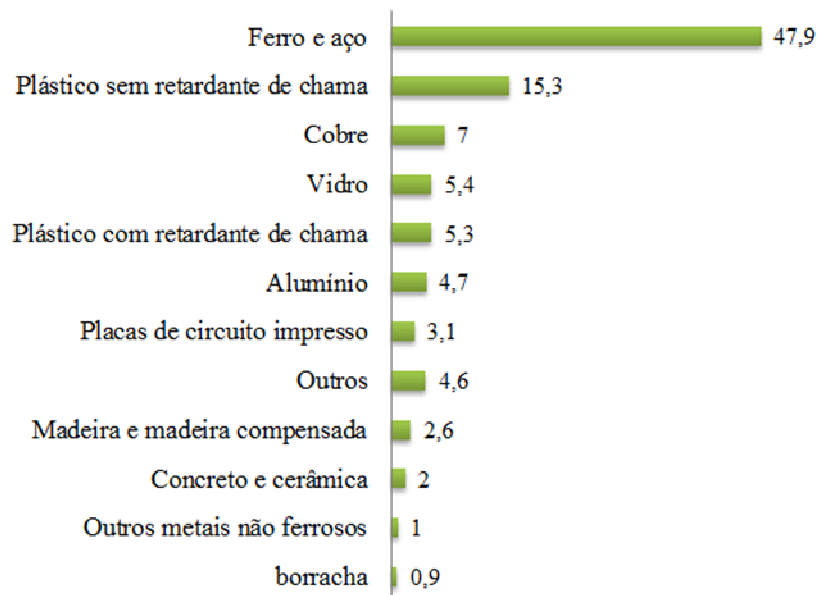
Metal Pesado	Parte do computador onde é encontrado	Porcentagem no computador (%)	Porcentagem reciclável (%)
Alumínio	Estrutura, conexões	14,1723	80,0000
Bário	Válvula eletrônica	0,0315	0,0000
Berílio	Condutivo térmico, conectores.	0,0157	0,0000
Cádmio	Bateria, chip, semicondutor, estabilizadores.	0,0094	0,0000
Chumbo	Circuito integrado, soldas, bateria	6,2988	5,0000
Cobalto	Estrutura	0,0157	85,0000
Cobre	Condutivo	6,9287	90,0000
Cromo	Decoração, proteção contra corrosão	0,0063	0,0000
Estanho	Circuito integrado	1,0078	70,0000
Ferro	Estruturas, encaixe	20,4712	80,0000
Gálio	Semicondutor	0,0013	0,0000
Germânio	Semicondutor	0,0016	60,0000
Índio	Transistor, retificador	0,0016	60,0000
Manganês	Estruturas, encaixes	0,0315	0,0000
Mercúrio	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores.	0,0022	0,0000
Níquel	Estruturas, encaixes	0,8503	80,0000
Ouro	Conexão, condutivo	0,0016	99,0000
Prata	Condutivo	0,0189	98,0000
Sílica	Vidro	24,8803	0,0000
Tântalo	Condensador	0,0157	0,0000
Titânio	Pigmentos	0,0157	0,0000
Vanádio	Emissor de fósforo vermelho	0,0002	0,0000
Zinco	Bateria	2,2046	60,0000

Fonte: Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), 1996.

Através de uma breve análise da tabela 2, observa-se que um elevado número de metais presentes em computadores não pode ser reciclado, o que é muito preocupante se levar em consideração que o tempo de vida desses equipamentos está com o passar dos anos, cada vez mais diminuindo, culminando assim em uma grande quantidade de resíduos que devem ser encaminhados para uma destinação final, sendo que na maioria das vezes esses acabando indo para lixões e aterros controlados, os quais não são um lugar adequado devido a grande possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos e o solo.

Entretanto de acordo com o gráfico 1 os REEEs são compostos por uma grande variedade de materiais e substâncias, sendo a maioria deles recicláveis:

Gráfico 1 – Materiais que compõem o REEE.



Fonte: (WIDMER et al., 2005).

A fim de evitar a contaminação por substâncias nocivas a saúde humana sem comprometer a reciclagem dos REEEs é necessária a adoção de técnica adequada para o manuseio dos mesmos. O quadro 2 apresenta as principais substâncias tóxicas encontradas nos EEE e os danos à saúde humana e animal e ao meio ambiente.

Quadro 2 – Substâncias tóxicas encontradas nos EEE e os danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Substâncias	Uso e produtos onde são utilizadas	Prejuízos aos seres vivos e ao meio ambiente
Chumbo	A solda é o principal uso do chumbo; encontra-se em placas de circuito impresso, válvulas de TV e monitores, tubo de raios catódicos e no vidro de lâmpadas elétricas e fluorescentes.	Danos ao sistema nervoso central e periféricos, sistema cardiovascular, sistema endócrino e rins nos seres humanos; é cumulativo no meio ambiente interferindo nas plantas, animais e micro-organismos
Cádmio	É principalmente encontrado em baterias, placas de circuitos impressos, semicondutores, detectores de infravermelho, tubos de raios catódicos e estabilizadores.	Acumula-se no corpo humano principalmente nos rins, podendo deteriorá-los com o tempo, mas também pode afetar os ossos e o sangue; Em casos de exposição prolongada, cloreto de cádmio pode causar câncer; Em pássaros, mamíferos pode causar anemia e reduzir a produtividade; Em peixes propicia falta de cálcio e redução na concentração de hemoglobina.
Cromo Hexavalente	Placas de circuitos impresso	Nos seres humanos pode causa desde irritações até câncer; é tóxicos para os micro-organismos.
Mercúrio	Em termostatos, equipamentos de medida e controle, sensores, reles e interruptores, equipamentos médicos, placas de circuito impresso, transmissão de dados, telecomunicações e telefones	É cumulativo, tóxico e possivelmente cancerígeno além de causa danos ao cérebro; em animais possui efeitos adversos sobre o sistema nervoso central e

	celulares, baterias. Atualmente, estima-se que 22% do mercúrio consumido anualmente seja utilizado em EEE.	rins de pássaros e mamíferos e sobre o sistema reprodutivo de peixes.
Bromofenil (PBB) e Éter de Bromobifenil (PBDE)	Usados em produtos eletroeletrônicos para proteger contra inflamabilidade em placas de circuitos impressos, coberturas plásticas, componentes e cabos em TVs.	São tóxicos e perigosos à saúde humana, podem desregular o sistema endócrino, interferir na reprodução e favorecer na formação de tumores; São bioacumulativos e tóxicos nos ambientes aquáticos.

Fonte: Adaptado de (HORNE; GERTSAKIS, 2006).

A presença de todos estes poluentes acarreta em mais um empecilho no processo de desmontagem dos EEEs, na busca dos metais nobres e de outros elementos que podem ser reutilizados, pois, cada equipamento tem uma forma adequada de desmontagem que deve ser respeitada para que os trabalhadores que manipulam esses resíduos não se contaminem.

Dessa forma é interessante que além do número desses resíduos produzidos serem reduzidos, seja possível ocorrer uma minimização da utilização de substâncias tóxicas na fabricação de novos EEEs, optando por aquelas que causam menos danos ao meio ambiente.

Essa falta de adoção de técnicas adequadas de manuseio, estocagem e reciclagem, podem trazer consequências maléficas ao meio ambiente e saúde humana, como exemplo pode-se citar as elevadas concentrações de chumbo no ar de áreas rurais de Guiyu, pois nesta cidade ocorre a reciclagem intensa e inadequada de resíduos eletroeletrônicos (SEPÚLVEDA et al, 2010).

A reciclagem evita as perdas econômicas e ambientais que ocorreriam, caso estes resíduos fossem descartados de forma inadequada, porém deve se escolher uma técnica apropriada, para que durante o processo de extração não ocorra a contaminação da pessoa que realiza o trabalho.

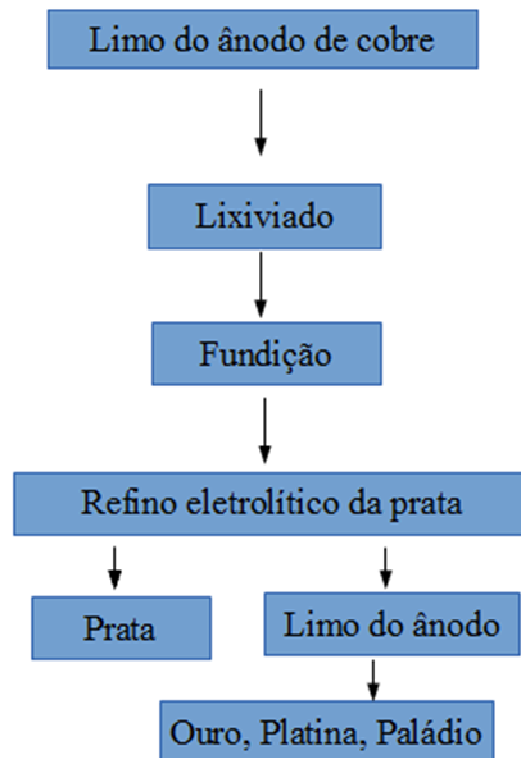
A presença de metais de valor econômico na maioria dos equipamentos eletroeletrônicos incentiva a reciclagem destes equipamentos, visando a extração destes recursos.

“Pode-se observar que para telefones celulares, calculadoras e sucatas de placas de circuito impresso, os metais preciosos constituem mais de 70% do valor, para placas de TV e

leitor de DVD eles ainda contribuem com cerca de 40%” (CUI; ZHANG, 2008, p. 230, tradução nossa).

A reciclagem química é um processo usado para recuperar os metais valiosos encontrados nos EEEs, a figura 6 resume este processo. (KANG; SHOENUNG, 2005).

Figura 6 – Processo eletrolítico para reaproveitamento de metais preciosos.



Fonte: Adaptado de (KANG; SHOENUNG, 2005).

Diante deste cenário, é verificada a necessidade de um correto gerenciamento destes tipos de resíduo, que aproveite suas vantagens econômicas, valorizando a reutilização de recursos naturais obtidos com a reciclagem destes resíduos, como também a correta destinação final dos rejeitos tóxicos.

Para Widmer et al. (2005) pode-se identificar os cinco parâmetros básicos para caracterização de um sistema de gestão de REEEs, a seguir:

- **Regulamento jurídico:** compreende a existência de uma legislação específica sobre os resíduos eletroeletrônicos;

- **Abrangência do Sistema:** A abrangência de um sistema de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos se subdivide em: específica e coletiva.

- **Sistema de Financiamento:** Através do tipo de sistema de financiamento (interno ou externo) é definido quem irá pagar o preço do gerenciamento do resíduo.

- **Responsabilidade do Produtor:** Define como e qual responsabilidade o produtor irá de fato cumprir. Em alguns sistemas pode ser individual ou coletiva.

- **Garantir a Conformidade:** O projeto do sistema de gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos deve garantir o controle do seu cumprimento. Em caso de não cumprimento pode-se utilizar de penalidades.

3.3.2 Gerenciamento dos REEEs Pós-Consumo

Segundo Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) (2010) é de longa data que o setor elétrico e eletrônico brasileiro apresenta déficit na balança comercial, é imprescindível adoção de medidas, como por exemplo, aumento de incentivos fiscais, que visem fortalecer o setor, aumentando a produção e o consumo nacional, entretanto sem esquecer-se da legislação ambiental para estes bens. Este fortalecimento na indústria elétrica e eletrônica proporcionará ao país maior poder para concorrer e aproveitar as oportunidades econômicas deste setor, que em nível global possui altas taxas de crescimento anual.

Embora a indústria elétrica e eletrônica tenha vários desafios para superar quanto a autonomia tecnologia e poder competitivo, o setor entre os anos de 2007 e 2009 contribuiu com uma participação média de 4,50% do produto interno bruto (PIB), ultrapassando ao faturamento de R\$ 100 bilhões. Devido aos programas de inclusão digital e ao incremento econômico de algumas classes sociais há uma forte perspectiva de aumento no consumo de produtos eletroeletrônicos (ABINEE, 2010).

Consequentemente a massa de REEEs vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas, com base no estudo realizado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) (2009) para o período compreendido entre 2001 e 2030, estima-se que o Brasil gere aproximadamente 750.000 t/ano de equipamentos eletroeletrônicos e quanto a geração per capita anual, para o mesmo período, tem-se a média estimada igual a 3,4 kg/habitante.

Com base nesses números é de fundamental importância ter um gerenciamento desses resíduos após sua geração e uso, as etapas pós-consumo dos equipamentos eletroeletrônicos são: armazenamento e/ou estocagem, reuso do equipamento (doação para entidades e/ou pessoa física), desmontagem para reutilização de componentes, reciclagem e disposição final (aterramento ou incineração).

A seguir serão detalhadas, em sequência, as etapas relativas ao pós-consumo de EEE:

- **Armazenamento:** Consiste no armazenamento do equipamento. Essa prática é muitas vezes devida à esperança dos usuários em recuperarem parte do capital investido na compra do equipamento ou até por não saberem que destino dar a eles. Porém recomenda-se que estes equipamentos não fiquem armazenados por muito tempo, pois diminuem as possibilidades de reutilização.

- **Reuso:** De acordo com Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2003), esta etapa corresponde na doação ou venda do equipamento ou de seus componentes para um novo usuário. A fabricação e venda de computadores reconicionados, possibilita a inclusão digital.

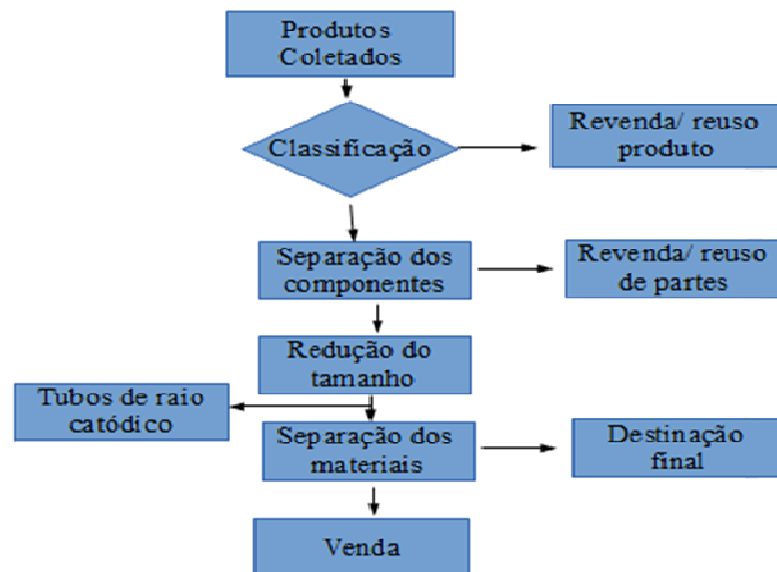
- **Desmontagem para reutilização de componentes:** Quando não é viável a recuperação e reutilização dos EEEs, pode-se desmontá-los separando seus componentes para serem utilizados em novos equipamentos. Este procedimento só possível para produtos que não foram descartados junto com o resíduo urbano comum.

- **Reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos:** A reciclagem deste tipo de resíduos, geralmente, é trabalhosa devido à presença, de substâncias perigosas ao ambiente e à saúde humana, em sua composição. Para CROWE et al (2003), as etapas de reciclagem, para maioria, dos resíduos eletroeletrônicos consistem em:

- Desmontagem;
- Segregação de metais ferrosos, não-ferrosos e de plásticos;
- Reciclagem e recuperação de materiais com maior valor econômico;
- Tratamento e disposição de materiais e resíduos perigosos.

A figura 7 esquematiza a reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos.

Figura 7 – Fluxograma sobre a reciclagem dos REEEs.



Fonte: Adaptado de (KANG; SHOENUNG, 2005).

Ao observar a figura 7, é possível perceber que a reciclagem resulta no reaproveitamento de materiais que serão novamente utilizados como matéria prima reduzindo o impacto ambiental.

- **Disposição final:** Devido a presença de substâncias tóxicas a destinação final deve ser feita em local adequado, para não ocorrer contaminação ambiental.

3.4 Análise do Ciclo de Vida

Visando cumprir com as exigências normativas ambientais e obter uma vantagem competitiva sustentável, muitas empresas vêm investindo na adoção da gestão ambiental em seus negócios.

“As atividades de *gestão ambiental* significam a aplicação das medidas preventivas, mitigadoras e demais programas ambientais durante as três principais fases do período de vida do empreendimento (implantação, operação e desativação).” (VILELA JÚNIOR; DEMAJOROVIC, 2006, p.87).

A Análise do Ciclo de Vida (ACV), conhecida internacionalmente como Life Cycle Analysis (LCA) é uma ferramenta de gestão ambiental que visa proporcionar as empresas o

melhoramento de seus processos ou produtos e eliminar as ações que geram mais impactos ao meio ambiente.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2009) a ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos ao longo da vida de um produto desde a extração de recurso, passando por produção, uso, tratamento pós-uso, reciclagem e disposição.

Esta ferramenta de gestão ambiental auxilia a avaliar o ciclo de vida dos mais diversos produtos e processos, no presente trabalho destaca o uso da ACV voltado para o planejamento de gestão integrada de RSU e no desenvolvimento de EEEs, na busca da adoção de medidas que causem menos danos ao meio ambiente e a saúde humana.

3.4.1 Histórico da análise do ciclo de vida

De acordo com Fava et al. (1991) uma das primeiras publicações sobre ACV foi o trabalho desenvolvido Harold Smith e publicado em 1963, neste trabalho foi apresentado o cálculo da energia cumulativa necessária para produção de produtos químicos e intermediários.

No ano de 1969 a Coca-Cola Company encomendou ao Midwest Research Institute um estudo, que teve o maior destaque entre os estudos realizados durante a fase inicial da ACV, nele há a comparação entre diferentes tipos de recipientes de bebidas e a quantificação dos rejeitos lançados ao meio ambiente, dos recursos naturais e as cargas ambientais para cada tipo de embalagem (VIGON et al., 1993).

Na década de 70 devido a crise do petróleo, o uso da ACV dos combustíveis foi uma importante ferramenta utilizada por muitos países industrializados na busca por alternativas e soluções para o problema energético.

O uso da embalagem traz muitos benefícios para indústria e o comércio de alimentos, porém de acordo com Vigon et al. (1993), durante a década de 80 foi percebida a influência das embalagens no volume do lixo doméstico, com a aplicação e modernização da ACV foi possível minimizar os impactos ambientais gerados pelas embalagens.

A ACV de produtos e processos foi ampliada para diversas áreas de pesquisas que tinham entre seus objetivos avaliar os impactos ambientais, porém devido a inexistência de uma base conceitual sólida ocorria o comprometimento dos resultados. Na década de 90 visando a padronização da metodologia da ACV a Society of Environment Toxicology and

Chemistry (SETAC), obteve destaque como a primeira organização a desenvolver as pesquisas científicas a fim de estabelecer padrões para o uso da ACV.

Objetivando a padronização da metodologia e da estrutura de trabalho adotada para o estudo da ACV, a International Organization for Standardization (ISO) realizou a confecção de normas de gestão ambiental, específicas para a ACV.

No Brasil o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (CB38) a partir de 2000 iniciou o processo de tradução e publicação dessas normas de gestão ambiental relativas a ACV.

3.4.2 Método de aplicação da ACV

As normas da série ISO 14040 tem por objetivo apresentar os princípios e estrutura para o uso da ACV, segundo ABNT (2009) são necessárias para execução quatro fases apresentadas na figura 8:

Figura 8 - Fases da ACV.



Fonte: Adaptado de (ABNT, 2009).

A seguir será feita um breve resumo sobre o conteúdo de cada fase:

Definição de objetivo e escopo:

Esta fase inicial é muito importante para o êxito da ACV, na definição do objetivo é especificada a aplicação pretendida, determinadas as razões do estudo e o seu público alvo.

Análise de inventário:

Ocorre a coleta e quantificação dos dados das entradas e saídas relativas as todas as etapas do produto ou processo investigado.

Avaliação de impactos:

Considera os potenciais impactos ao meio ambiente e a saúde humana com base na análise do inventário do ciclo de vida.

Interpretação dos resultados:

Nesta fase é possível retirar conclusões e recomendações com base nos resultados obtidos análise do inventário e da avaliação de impacto, levando em consideração o objetivo e escopo definidos no início do estudo.

No Brasil o uso da ACV ainda é pouco explorado, um motivo é a escassez de bancos de dados específicos em determinadas áreas, pois se trata de uma tarefa que necessita de elevado investimento em tempo e recursos, desta forma é interessante que o poder público motive e invista em tais estudos, uma vez que o setor privado se mostra relativamente desinteressado em alavancar tais iniciativas, porém disposto a utilizar os resultados obtidos para melhoria de seus produtos ou processos (RIBEIRO, 2003).

3.5 A Questão Legislativa

Em vários países a ânsia pelo desenvolvimento econômico e tecnológico, entretanto sem adoção de parâmetros sustentáveis, propiciou a prática de atividades lesivas ao meio ambiente ocasionando em acidentes ambientais, que alguns casos são irreversíveis e causam sérios desequilíbrios ambientais.

Devido aos danos causados ao meio ambiente iniciou se debates sobre a degradação ambiental dentre os eventos, a nível internacional, destaca se a conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo entre os dias 5 a 16 de junho de 1972, considerada por muitos como o marco nas discussões sobre a interferência das ações humana no meio ambiente.

O Brasil por meio da Lei 6.938/81 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) intensificou sua colaboração para proteção ao meio ambiente, baseando o desenvolvimento alicerçado em um planejamento sustentável. Segundo o art. 2.º desta lei, tem se:

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (BRASIL, 1981).

A PNMA instituiu o SISNAMA que tem por responsabilidade integrar órgãos e instituições relacionadas com a questão ambiental objetivando a qualidade ambiental.

Segundo Palermo (2006, p.37) "o SISNAMA é integrado por órgãos federais, estaduais e municipais, que tem como órgão superior o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), com funções normativas e cujas resoluções têm força legal."

A responsabilidade civil e criminal pelos danos causados ao meio ambiente é uma importante ferramenta estabelecida na PNMA, pois independentemente da exigência de culpa o poluidor deve reparar o dano causado.

Posteriormente, em 12 de fevereiro de 1998 foi sancionada a Lei n° 9.605 que trata sobre os crimes ambientais, que inova por aplicar a reponsabilidade penal também a pessoa jurídica que praticar atividades lesivas ao meio ambiente.

Diversos setores da sociedade civil contribuíram para a elaboração da Constituição Federal de 1988, nesse sentido o movimento ecológico cooperou por meio de propostas para redação desta lei.

Sanções penais e administrativas para os responsáveis por danos ao meio ambiente, utilização consciente dos recursos naturais, declaração de áreas estratégicas como patrimônio

nacional e educação ambiental, são alguns dos temas, relativos ao meio ambiente, abordados na Constituição Federal de 1988.

Em 05 de janeiro de 2007 a Lei nº 11.445, regulamentada pelo Decreto nº 7.217 de 21 de julho de 2010, responsável por instituir a Política Nacional de Saneamento Básico, que estabeleceu diretrizes para o saneamento brasileiro, dentre as mudanças trazidas nesta lei tem-se a exigência de separação das funções de planejamento, regulação e prestação dos serviços de saneamento básico.

Visando suprir uma lacuna legislativa em relação aos resíduos sólidos a Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, instituiu a PNRS que por meio de seus instrumentos visa incentivar práticas sustentáveis.

3.5.1 A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)

Atualmente, a sociedade se defronta com vários crimes praticados contra o meio ambiente. Na tentativa de evitar que estes abusos fiquem cada vez mais frequentes e catastróficos vários países elaboram suas leis de proteção ao meio ambiente, se destacando os países da União Europeia por serem um dos pioneiros no assunto relacionado à preocupação com as altas concentrações de substâncias perigosas presentes em REEEs.

Como já comentado anteriormente, no Brasil também existem várias leis que tratam de assuntos relacionados com o meio ambiente, em 02 de agosto de 2010, após várias discussões entre órgãos do governo, instituições privadas e a sociedade, foi sancionada a Lei 12.305/2010 que institui a PNRS e alterou a Lei 9.605/1998, a qual estabelece instrumentos, diretrizes e normas para a gestão e gerenciamento dos resíduos.

Uma das grandes inovações importantes desta lei é em relação ao conceito de responsabilidade compartilhada, que visa confiar a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores, entre outros integrantes e a responsabilidade pelo ciclo de vida de um produto.

As seguir serão citadas as principais inovações propostas pela PNRS:

- **Responsabilidade compartilhada**

O objetivo da responsabilidade compartilhada é confiar a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores, entre outros integrantes, a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto.

Desta forma, acredita-se que uma vez dividida essa responsabilidade, entre agentes econômicos e sociais, podem ser desenvolvidas estratégias sustentáveis tais como: o aproveitamento de resíduos sólidos na cadeia produtiva (sendo utilizados novamente como matéria prima), a redução na geração desses resíduos, a redução de utilização de substâncias tóxicas presentes nestes resíduos, entre outras iniciativas que visem melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos.

A seguir, serão mencionadas, de forma sucinta, as responsabilidades de cada um dos integrantes participantes no processo de geração de resíduo, de acordo com a PNRS:

- Produtores e Fabricantes: São responsáveis por seus produtos até o fim de sua vida útil, devendo assim promover a logística reversa de uma maneira correta, ou seja, com uma rotulagem ambiental adequada, cabe também a estes integrantes o cumprimento de suas obrigações financeiras para com as instituições responsáveis pela gestão dos resíduos.

- Comerciantes e Distribuidores: Responsáveis por informar a clientes e consumidores sobre a logística reversa e de como ocorrerá a valorização desses resíduos.

- Consumidores: Tem por obrigação encaminhar o resíduo para os locais adequados conforme as informações dos produtores, fabricantes, comerciantes e distribuidores.

- Prefeituras Municipais: As prefeituras que assumem a responsabilidade pela limpeza urbana e pela coleta e manejo dos resíduos sólidos devem ser responsáveis pela implantação da coleta seletiva e de sistemas de compostagem para os resíduos orgânicos e promover a destinação final adequada para os resíduos.

Neste novo modelo que visa o compartilhamento da responsabilidade pela geração dos resíduos sólidos, é imprescindível que todos os integrantes desta cadeia busquem praticar a logística reversa de forma adequada e prática, garantindo que todos tenham acesso aos padrões sustentáveis de produção e consumo.

• **Logística Reversa**

Nas últimas décadas, após a ocorrência de vários desastres ambientais causados por corporações que não se comprometiam com as questões ecológicas, notou-se um crescimento no consumo consciente, por grande parte da sociedade, que leva em consideração as questões ambientais e sociais.

Com isso muitas empresas, começaram a adicionar o conceito de práticas sustentáveis em seus negócios, visando assim mais uma vantagem competitiva. Para tanto, foram

desenvolvidas várias estratégias foram desenvolvidas com tal finalidade, e uma das que mais se destacaram foi a da logística reversa.

Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, pode se definir logística reversa, da seguinte maneira:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Com a PNRS, a logística reversa deixa de ser uma estratégia competitiva para as empresas e passa a ser uma obrigação, cabendo às mesmas o planejamento de todas as operações necessárias para possibilitar o retorno desses resíduos.

Segundo (BRASIL, 2010) são obrigados a estruturar e programar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos (seus resíduos e embalagens); pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes (seus resíduos e embalagens); lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A PNRS, também prevê formas para ampliar a logística reversa a outras cadeias de produtos, através do termo de compromisso, regulamento ou acordo setorial firmado entre o poder público e o setor empresarial.

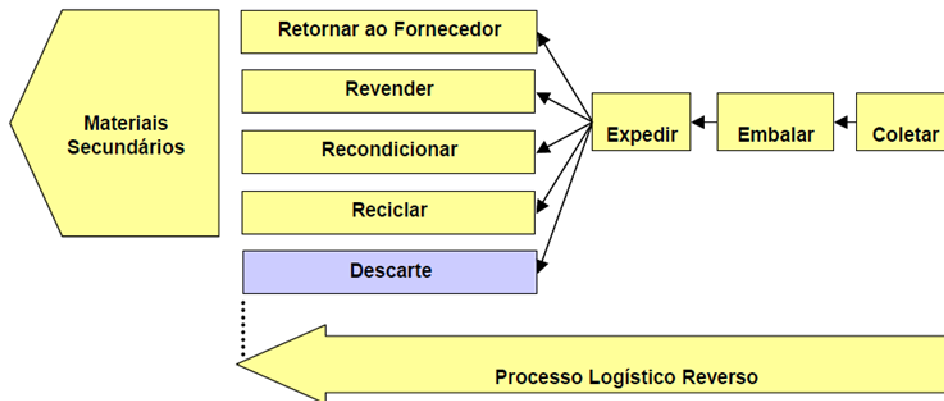
Acordo setorial é definido como “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (BRASIL, 2010).

Em 03 de janeiro de 2013, após aprovado pelo comitê orientador, foi lançado pelo Ministério do Meio Ambiente o edital de chamamento para elaboração de acordo setorial com a finalidade de implantar um sistema de logística reversa de EEE e seus componentes. A partir da data do lançamento os fabricantes, importadores, comerciantes ou distribuidores terão um prazo de 120 dias para apresentarem suas propostas.

"A logística envolve gerenciamento de processamento, inventário e transporte de pedidos, e a combinação entre armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, tudo isso integrado através de uma rede de instalações” (BOWERSOX; COOPER; CLOSS, 2006, p. 44).

A definição anterior compreende a logística direta, e após ela pode se iniciada a logística reversa formando um ciclo logístico, a figura 9 mostra o esquema básico de procedimentos que devem ocorrer na logística reversa.

Figura 9 – Processo logístico reverso.



Fonte: (LACERDA, 2002).

Apesar de aparentemente a logística reversa só significar despesas para uma empresa, há também vantagens com a adoção dessa política como, por exemplo, em relação à possibilidade de ganho e economia quando se consegue a revalorização do resíduo.

Outro aspecto positivo deste tipo de canal de consumo reverso é relativo à diminuição de substâncias nocivas encontradas na fabricação dos produtos, pois as empresas se tornam responsáveis por dar a destinação final aos resíduos gerados, ou seja, quanto menos resíduos forem gerados, mais facilmente ocorrerá o descarte final adequado.

- **Inclusão social dos Catadores**

Dentre os objetivos da PNRS, encontra-se a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Para isso é necessário mobilizar os catadores e capacitar técnica e operacionalmente de realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos, priorizando a segurança operacional do empreendimento.

3.5.1.1 Planos dos resíduos sólidos

Segundo Brasil (2010) os planos de resíduos sólidos são subdivididos em: plano nacional de resíduos sólidos; planos estaduais de resíduos sólidos; planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; Planos intermunicipais de resíduos sólidos; planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Quanto ao plano nacional de resíduos sólidos, sua elaboração caberá a União, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos. Neste plano são definidas as diretrizes, estratégicas e metas para o cumprimento dos principais objetivos da PNRS, dentre eles tem-se a erradicação de lixões e vazadouros até 2014, em contrapartida devem ser criados aterros controlados ou aterros sanitários, evitando assim a contaminação do lençol freático e do solo por chorume.

A elaboração, com prazo definido, destes planos de resíduos sólidos, geralmente, é a condição para que os estados tenham acesso aos recursos da União, ou por ela controlados, destinados à empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

3.5.2 Legislações e Normas Brasileiras sobre os REEE

Anteriormente a PNRS alguns estados brasileiros buscavam respaldo legislativo para a questão dos resíduos eletroeletrônicos, neste sentido o Estado de São Paulo aprovou em 06 de julho de 2009 a Lei nº 13.576, também conhecida como Lei do lixo tecnológico, a qual “Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico.” (SÃO PAULO, 2009).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 257 publicada em 22 de julho de 1999, no Diário Oficial da União (D.O.U), responsabiliza fabricantes e importadores, de pilhas e baterias que contenham em suas composições Chumbo, Cádmiio, Mercúrio e seus compostos, pelo o gerenciamento adequado dos resíduos gerados após o uso, visando dar disposição final ambientalmente correta.

Em 04 de novembro de 2008, a Resolução n.º 257 é revogada pela Resolução do CONAMA n.º 410, que traz novos limites máximos para o chumbo, cádmio e mercúrio presente nas pilhas e baterias.

Nos últimos anos a ABNT lançou normas específicas em relação aos EEEs (quanto as restrições de determinadas substâncias) e aos resíduos gerados a partir destes equipamentos, a seguir serão apresentadas algumas destas recentes normas:

• **ABNT NBR IEC 62430:2010**

Título: Projeto ambientalmente consciente para produtos eletroeletrônicos.

• **ABNT IEC/TR 62476:2011**

Título: Guia para avaliação de produtos com referência ao uso de substância com restrições em produtos eletroeletrônicos.

• **ABNT IEC/PAS 62545:2011**

Título: Informação ambiental para equipamentos eletroeletrônicos.

• **ABNT IEC/PAS 62596:2012**

Título: Produtos eletroeletrônicos – Determinação de substâncias restritas – Procedimento de amostragem – Diretrizes.

• **ABNT NBR IEC 62474:2012**

Título: Declaração de material para equipamentos eletroeletrônicos.

• **ABNT NBR 16156:2013**

Título: Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa.

3.5.3 Legislações internacionais sobre os REEEs

De acordo com Franco (2008) devido ao crescimento na geração de REEEs, iniciou em vários países a elaboração de leis específicas voltadas para o gerenciamento adequado desses resíduos e para a elaboração e fabricação de novos EEEs, dentre estas iniciativas destaca as

suscitadas pelo Parlamento Europeu que elaborou duas diretivas relativas a questão dos REEEs, incentivando vários países na adoção de medidas para atender as exigências normativas, como exemplo pode se citar os países Bélgica e Suíça, que adotaram iniciativas como a cobrança de taxa na compra de um novo EEE, direcionada para o financiamento de reciclagem, gerenciamento ou destinação dos REEEs.

As duas Diretivas elaboradas pela Parlamento Europeu, permitiram um avanço na questão dos REEEs quanto à presença de substâncias tóxicas e a destinação final adequada destes resíduos.

A Diretiva 2002/95/EC é relativa a Restrição do uso de certas substâncias nocivas (Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHS)), estabeleceu que a partir de 01 de julho de 2006, nos países da União Europeia não seria permitida a fabricação e comercialização de EEE que fossem compostos por Chumbo, Mercúrio, Cromo hexavalente, Cádmio, Bifenil Polibromado (PBB) e/ ou éteres Difenil Polibrominado (PBDE). Essa restrição visa assegurar melhores condições ambientais e para saúde humana.

Em janeiro de 2013 entrou em vigor na União Européia a Diretiva 2011/65/EU também conhecida com RoHS II, pois substituiu Diretiva 2002/95/EC, nela alguns são considerados alguns EEE não coberto na primeira RoHS e nela também pode se observar uma maior preocupação com a identificação e documentação dos com materiais e substâncias químicas usadas durante a manufatura.

A Diretiva 2002/96/CE inerente aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, conhecida como Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), tem como objetivo a adoção de medidas preventivas, a efetuação da responsabilidade do produtor, reciclagem e a destinação final adequada para os REEES. Entretanto esta diretiva também será revogada a partir de 15 de Fevereiro de 2014, pela Diretiva 2012/19/EU, relativa aos REEEs.

Nos Estados Unidos da América (EUA) a questão legislativa dos REEES é não constante em todos estados do país, o que favorece a diversidade de iniciativas políticas em alguns casos há legislações mais adiantadas em relação a outros locais, pois proíbem o aterramento e incineração desses resíduos e indicação a responsabilidade estendida ao produtor.

3.6 Contextualização da Área de Estudo: Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP

A faculdade de engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP, situada na avenida Dr. Ariberto Pereira da Cunha, n° 333, bairro Pedregulho, no município de Guaratinguetá-SP seu Campus possui área física de 175.789 m² e área construída de 14.638,38 m².

No local são oferecidos os seguintes cursos de graduação: engenharia civil, engenharia de materiais, engenharia mecânica, engenharia de produção mecânica, engenharia elétrica, matemática e física. Também há programas de pós-graduação, totalizando um total de 1.665 alunos matriculados.

A faculdade possui 6 laboratórios didáticos de informática, 1 laboratório de Vídeo-Conferencia e uma central de impressão. Na fotografia 1 é apresentado um dos seis laboratórios didáticos de informática.

Na faculdade de engenharia de Guaratinguetá está situado o colégio técnico de Guaratinguetá “Prof. Carlos Augusto Patrício Amorim” – CTIG/UNESP, esta escola pública de Ensino Técnico da Universidade Estadual Paulista, possui quatro cursos técnicos de nível médio em período integral, concomitante com ensino médio. Os cursos oferecidos são: técnico em mecânica, técnico em eletrônica, técnico em eletroeletrônica e técnico em informática.

Fotografia 1 – Laboratório didático de informática da FEG.



Fonte: Autora.

A seguir tem-se um breve panorama sobre o município de Guaratinguetá-SP, local onde a faculdade está situada, o qual tem por objetivo apresentar tópicos relevantes ao presente trabalho.

De acordo com Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG) (2012) o município de Guaratinguetá se localiza no Estado de São Paulo e possui uma população de 116.400 habitantes distribuída em uma área de 751,44Km², com densidade populacional de 154,90 hab/Km² e taxa de urbanização igual de 95,66%.

A base da economia da cidade está no turismo, indústria e comércio, na pecuária, produção leiteira, produção agrícola e hortifrutigranjeira. Possui uma localização estratégica por estar no Eixo São Paulo - Rio de Janeiro, tendo assim vantagens logísticas.

3.6.1 Breve histórico sobre a questão dos resíduos sólidos no Município de Guaratinguetá-SP

Segundo Nascimento (2006, p.105) “Até aproximadamente o ano de 1970, a disposição final dos resíduos sólidos era feita, às margens do Rio Paraíba, na época, em um bairro distante do centro.”.

Atualmente o local transformou-se em um bairro residencial, classe média, com alguns estabelecimentos comerciais. Porém, até o ano de 2006 esta área, ainda era utilizada por alguns moradores como depósito de materiais orgânicos, recicláveis ou entulho, a figura 10, mostra este cenário.

Figura 10 – Antigo depósito de lixo, as margens do Rio Paraíba do Sul.



Após o ano de 1970, com a urbanização da área todos os tipos de resíduos, inclusive resíduos de saúde e resíduos industriais, começaram a serem destinados ao lixão, com uma área de aproximadamente quatro hectares, localizado a cerca de 8 km do centro da cidade, entre os bairros Santa Luzia e Vila Municipal I e II, na estrada vicinal Dr. Rafael Américo Ranieri.

O Rio Paraíba do Sul se encontrava a aproximadamente a 1 km do local, e salienta-se que próximo as suas margens encontra-se uma plantação de arroz, que possivelmente recebia diretamente o chorume, líquido altamente tóxico, produzido no lixão.

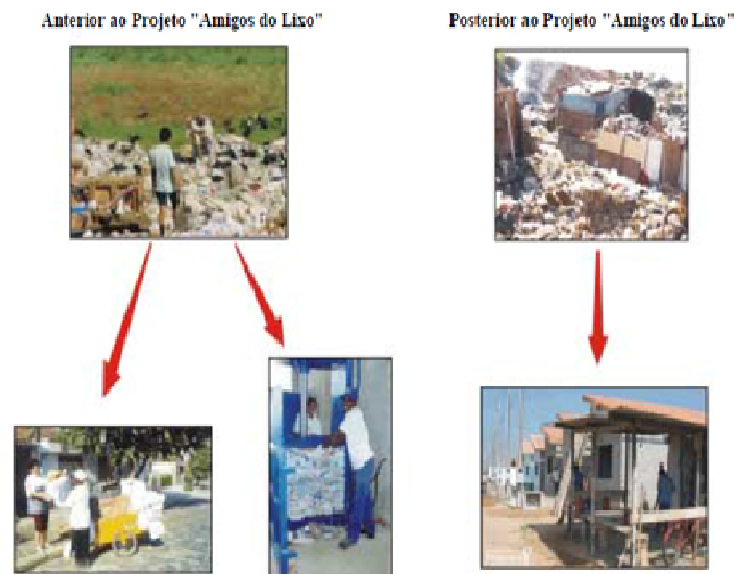
O relatório estadual de resíduos sólidos domiciliares da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) constatou que este local escolhido para o lixão não levava em consideração os impactos ambientais e sociais dessa apropriação do espaço.

Em 1998, após a intervenção da CETESP, a Prefeitura Municipal assinou o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), estabelecendo prazo para regularização do lixão, em relação aos aspectos físicos e sociais e ordenando que a partir de 01 de janeiro de 2006, o lixão do bairro Santa Luzia não poderia mais receber os resíduos sólidos.

A fim de minimizar os impactos sociais e ambientais causados pela apropriação inadequada do local do lixão, iniciou-se no ano 2000, um processo de melhoramento do lixão, obtendo-se a qualificação de aterro controlado, com: retirada de catadores, implantação de coleta seletiva solidária, Cooperativa “Amigos do Lixo de Guaratinguetá”, retirada de animais, fechamento da área. (SAEG, 2012, p. 16). Porém mesmo com essas medidas, entre o período de 2002 a 2005, alguns catadores ainda invadiam durante o período noturno, para evitar tais ocorrências, foi necessário o policiamento da área.

Os catadores que aderiram à cooperativa passaram por um curso de capacitação, receberam uniforme, carrinho coletor e identificação pessoal. Conjuntamente a estas medidas, com apoio das empresas locais e das escolas, foi feito um trabalho de conscientização da população, incentivando-a para separação dos materiais recicláveis, evitando-se a contaminação desses materiais com outros tipos de resíduos, valorizando os preços de venda dos resíduos devidamente separados. A figura 11 mostra a mudança no ambiente de trabalho, dos ex- catadores de lixo que após a realização de cursos de educação ambiental, passaram a ser os agentes ambientais.

Figura 11 – Mudanças devido ao projeto “Amigos do lixo”.



Fonte: (NASCIMENTO, 2006).

O projeto “amigos do lixo” possibilitou a melhora das condições de trabalho dos catadores, além de favorecer a preservação ambiental, possibilitando assim que um maior número de resíduos possa ser reciclado gerando emprego e renda para a cooperativa.

Além do encerramento e remediação do local, onde se localizava o antigo aterro sanitário municipal situado à Estrada Vicinal Rafael Américo Ranieri s/n – Jardim Santa Luzia em Guaratinguetá surgiu à necessidade da construção de um novo aterro sanitário para o município, porém que desta vez levasse em consideração os possíveis impactos ambientais e sociais.

“Somente em 2006, após aproximadamente 13 anos, do primeiro estudo para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, iniciou-se a sua implantação no município.” (SAEG, 2012, p. 16).

A partir desta data a gestão dos resíduos do município ficou como responsabilidade do Serviço Autônomo de Águas, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá (SAAEG).

Porém como os prazos dados para o município estavam vencendo, foi necessária a terceirização parcial dos serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares. Hoje esses resíduos estão sendo encaminhados para um aterro sanitário, privado e licenciado pela CETESB, no município de Cachoeira Paulista/SP.

Atualmente, o município estuda as possibilidades da implantação de um aterro sanitário próprio ou continuar enviando seus resíduos para o aterro em Cachoeira Paulista.

4 METODOLOGIA

4.1 Abordagem Metodológica da Pesquisa

O projeto deste trabalho é classificado, quanto a sua natureza, como uma pesquisa aplicada, pois procura encontrar uma aplicação adequada para a realidade com base nas descobertas encontradas a partir do desenvolvimento da pesquisa básica (SANTO, 1992). A abordagem deste trabalho se fundamenta em dois tipos de pesquisa: a exploratória e a descritivo-qualitativa sendo, respectivamente, responsáveis por:

- Levantamento bibliográfico: que tem por objetivo fornecer um maior entendimento do tema da pesquisa;
- Levantamento de campo: a qual busca levantar dados relevantes para compreensão e solução para o tema da pesquisa.

Em relação aos objetivos a pesquisa é classificada como descritiva-exploratória, segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória objetiva dispor ao pesquisador uma maior familiaridade com o problema, podendo ser classificadas como: pesquisa bibliográfica e estudos de caso.

Quanto aos procedimentos técnicos o projeto reúne três tipos os quais são classificados como: pesquisa de campo, pesquisa de levantamento e estudo de caso.

A pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (FONSECA, 2002).

A pesquisa de levantamento tem por objetivo o se obter dados a partir do questionamento direto a pessoas relevantes ao projeto.

Segundo (CARVALHO, 2008, p. 157), “o estudo de caso é um meio para se coletar dados, que preserva o caráter unitário do “objeto” a ser estudado.”, sendo uma tentativa de abranger as características mais importantes do estudo.

A coleta de dados foi feita a partir de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, técnicas de entrevista estruturada e semiestruturada e questionários.

O intuito deste trabalho foi analisar como se desenvolve a gestão e o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos presentes na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Guaratinguetá e contribuir, se necessário, para a adequação das dificuldades encontradas.

4.1.1 Coleta de dados

Como mencionado, anteriormente, foi utilizado um conjunto de métodos para a coleta de dados, sendo eles: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, técnicas de entrevista estruturada e semiestruturada e questionários.

4.1.1.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica teve como objetivo, “colocar o pesquisador em contato com a literatura produzida a respeito do tema de pesquisa” (PÁDUA, 2004, p.55). O que possibilitou a estudante sistematizar o entendimento de tópicos relevantes ao tema da pesquisa tais como: geração, manejo, tratamento e destinação final dos resíduos, de acordo com a legislação específica sobre os resíduos sólidos.

Outros benefícios da pesquisa bibliográfica foram direcionar o estudo de caso, através de técnicas e ferramentas adequadas, além de auxiliar a redação do trabalho.

4.1.1.2 Pesquisa documental

A pesquisa documental foi baseada em documentos escritos cedidos pelo setor de patrimônio da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Guaratinguetá-SP.

O primeiro documento solicitado tinha por objetivo quantificar os números de EEEs adquiridos ou descartados desde 2007 até 2011. Porém, notou-se a necessidade de, além de quantificar esses equipamentos, fazer também a sua classificação.

Diante do exposto acima, foi solicitado ao mesmo setor de patrimônio um relatório mais abrangente que especificasse o tipo e quantidade dos EEEs que entram e saem da Universidade, além das datas em que ocorreram as aquisições e as baixas.

Com base nesses dados, buscou-se, no setor responsável pelas baixas, adquirir informações relativas à destinação final dos mesmos, sendo esclarecido que alguns EEEs, que não podem ser reutilizados são encaminhados para o serviço de coleta regular de resíduos do município de Guaratinguetá-SP, porém equipamentos da área de informática como gabinetes, teclados, mouses, caixas de som, diversos cabos, drives de CD, drives de disquetes, placas-mãe e nobreaks, são encaminhados para o Polo de Reciclagem de Eletroeletrônicos (PREEL),

do Campus da UNESP, Campus Guaratinguetá, que iniciou 21 em setembro de 2010, e tem por objetivo dar um correto destino social e ecológico para os REEEs gerados no Campus.

As informações sobre as iniciativas do PREEL foram obtidas através do coordenador do projeto, Prof. José Marcelo de Assis Wendling Júnior, docente do Colégio Técnico Industrial "Prof. Carlos Augusto Patrício Amorim" de Guaratinguetá.

O procedimento adotado por essa iniciativa consiste em recolher os computadores fora de uso, encontrados no Campus da UNESP em Guaratinguetá, e encaminhá-los para triagem, que visa separar os componentes a serem reutilizados na remontagem de novos computadores, que antes eram descartados.

Diante desta lógica, inicia-se a etapa em que é feita a remontagem de computadores, a partir dos materiais que foram classificados como reutilizáveis como pode ser mostrada na fotografia 2. Após a montagem é realizada a instalação de um sistema operacional open source, como é o caso do Linux, evitando assim infrações relacionadas com as leis de software piratas.

Fotografia 2 - Remontagem dos Computadores.



Fonte: (PREEL, 2011).

Os computadores remontados e prontos, para determinados usos são doados para instituições carentes, possibilitando assim a inclusão digital. Além dos computadores também é fornecida uma cartilha que auxilia o usuário nos cuidados com os computadores, de forma correta aumentando assim o seu tempo de vida e rendimento do equipamento.

4.1.1.3 Questionários

Na presente pesquisa foi adotada a técnica de questionário como mais uma ferramenta de coleta de dados, apesar de algumas desvantagens, segundo (RAMPAZZO, 2005) a taxa média de devolução é de 25% para os questionários expeditos.

Pretendendo-se levantar aspectos sobre as práticas de gerenciamento dos REEEs encontrados na Universidade analisada, o questionário (elaborado e compartilhado pelo Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática, fundado pela Universidade de São Paulo) foi aplicado ao setor de patrimônio do Campus de Guaratinguetá.

O questionário aplicado tinha como perspectiva questões como: a presença de um setor específico responsável pela gestão de REEEs na Universidade, quantificar e classificar os resíduos eletroeletrônicos, além de examinar quais os investimentos da Universidade para a questão ambiental, salientando a questão da problemática dos REEEs.

Um segundo questionário foi elaborado, e aplicado aos 124 docentes da FEG, porém foram devolvidos 33 questionários preenchidos, atingindo assim uma taxa 26,61% de devolução.

Dentre os seus objetivos, destacou-se a investigação e quantificação da presença de EEEs em desuso nas salas dos professores universitários, estimação do tempo de vida “útil” dos equipamentos e avaliação do nível de conhecimento sobre a destinação final desses equipamentos.

Para garantir que os questionários fossem respondidos e entregues de maneira adequada, no início dos mesmos, foram adicionadas informações a respeito da natureza e importância da pesquisa.

O questionário aplicado ao setor de patrimônio e o questionário aplicado aos docentes, se encontram respectivamente no APÊNDICE A1 e APÊNDICE A2.

4.2 A Análise dos Dados

A análise e interpretação dos dados foram feitas a partir de um tratamento qualitativo e quantitativo, a fim de ordenar e dar significado aos dados levantados, o que possibilitou a elaboração de uma análise adequada da situação e dimensão do gerenciamento dos REEEs, existentes na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Guaratinguetá.

Após essas etapas foi possível propor alternativas que beneficiem o atual modelo de gerenciamento de REEEs encontrado no Campus, visando à adoção de práticas mais sustentáveis.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do Questionário Aplicado ao Setor de Patrimônio da UNESP – Campus de Guaratinguetá

Como já mencionado anteriormente, o questionário aplicado ao setor de patrimônio da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP teve por objetivo verificar as medidas adotadas pela faculdade sobre a questão dos REEEs.

A faculdade indicou o PREEL, como o setor específico na universidade responsável pela gestão de REEEs, e aconselhou a autora a buscar a resposta de algumas questões junto ao coordenador do PREEL, aonde foi informada que:

- O PREEL não possui natureza jurídica, pois se trata de um projeto vinculado com a Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá FEG/UNESP.

- O custo médio mensal de operacionalização e administração das atividades é de 250,00 reais, porém salienta-se que o projeto é operacionalizado por alunos voluntários do Colégio Técnico Industrial "Prof. Carlos Augusto Patrício Amorim" de Guaratinguetá.

O PREEL também foi questionado sobre as principais dificuldades encontradas, durante as atividades executadas, sendo apontada a questão relativa à falta de espaço disponível para o recolhimento dos EEEs que serão utilizados no processo de remontagem de novos computadores.

O setor de patrimônio também mencionou sobre a falta de espaço para armazenamento dos resíduos eletroeletrônicos não aproveitados pelo PREEL que, geralmente, são estocados até serem vendidos para sucateiros presentes na cidade de Guaratinguetá, conforme a Norma de Administração Patrimonial (NAP) da UNESP.

As fotografias 3 e 4 mostram o local onde os resíduos eletroeletrônicos produzidos no Campus de Guaratinguetá são estocados.

Fotografia 3 – Local onde os REEEs são estocados.



Fonte: Autora.

Fotografia 4 – Espaço restrito destinado para armazenamento dos REEEs.



Fonte: Autora.

Quando questionado sobre a existência da prática da logística reversa destes equipamentos o setor de patrimônio informou a inexistência desta iniciativa, a prática da logística reversa auxiliaria na redução destes equipamentos, pois como já mencionado na revisão bibliográfica deste trabalho, a Lei nº 12.305 estabelece a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes em estruturar e implementar sistema de logística reversa para determinados bens de consumo, dentre eles os produtos eletroeletrônicos

definindo-a como “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final adequada” (BRASIL, 2010).

Destaca-se também a realização de uma breve entrevista ao setor de compras da universidade, que teve por objetivo verificar a prática da manutenção dos equipamentos eletroeletrônicos e avaliar os critérios adotados pelo Campus em relação à compra de novos EEES.

Foi verificado que quando há possibilidade de consertar um computador, que teve algum de seus componentes danificados, o setor de compra realiza a compra desta peça aumentando assim o tempo de vida “útil” do equipamento. A manutenção dos computadores existentes na faculdade é feita pelo serviço técnico de informática do Campus ou por empresas contratadas.

Com relação à compra de novos equipamentos eletroeletrônicos, esta é feita por meio de licitação do tipo menor preço, segundo (OLIVEIRA; JÚNIOR, 2003, p.83), “embora nesse tipo de licitação não se atribua valor aos aspectos técnicos do bem ou serviço licitado, esses deverão estar claramente definidos no edital, vinculando os licitantes na apresentação de suas propostas”. Sendo assim poderá ser desclassificado o licitante que não atenda às determinações estabelecidas pelo instrumento convocatório, em relação às especificações técnicas do objeto pleiteado.

5.2 Análise do Questionário Aplicado aos Docentes da UNESP - Campus de Guaratinguetá

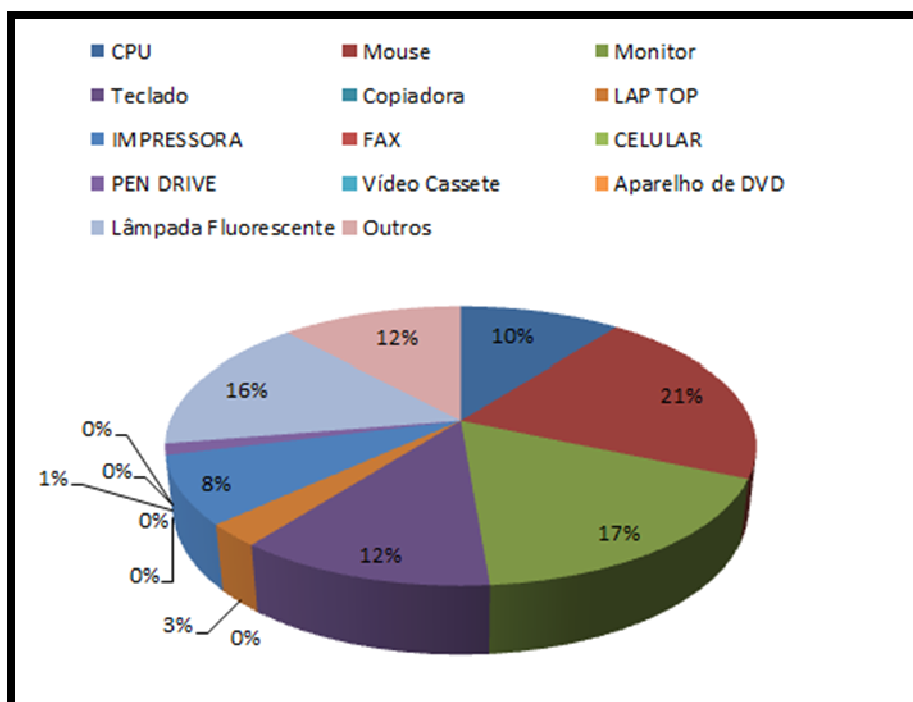
No questionário disponibilizado aos docentes foram estabelecidos os tipos de equipamentos, sendo eles: CPU, mouse, monitor, teclado, copiadora, lap top, impressora, telefone celular, fax, pen drive, videocassete, aparelho de DVD. Também foi criada a opção “outros tipos de equipamentos” em caso da existência de equipamentos não mencionados. Outra preocupação foi deixar claro se os equipamentos em desuso pertenciam ao patrimônio da Universidade ou eram de uso particular.

Analisando o questionário, observou-se que 54,55% dos entrevistados que responderam aos questionários, afirmaram possuir em suas salas EEES em desuso, totalizando 90

equipamentos em desuso, sendo que 76 deles pertenciam a Universidade e 14 eram de propriedade do usuário.

No gráfico 2 a seguir, pode-se observar a porcentagem relativa à quantidade de cada tipo de equipamento obsoleto pertencentes à universidade, encontrados na sala dos docentes. A classificação outros tipos engloba os telefones fixos, caixas de som, entre outros.

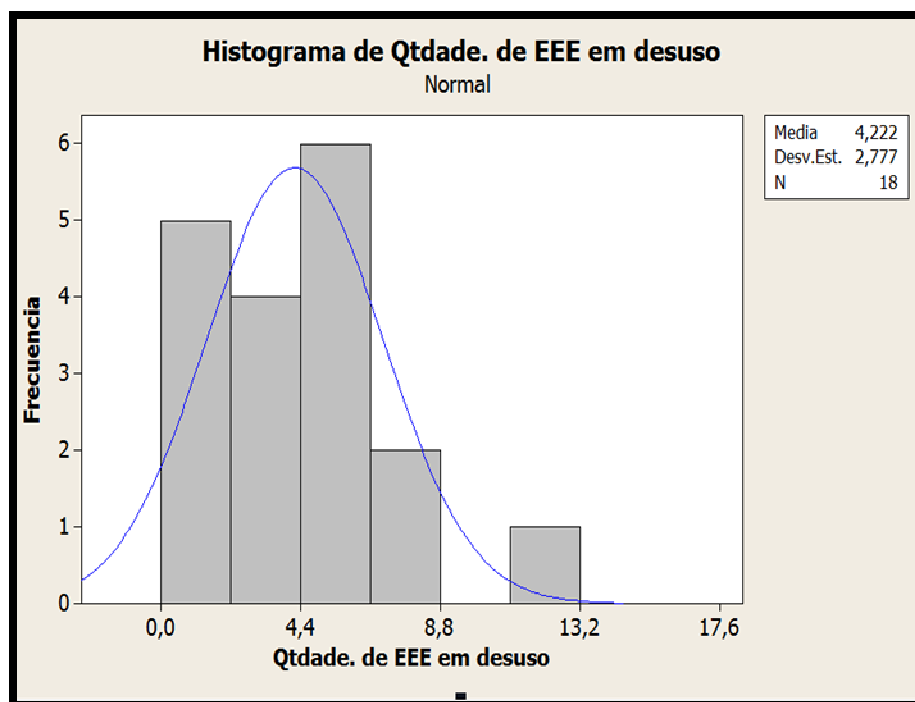
Gráfico 2 – Quantidade de resíduos em desuso na sala dos docentes por tipo.



Fonte: Autora.

A fim de facilitar a interpretação das informações, optou-se pelo uso de uma ferramenta estatística conhecida com histograma, como mostra o gráfico 3, que possibilita a análise de dados de forma gráfica.

Gráfico 3 – Histograma da quantidade de equipamentos em desuso encontrados na sala dos docentes.



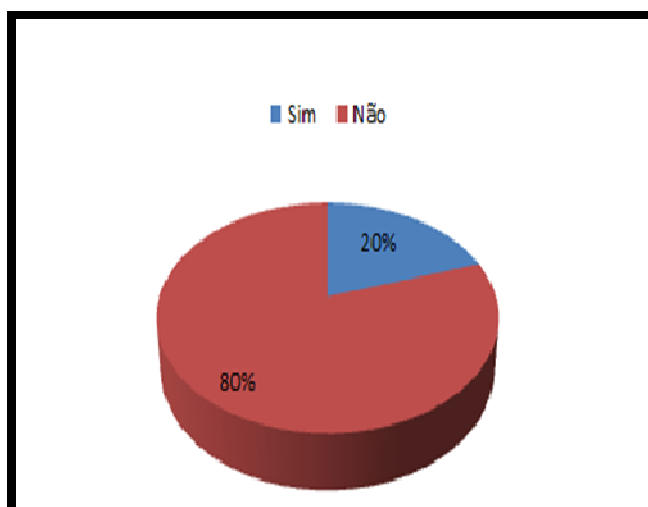
Fonte: Autora.

Com base no histograma, nota-se a tendência de armazenamento de equipamentos em desuso nas salas dos docentes salienta-se que muitos destes equipamentos ainda funcionam, porém não atendem mais aos requisitos de uso dos docentes.

À medida que o tempo de armazenamento destes equipamentos vai aumentando, a possibilidade de reutilização dos mesmos vai diminuindo, sendo assim seria interessante estes equipamentos fossem recolhidos assim que os docentes recebessem novos produtos tecnologicamente mais avançados.

Questionando os docentes, sobre a existência de um serviço de recolhimento desses equipamentos, por parte da Universidade, foram encontradas as seguintes respostas mostradas no gráfico 4, mostrada a seguir.

Gráfico 4 – Respostas dadas sobre a existência de um recolhimento dos equipamentos em desuso, feito pela universidade.

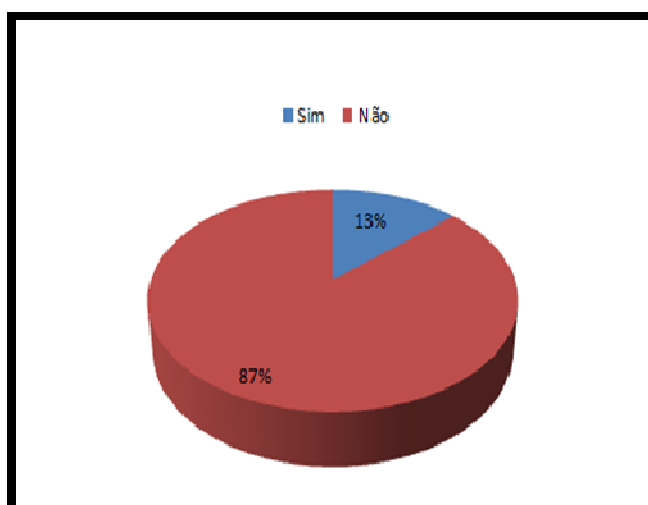


Fonte: Autora.

Sendo assim pode-se observar que das 30 respostas apenas 6 professores afirmaram existir o recolhimento de tais equipamentos, porém, em relação a frequência com que este recolhimento ocorre, tiveram 2 respostas para opção semestralmente e 4 respostas para opção anualmente.

Também foi verificado, através do questionário, que uma pequena parcela afirmou ter conhecimento da destinação final destes equipamentos em desuso, conforme é indicado no gráfico 5, mostrado a seguir.

Gráfico 5 - Conhecimento por parte dos docentes da destinação final dos REEEs na FEG.



Fonte: Autora.

Seria interessante que os docentes fossem informados sobre a questão dos REEEs encontrados no Campus de Guaratinguetá, visando assim um maior engajamento dos mesmos em buscar novas alternativas em busca de sustentabilidade. Com base nas respostas dos docentes, obteve-se quadro 3, a seguir, que fornece o tempo médio de uso para cada tipo de EEE. O número de respostas também foi indicado, pois os professores preencheram os valores de acordo com os equipamentos presente em suas salas.

Quadro 3 – Tempo médio de utilização de cada tipo de equipamento.

Tipo de Equipamento	Tempo médio de utilização	Número de Resposta (s)
CPU	50 meses	25
Mouse	40 meses	24
Monitor	36 meses	23
Teclado	38 meses	22
Copiadora	55 meses	7
LAP TOP	42 meses	8
Impressora	56 meses	11
Telefone Celular	0 meses	0
Fax	3 meses	1
Pen drive	2 meses	1
Videocassete	0 meses	0
Aparelho de DVD	0 meses	0
Lâmpada	43 meses	10

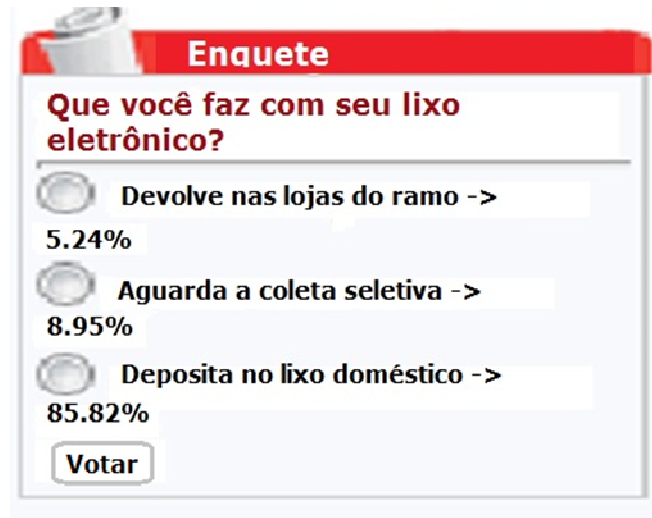
Fonte: Autora.

A determinação do tempo médio de utilização dos equipamentos eletroeletrônicos pode auxiliar no recolhimento destes resíduos, ou seja, direcionando para a escolha e determinação da frequência em que estes equipamentos devem ser recolhidos.

5.3 O Gerenciamento dos Resíduos Eletroeletrônicos no Município de Guaratinguetá - SP

A prefeitura do município de Guaratinguetá-SP realizou em seu site oficial uma enquete para saber qual a destinação final, dada pela população, para o lixo eletrônico. A autora observou que desde dia 16 de julho de 2012 até o início do mês de agosto, a opção “deposita em lixo domestico” despontava na frente, conforme pode ser verificado na figura 12.

Figura 12 – Enquete sobre lixo eletrônico.



Fonte: (PREFEITURA, 2012).

Com objetivo de verificar a destinação final dos resíduos eletroeletrônicos no município de Guaratinguetá a aluna realizou uma visita a cooperativa “Amigos do lixo de Guaratinguetá”, o diretor da cooperativa informou que a média mensal, de resíduos eletroeletrônicos recebidos, é igual a 8 equipamentos.

Quando este tipo de resíduos é encontrado no local, primeiramente é realizada a separação do plástico superficial e posterior estas carcaças são prensadas e vendidas juntamente como plástico, o material restante é vendido como alumínio ou encaminhado para o aterro de Cachoeira Paulista.

As pilhas e baterias encaminhadas para cooperativa são entregues para Defesa Civil.

Diante do exposto, foi verificada a falta de um órgão responsável pela questão dos REEEs gerados, indicando à inexistência de um plano municipal de gestão destes resíduos, e de acordo com o resultado parcial da enquete a maioria dos entrevistados destina lixo eletrônico junto ao lixo doméstico.

5.4 Os Sucateiros

O setor de patrimônio disponibilizou o contato dos dois principais sucateiros que compram os resíduos eletroeletrônicos vendidos no Campus de Guaratinguetá, devido a

atuação dentro do ciclo do resíduo eletroeletrônico, a autora fez contato com essas duas empresas e realizou a visita em uma delas.

O sucateiro visitado se localiza na Av. Agenor Pires da Fonseca, nº 178, bairro Jardim do Vale, no município de Guaratinguetá-SP, a responsável por este ferro velho conhecido como “Rainha da Sucata”, demonstrou grande interesse em iniciar a reciclagem dos REEEs, pois todo material comprado da FEG é revendido para empresas de reciclagem localizadas na cidade de São Paulo aonde é feita a separação e reciclagem destes resíduos.

A responsável pelo “ferro velho” informou que há aproximadamente uma semana anterior a visita da autora, havia uma grande quantidade de EEEs depositada no local, os quais foram comprados por uma empresa de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos. Mesmo com essa diminuição do estoque destes resíduos é possível observar nas figuras 13 e 14 a tendência de recolhimento destes resíduos.

Fotografia 5 – REEEs recebidos pelo ferro velho.



Fonte: Autora, 2012.

Fotografia 6 – Presença de REEEs no ferro velho.



Fonte: Autora, 2012.

Outra preocupação da responsável é a inclusão social e digital, ela mencionou a possibilidade de ceder um espaço do “ferro velho” para receber computadores remontados e com a ajuda de voluntários, oferecer cursos de informática para os moradores do bairro Jardim do Vale, reduzindo o número de crianças e adolescentes envolvidos em atividades ilícitas.

O financiamento necessário para realização desta iniciativa poderia vir do município de Guaratinguetá, uma vez que a responsável mencionou o interesse da prefeitura em ajudá-la após a elaboração de um projeto explicando os interesses e diretrizes adotados.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

Com base nos resultados encontrados neste trabalho, foi possível verificar a quase total inexistência de diretrizes e planejamento para o setor de REEEs na FEG. Falta uma política visando informar toda a comunidade do Campus, como proceder para auxiliar na aquisição, uso e descarte corretos dos REEEs e outros resíduos, para que se desenvolva no Campus uma política voltada para a sustentabilidade na área de resíduos sólidos. As entrevistas realizadas na administração e no meio acadêmico mostram claramente as lacunas a serem preenchidas no setor.

Diante da relevância do tema é imprescindível a elaboração e implementação de uma política de gestão e de gerenciamento ambientalmente adequado para os REEEs na FEG, que valorize a reciclagem dos materiais que compõem estes produtos, além de manter a comunidade do Campus informada sobre todas as iniciativas tomadas para a aquisição, uso e descarte correto dos REEEs, facilitando todas as etapas do gerenciamento, passando pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento, transporte e destinação final dos resíduos.

6.2 Recomendações

Diante dos dados obtidos, foi possível levantar algumas sugestões relevantes para a implantação de um programa de gestão e gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos, ambientalmente adequados:

- **Criação de um setor específico na universidade, formado por docentes, funcionários e alunos responsável, pela gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos no Campus incluindo os REEEs:**

Este setor ficaria responsável pela elaboração de diretrizes que visem o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, entre eles os eletroeletrônicos encontrados no Campus de Guaratinguetá.

Este setor auxiliaria o já existente PREEL, a aumentar a quantidade de computadores remontados através da implantação de um centro de armazenamento e triagem, elaborar pesquisas voltadas para a área de resíduos sólidos, destacando um melhor aproveitamento dos

EEEs visando aumento de sua “vida útil” e realizar cursos para sociedade com vistas à formação de técnicos que identifiquem as condições dos equipamentos, realizando a desmontagem dos componentes sem riscos a saúde.

A capacitação de mão de obra tecnicamente treinada para descaracterização destes resíduos auxiliaria a implantação de projetos fora da universidade que visassem além dos ganhos econômicos, o desenvolvimento sustentável e a inclusão social e digital da sociedade local.

- **Formular uma política de compra de EEEs que possuam o selo verde:**

Em algumas universidades brasileiras, como por exemplo, a Universidade de São Paulo, já há essa preocupação, ou seja, há uma política de compra de equipamentos eletroeletrônicos que atendam requisitos como: a economia de energia elétrica e a inexistência de elementos nocivos a saúde humana e ao meio ambiente em conformidade com a com a diretriz europeia ROHS. Iniciativas como a da Universidade de São Paulo (USP), incentivam quem as fábricas que produzem estes equipamentos busquem a produção de produtos sustentáveis.

- **Iniciar atividades relacionadas ao retorno dos equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo:**

Como foi informado pelo setor não há a realização de atividades que visem um retorno dos equipamentos eletroeletrônicos do Campus de Guaratinguetá, através da prática da logística reversa.

A realização de tal prática auxiliaria a presente faculdade a dar destinação final adequada os resíduos eletroeletrônicos, pois segundo a PNRS fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados bens de consumo, dentre estes os produtos eletroeletrônicos, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor.

Segundo esta mesma lei a logística reversa é definida como “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

- **Promover campanhas educativas para conscientização da população da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá sobre o procedimento de recolhimento dos equipamentos eletroeletrônicos em desuso:**

A análise do questionário aplicado aos docentes da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Guaratinguetá, mostrou que há uma tendência dos professores em estocarem os equipamentos eletroeletrônicos em desuso e também evidenciou a falta de conhecimento dos mesmos em relação ao recolhimento e destinação final de tais equipamentos.

Acredita-se que essa conscientização aumente o interesse da sociedade local em contribuir ativamente para o gerenciamento sustentável destes resíduos.

- **Buscar parcerias com as Cooperativas de Catadores de forma a se tornar um pólo de difusão da Inclusão Social.**

Um dos pontos de destaque da PNRS trata especificamente no fortalecimento das Cooperativas de Catadores, de forma a incluí-los socialmente e dotá-los de emprego e renda. A Universidade, principalmente a pública deve perseguir este marco e ser ponto de referência e exemplo para outros setores da sociedade, pois além de justiça social estará contribuindo de forma decisiva para a gestão contínua e sustentável dos resíduos sólidos gerados no Campus de Guaratinguetá.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise de Viabilidade Técnica e Econômica**. Brasília: ABDI, 2013. 178 p. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1367253180.pdf>. Acesso em: 05 set. 2013.

ANDREOLI, C. V. et al. **Alternativas de uso de Resíduos do Saneamento**. Rio de Janeiro: ABES, v. 4, 2006. 417 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). **A Indústria Elétrica e Eletrônica em 2020: Uma Estratégia de Desenvolvimento - detalhamento e atualização de propostas**. São Paulo: ABINEE, 2010. 57 p. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/imagens/2020.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2012**. São Paulo: ABRELPE, 2013. 114 p. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**, Rio de Janeiro, 2009.

BAZZO, W. A; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à Engenharia: Conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006. 270 p.

BOWERSOX, D. J; COOPER, M.B; CLOSS, D. J. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2006. 528 p.

BRASIL. Ministério da Saúde - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408 p.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Lex: coletânea de legislação e jurisprudência**, Brasília, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 03 nov. 2013.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Lex:**

coletânea de legislação e jurisprudência, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 13 jan. 2013.

CARVALHO, M.C. **Construindo o saber: fundamentos e técnicas de metodologia científica**. 19 ed. Campinas: Papyrus, 2008. 179 p.

COMPANHIA DE SERVIÇO DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ (SAEG). **Plano de Saneamento Básico de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de Guaratinguetá/SP**. Guaratinguetá: SAEG, 2012. 127 p.

COOPER, T. Slower Consumption. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 9, n° 1-2, p. 51 -67, Massachusetts Institute of Tecnology and Yale University, 2005. Disponível em: <http://www.slowlab.net/Cooper_SlowerConsumption.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2013.

CROWE, M. et al. **Waste from electrical and electronic equipment (WEEE): quantities, dangerous substances and treatment methods**. Copenhagen: Europe Environment Agency, 2003. p.80.

CUI, J; ZHANG, L. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: a review. *Journal of hazardous materials*.[S. l], v.158, p. 228-256, feb. 2008.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**. v.9, n.2, 2002. p.143-161.

D' AVIGNON, A. L. A. **A inovação e os sistemas de gestão ambiental na produção: o caso da maricultura na enseada de Jerujuba**. 2001. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/davignondt.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2013.

FAVA, J. et al. **A technical Framework for Life-Cicle Assessment**, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Washington, 1991. 134 p.

FERRANTE, V. L. S. B; LORENZO, H.C; RIBEIRO, M.L. **Alternativas de sustentabilidade e desenvolvimento regional**. Rio de Janeiro: E-papers, 2007. 356 p.

FONSECA. J.J.S. **Metodologia da pesquisa científica**. Apostila. Fortaleza: UEC, 2002. 127 p.

FRANCO, R.G.F. **Protocolo de referência para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte**. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2009. p.80. Disponível em: < http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2012.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.176 p.

GRIMBERG, E; BLAETH, P. **Coleta seletiva: reciclando materiais, reciclando valores**. São Paulo: Pólis, n 31, 1998. 100 p.

HORNE R.E; GERTSAKIS, J.A. **Literature Review on the Environmental and Health Impacts of Waste Electrical and Electronic Equipment**. Ministry for Environment New Zealand. Melbourne: RMIT University, 2006. 39 p. Disponível em: <<http://www.mfe.govt.nz/publications/waste/weee-literature-review-jun06/weee-literature-review-jun06.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

KANG, H.Y.; SHOENUNG J.M. Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. **Resources Conservation & Recycling**. [S. l.], v.45, p.368-400, July 2005.

LACERDA, L. Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **Revista Tecnológica**. São Paulo, n° 74, p. 46-50, 2002.

LEITE. W. C. A. **Estudo da Gestão de Resíduos Sólidos: Uma Proposta de Modelo Tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI – 5) como Referência**. 1997. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

MICROELECTRONICS AND COMPUTER TECHNOLOGY CORPORATION (MCC). **Electronics Industry Environmental Roadmap**. Austin, TX: MCC, 1996.260 p. Disponível em: < <http://www.ce.cmu.edu/greendesign/comprec/eier96roadmap.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

NASCIMENTO, M.L.S; MARQUES, A.L.P; NASCIMENTO, N. Impactos ambientais: a importância de seus estudos. **Estudos Geográficos, Rio Claro**. 2006. p. 97-114.

NGUYEN, D. Q. The Essential Skills and Attributes of an Engineer: **A Comparative Study of Academics, Industry Personnel and Engineering Students**. Global Journal of Engineering Education: Melbourne, v. 2, n. 1, p. 65-76, 1998.

NOSÉ JUNIOR, A. **Marketing Internacional: uma estratégia empresarial**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. 350 p.

OLIVEIRA, J.A.P. **Empresas na sociedade: sustentabilidade e responsabilidade social**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 240 p.

OLIVEIRA, L.G.R; JÚNIOR, F.A.S. **Licitações e Contratos administrativos para empresas privadas: como participar de procedimentos licitatórios e gerenciar contratos administrativos**. Belo Horizonte: Del Rey, 2003. 256 P.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Technical Guidance for the environmentally sound management of specific waste streams: used and scrap Personal Computers**: Environment Policy Committee. Paris: OECD, 2003. p.21.

PÁDUA, E.M.M. **Metodologia da Pesquisa: Abordagem teórico-prática**. 10. ed. Campinas: Papirus, 2004. 131 p.

PARLAMENTO EUROPEU, Diretiva 2002/96/EC, de 27 de janeiro de 2003. Relativa à Diretiva para Resíduo Elétrico e Equipamentos Eletrônicos (WEEE), p. 24-38, 2003a.

PARLAMENTO EUROPEU, Diretiva 2002/95/EC, de 27 de janeiro de 2003. Relativa à Diretiva de Restrição do uso de certas Substâncias Nocivas (RoHS), p. 19 -23, 2003b.

PALERMO, M. A. **Gerenciamento ambiental integrado**. São Paulo: Annablume, 2006. 140 p.

PREEL. Polo de Reciclagem de Eletroeletrônicos. **Relatório do Projeto**. Guaratinguetá, SP, 2011. 21p.

PREFEITURA Municipal de Guaratinguetá. Disponível em: <<http://www.guaratingueta.sp.gov.br>>. Acesso: 21 jul. 2012.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. 3.ed. São Paulo: Loyola, 2005. 141 p.

RIBEIRO, F. M. **Inventário de ciclo de vida da geração hidrelétrica no Brasil – Usina de Itaipu:** primeira aproximação. 243 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – PIPGE, Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-23082004-123349/pt-br.php>>. Acesso: 22 out. 2013.

SANTO, A.E. **Delineamentos de metodologia científica.** São Paulo: Loyola, 1992. 174 p.

SÃO PAULO. Lei n. 13.576, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. **Lex:** coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, 2009. Disponível em: http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/2009_Lei_Est_13576.pdf. Acesso em: 03 nov. 2013.

SCHALCH, V. et al. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.** São Carlos: USP, 2002. 91 p. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2013.

SCHALCH, V. CORDOBA, R. E, IN: LEITE, W.C.A. **A visão da Academia sobre a Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil.** Curso ministrado na Escola Superior do Ministério Público Federal. Brasília-DF, Novembro de 2011.

SEPÚLVEDA, A. (et al). A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China e India. **Environmental Impact Assessment Review.** [S. l.], v.30, p. 28-41, jan. 2010.

VIGON, B.W. et al. **Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles,** EPA, Cincinnati, 1993. Disponível em:<<http://infohouse.p2ric.org/ref/14/13578.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2013.

VILELA JÚNIOR, A; DEMAJOROVIC, J. **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações.** 3. ed. São Paulo: Senac, 2006. 440 p.

WIDMER, R. et al. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review** [S.l.]:Elsevier, 2005, v.25, 436-458 p. Disponível em: <http://ewasteguide.info/files/Widmer_2005_EIAR.pdf >. Acesso em:

APÊNDICE A1 – Modelo de questionário aplicado ao setor de patrimônio da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP.

Questionário: “Diagnóstico da gestão e do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos gerados no Campus da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá/Unesp”

Pesquisadora: Ingrid Gabrielle do Nascimento Camargo. (Aluna do 7º semestre do curso de Engenharia Civil / FEG).

Orientador: Wellington Cyro de Almeida Leite. (Professor Doutor atuante no Departamento de Engenharia Civil / FEG)

Introduções de Resposta do Questionário

A procura de identificação da gestão e do gerenciamento atual dos resíduos eletroeletrônicos, para que se necessário ocorra modificações visando à melhoria contínua dos serviços prestados no Campus.

Neste sentido, conhecer e quantificar os resíduos eletroeletrônicos no Campus da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP.

Questões:

1. Há um setor específico na universidade responsável pela gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos na Universidade (REEE)?

Sim () Não ()

* Caso: Não (Seguir para questão 5)

2. Caso haja um setor, favor especificar o nome e a natureza jurídica.

3. Quantos funcionários (operacionais e administrativos) atuam no setor?

4. Qual o custo médio mensal de operacionalização e administração das atividades? (salários, consumo de água e energia, transporte dos REEE)

5. Qual a quantidade média de resíduos processados mensalmente? Em quilogramas

6. Qual a quantidade média de resíduos processados anualmente? Em quilogramas

7. Quais os tipos de REEE encaminhados para destinação?

8. Qual a quantidade média mensal estimada de destinação para cada tipo de resíduo ou material?

9. Qual a quantidade média mensal estimada encaminhada para disposição final (aterro)?

10. Quais os fatores motivadores para o estabelecimento da gestão de REEE na Universidade?

11. Há perspectiva de continuidade ou ampliação do programa neste ou no próximo ano?

12. Há interesse institucional no estabelecimento da gestão de REEE?

13. Caso sim, qual o orçamento mensal estimado? Há possibilidade de maiores investimentos?

14. Caso não haja, quais seriam os principais motivos?

15. A Universidade possui departamento orientado à gestão ambiental, gestão de resíduos ou correlatos no Campus?

16. Comentários finais Área destinada a comentários

APÊNDICE A2 – Modelo de questionário aplicado aos docentes da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP.

Questionário de Iniciação Científica pela FAPESP:

“Diagnóstico da gestão e do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos gerados no Campus da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá/UNESP”

Pesquisadora: Ingrid Gabrielle do Nascimento Camargo. (Aluna do 7º semestre do curso de Engenharia Civil / FEG).

Orientador: Wellington Cyro de Almeida Leite. (Professor Doutor atuante no Departamento de Engenharia Civil / FEG)

Introduções de Resposta do Questionário

A procura de identificação da gestão e do gerenciamento atual dos resíduos eletroeletrônicos, para que se necessário, ocorram modificações, visando à melhoria contínua dos serviços prestados no Campus.

Neste sentido, conhecer e quantificar os resíduos eletroeletrônicos em cada departamento é de fundamental importância.

Questões:

1. Nome do Entrevistado: _____
2. Sobrenome do Entrevistado: _____
3. Data do preenchimento do questionário: ___/___/___
4. Profissão _____
5. Dentre os departamentos, mencionados abaixo, assinale em qual você tem sala:
Civil () Elétrica () Energia () Matemática () Mecânica () Materiais () Produção ()
Física () Química ()
6. No local onde trabalha (sala do professor) há equipamentos eletroeletrônicos que se encontram em desuso?
Sim () Não ()
- 6.1. Caso a resposta do item 6 seja afirmativa, assinale na tabela a seguir a quantidade de cada tipo de resíduo eletroeletrônico e o tipo de patrimônio:

Atenção: deverá preencher, nesta questão, todos os quadrados com algarismo (1, 2, 3,...) (e não X).

Tipo de Resíduo Eletroeletrônico	Quantidade	Tipo de Patrimônio
CPU		UNESP/FEG () ou Privado ()
Mouse		UNESP/FEG () ou Privado ()
Monitor		UNESP/FEG () ou Privado ()
Teclado		UNESP/FEG () ou Privado ()
Copiadora		UNESP/FEG () ou Privado ()
Laptop		UNESP/FEG () ou Privado ()
Impressora		UNESP/FEG () ou Privado ()
Telefone celular		UNESP/FEG () ou Privado ()
Fax		UNESP/FEG () ou Privado ()
Pen drive		UNESP/FEG () ou Privado ()
Videocassete		UNESP/FEG () ou Privado ()
Aparelho de DVD		UNESP/FEG () ou Privado ()
Lâmpada fluorescente		UNESP/FEG () ou Privado ()
Outros tipos		UNESP/FEG () ou Privado ()

7. Para os seguintes eletrônicos abaixo, forneça o período em que ele permanece em USO por você.

Exemplo:

Tipo de Resíduo Eletroeletrônico	Período de Permanência	Tipo de Patrimônio
CPU	5 anos ou 60 meses	UNESP/FEG (x) ou Privado ()

Tipo de Resíduo Eletroeletrônico	Período de Permanência	Tipo de Patrimônio
CPU		UNESP/FEG () ou Privado ()

Mouse		UNESP/FEG () ou Privado ()
Monitor		UNESP/FEG () ou Privado ()
Teclado		UNESP/FEG () ou Privado ()
Copiadora		UNESP/FEG () ou Privado ()
Laptop		UNESP/FEG () ou Privado ()
Impressora		UNESP/FEG () ou Privado ()
Telefone celular		UNESP/FEG () ou Privado ()
Fax		UNESP/FEG () ou Privado ()
Pen drive		UNESP/FEG () ou Privado ()
Videocassete		UNESP/FEG () ou Privado ()
Aparelho de DVD		UNESP/FEG () ou Privado ()
Lâmpada fluorescente		UNESP/FEG () ou Privado ()
Outros tipos		UNESP/FEG () ou Privado ()

8. Existe um recolhimento, feito pela Universidade, dos resíduos eletrônicos em desuso em sua sala?

Sim () Não ()

8.1. Em caso afirmativo, do item 8, assinale abaixo com um “X”, a frequência com que este recolhimento ocorre:

- () Semanalmente
- () Quinzenalmente
- () Mensalmente
- () Semestralmente
- () Anualmente.

9. Você tem conhecimento do destino final dos resíduos eletroeletrônicos gerados na Universidade?

Sim () Não ()

10. Você estaria disponível para uma entrevista, se necessário, para aprofundarmos estas questões?

Sim () Não ()

Por favor, após o preenchimento deste questionário entregue para secretária do departamento onde fica sua sala.

Agradeço pela atenção e compreensão!