

Gestão de Resíduos de Informática em Joinville

Vanessa Mesquita Santana

Orientador: Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna

2011/2



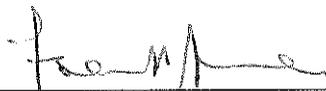
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

GESTÃO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA EM JOINVILLE

VANESSA MESQUITA SANTANA

Trabalho de conclusão de curso submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos do Programa de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambientada Universidade Federal de Santa Catarina Orientador: Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna

BANCA EXAMINADORA:



Prof., Fernando Soares Pinto Sant'Anna Dr. ,
(Orientador)



Msc. Schirlene Chéggatti,
(Membro da Banca)



Biol. Naiara Francisca Ramos,
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS (SC)
2011

Mesquita Santana, Vanessa

Gestão de Resíduos de Informática em Joinville

Vanessa Mesquita Santana-Florianópolis, 2011.

x, 74p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Título em Inglês: Computer waste management in Joinville.

1. Resíduos de informática. 2. Computador. 3. Reciclagem

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna, por toda orientação prestada, paciência e dedicação. A sua ajuda fez com que eu acreditasse no meu potencial para a realização desse trabalho.

Aos meus pais Paulo e Lélia, que me repassaram toda a educação e virtudes que foram importantes no meu desenvolvimento pessoal e acadêmico e na conquista de meus objetivos.

A minha irmã Letícia, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos de minha vida.

A minha avó Edna que sempre me apoiou em minhas decisões e sempre me incentivaram a lutar pelos meus sonhos.

Às amigas valiosas que conquistei ao longo da faculdade e levarei para a vida, pois sempre me ajudaram e participaram dos bons e maus momentos durante a realização da academia.

Aos membros da banca Msc. Schirlene Chegatti e. Naiara Francisca Ramos por terem se disposto a conhecer e avaliar o meu trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho se realizasse.

À Universidade Federal de Santa Catarina por todo o conhecimento adquirido durante a graduação.

Resumo

SANTANA, V. M. **Gestão de Resíduos de Informática em Joinville.** Florianópolis, 2011, 74p. Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Uns dos tipos de resíduos que mais crescem atualmente são os resíduos de informática, devido, principalmente, a dois fatores: viabilidade econômica e social desses tipos de aparelho e o rápido avanço da tecnologia. No Brasil, país de dimensões continentais, a geração e impacto desses resíduos ainda é pouco conhecida. Esse tipo de resíduo contém substâncias nocivas e o seu não aproveitamento representa um desperdício de recursos naturais não renováveis, além de possuírem metais pesados em muitos de seus componentes que podem causar efeitos tóxicos para a saúde do ser humano. Assim procurou-se estudar como estão sendo tratados os resíduos de informática na maior cidade de Santa Catarina e onde se encontra um grande pólo industrial. O estudo de empresas geradoras de resíduos de informática e das principais empresas que recolhem e/ou reciclam esses resíduos foi realizado na cidade de Joinville. Entre as geradoras de resíduos de informática foram estudadas a Schulz S.A, a “Empresa de Acessórios Sanitários X”, a UNIVILLE e o Colégio Bom Jesus, já entre as empresas recolhedoras/recicladoras foram a Reciclatronic, o Instituto Dual e a ASPONI. Atualmente o Brasil encontra-se despreparado para uma destinação final adequada desses equipamentos, pois existem poucas empresas trabalhando especificamente na reciclagem de resíduos de informática, não sendo suficientes para atender a demanda do mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de informática, Computador, Reciclagem

Abstract

SANTANA, V. M. **Computer waste management in Joinville.** Florianópolis, 2011, 74p. Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Nowadays fastest growing type of waste are 'computer waste', mainly due to both economic/social viability of these types of equipments and the rapid advancement of technology. In Brazil, a country of continental dimensions, the generation and the impact of this type of waste is still poorly known. This type of waste contains harmful substances and its nonuse represents a waste of nonrenewable natural resources. So we tried to study how the computer waste is being treated in the largest city of Santa Catarina state, which concentrates a major industrial center. The study of the companies that generate computer waste and the major companies that collect and/or recycle this type of waste was done in the city of Joinville. Among the companies that generate computer waste we studied: "Schulz S.A.", "Sanitary accessories X company", "UNIVILLE" and "Bom Jesus School". And among the companies that collect and/or recycle computer waste we studied: "Reciclatronic", "Dual Institute" and "ASPONI". Currently Brazil is unprepared for a proper final disposal of this type of equipments. There are only a few companies working specifically on recycling computer waste, which is not enough to meet the market demand.

Key words: Computer waste, computers, Recycling

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	OBJETIVO GERAL	3
2.1.1	Objetivos Específicos	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	CURTA VIDA ÚTIL DOS EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA	4
3.2	IMPACTOS DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS NO MEIO AMBIENTE	5
3.3	RISCOS ENVOLVIDOS NO DESCARTE DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA	6
3.3.1	Incineração:	10
3.3.2	Despejo em aterros:	11
3.3.3	Despejo de resíduos de informática em rios e afluentes	11
3.4	CONSUMO DE MATERIAIS PARA A FABRICAÇÃO DE COMPUTADORES	11
3.5	RESPONSABILIDADE PÓS-CONSUMO	12
3.6	RECICLAGEM	13
3.7	RECUPERAÇÃO E RECICLAGEM DE MATERIAIS METÁLICOS	14
3.7.1	Pirometalurgia	17
3.7.2	Hidrometalurgia	17
3.7.3	Eletrometalurgia	18
3.7.4	Biotecnologia	18
3.7.5	Processos mecânicos	19
3.7.6	Técnicas Eletrometalúrgicas	22
3.8	POLÍTICAS ADOTADAS PELA UNIÃO EUROPEIA	23
4	METODOLOGIA	24
4.1	EMPRESAS GERADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA	26
4.1.1	Schulz S.A	26
4.1.2	“Empresa de acessórios sanitários X”	26
4.1.3	UNIVILLE	26
4.1.4	Colégio Bom Jesus	27
4.2	EMPRESAS RECICLADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA	27
4.2.1	Reciclatronic Tecnologia em Reciclagem LTDA	27
4.2.2	Instituto Dual	27
4.2.3	ASPONI	28
5	RESULTADOS E COMENTÁRIOS	29

5.1	EMPRESAS GERADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA	29
5.1.1	Schulz S.A.....	29
5.1.2	“Empresa de Acessórios Sanitários X”	34
5.1.3	UNIVILLE	36
5.1.4	Colégio Bom Jesus	38
5.1.5	Avaliações das empresas geradoras de resíduo de informática	40
5.2	EMPRESAS RECICLADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA	42
5.2.1	Reciclatronic Tecnologia em Reciclagem LTDA	42
5.2.2	Instituto Dual De Educação.....	45
5.2.3	ASPONI	49
5.2.4	Avaliações das empresas coletoras/recicladoras de resíduo de informática.....	51
	As empresas recicladoras/coletoras de resíduos de informática foram avaliadas através de uma nota avaliada entre -2 e 2.Como pode-se analisar na Tabela 6. Onde: -2 é muito ruim, -1 é ruim, 0 é regular, 1 é bom e 2 é muito bom. Esta nota foi baseada nas inspeções visuais como baseado nas respostas aos questionários.....	51
5.3	PROPOSTAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA EM JOINVILLE	52
6	CONCLUSÕES.....	54
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
	APÊNDICE 1.....	59
	ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Município de Joinville em destaque	24
Figura 2: Instituto DUAL	28
Figura 3: Fluxograma do resíduo de informática na empresa	30
Figura 4: Percentual da Geração de REEEs	31
Figura 5: Resíduos eletrônicos na empresa	32
Figura 6: Estocagem de teclados e impressoras	35
Figura 7: Estocagem de monitores	35
Figura 8: Depósito de resíduos	37
Figura 9: Laboratório de informática da UNIVILLE	37
Figura 10: Depósito de resíduos	37
Figura 11: Depósito de resíduos	37
Figura 12: Laboratório de informática do Colégio Bom Jesus	38
Figura 13: Segregação de placas eletrônicas	39
Figura 14: Depósito de monitores	39
Figura 15: Mesa de desmonte de equipamentos	42
Figura 16: Certificações da empresa	44
Figura 17: Folder de divulgação da Reciclatronic	45
Figura 18: Túnel de recebimento de REEEs	46
Figura 19: Posto de recebimento 24h	46
Figura 20: Cartaz da campanha DDD	47
Figura 21: Resíduos moídos para entrarem no processo de fabricação de palanques	47
Figura 22: Palanques em teste	47
Figura 23: Desmanche de um equipamento sem EPI	48
Figura 24: Armazenamento de eletro-eletrônicos	49
Figura 25: Questionário elaborado no momento da entrevista com os geradores de resíduos de informática	60
Figura 26: Questionário elaborado no momento da entrevista com os recicladores de resíduos de informática	61
Figura 27: Ficha de avaliação da Reciclatronic	63
Figura 28: Ficha de avaliação ambiental do Instituto DUAL	64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Substâncias componentes de computadores causadoras de danos à saúde humana	8
Tabela 2: Composição de um microcomputador	10
Tabela 3: Consumo de Energia na Produção Primária e Secundária de Metais (GJ/ton. de metal)	16
Tabela 4: Informações sobre o município de Joinville.....	25
Tabela 5: Avaliação entre as empresas geradoras de resíduos de informática.....	40
Tabela 6 Avaliação entre as empresas recicladoras de resíduos.	51

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento tecnológico e a utilização de substâncias tóxicas, como o mercúrio, cádmio, arsênio, berílio, bário e chumbo, e até mesmo de metais de grande valor econômico no processo de fabricação dos produtos eletrônicos a exemplo da platina, ouro, etc. mostram a importância de pensar em soluções econômicas e ecologicamente adequadas, tanto para a população quanto para o meio ambiente, visando o descarte mais apropriado e seguro para tais produtos. No fim do seu ciclo de vida, esses produtos são chamados também de resíduos eletrônicos. Resíduos eletrônicos segundo a Lei nº 8.876/2008 do Estado do Mato Grosso:

São equipamentos de informática obsoletos, danificados e outros que contenham resíduos ou sobras de dispositivos eletroeletrônicos que são descartados, fora de uso ou obsoletos, que possam ser reaproveitados ou ainda que contenha integrada em sua estrutura, elementos químicos nocivos ao meio ambiente e ao ser humano, mas passíveis de serem reciclados (Lei nº 8.876/2008 do Estado do Mato Grosso).

O presente trabalho tratará apenas da problemática dos computadores na cidade de Joinville.

Neste caso não será utilizado o termo lixo de informática, ou ainda como muito divulgado pela mídia o e-lixo. O termo lixo tem uma conotação pejorativa e dando um sentido de inutilidade ao equipamento, fato que não é real. Por este motivo optou-se pelo termo resíduo de informática.

A reciclagem destes materiais além de reduzir o consumo de energia e combustíveis reduzirá consideravelmente a exploração de recursos naturais, como o petróleo na produção do plástico e minas de metais. São justamente o ouro e o cobre presentes nas placas eletrônicas de computadores o alvo das empresas que estão buscando a reciclagem dos produtos eletrônicos. É possível ainda por meio da reciclagem a remontagem de aparelhos para serem utilizados em fins didáticos. Em um país como o Brasil, em que a desigualdade econômica é visível, ainda existem escolas em que os alunos não têm acesso a computadores, este seria o momento de reutilizarmos estes “resíduos” a fim de promover uma maior inclusão digital para a população carente.

No mundo estima-se que 50 milhões de toneladas de aparelhos eletrônicos sejam descartadas por ano. Segundo a entidade ambientalista

Greenpeace, se essa quantidade fosse colocada em contêineres de um trem, os vagões dariam uma volta ao redor da Terra. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de resíduos eletrônicos. A vida útil média de uma dessas máquinas nas mãos do consumidor brasileiro é de quatro anos. A rapidez de obsolescência desses materiais aumenta progressivamente. Muitas vezes eles tornam-se “ultrapassados” antes de saírem das lojas, o que representa um grande problema para empresas, sociedade e meio-ambiente. Segundo Aguiar et al. (2011), devido ao grande avanço na evolução de novas tecnologias e a crescente demanda de eletrônicos no Brasil, o país encontra-se despreparado para o descarte final desse material eletrônico e de meios de fiscalização que assegurem sua deposição final que, na realidade o país encontra-se fragilizado com normas que as regulem.

Aos produtores interessa o maior número de vendas, seja pelo design inovador, seja através da notável redução do ciclo de vida desses aparelhos. Muitas vezes o reparo destes equipamentos também não é viável devido ao alto custo em comparação com o preço de um equipamento novo ou pela não disposição da indústria de aparelhos de reposição.

Em Joinville já existem empresas que realizam trabalhos sociais através da inclusão digital. O desmonte de computadores garante também emprego para jovens técnicos em informática. No momento esta participação na geração de novos empregos ainda é discreta, porém com o crescimento da prática da reciclagem de computadores a tendência é favorecer cada vez mais a população de Joinville.

Este trabalho pretendeu contribuir para uma melhor preparação da população para um mercado de trabalho cada vez mais exigente e melhorar as condições ambientais da cidade dando um destino adequado para este tipo de resíduo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer o levantamento do descarte dos resíduos de informática em Joinville.

2.1.1 Objetivos Específicos

- Estudar e classificar os principais geradores de resíduos de informática em Joinville;

- Fazer um levantamento e classificar as empresas recicladoras de resíduos de informática;

- Propor melhorias nos serviços de destinação final de resíduos de informática em Joinville.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CURTA VIDA ÚTIL DOS EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

A capacidade da natureza de se reestruturar frente aos danos causados para sustentar o estilo de vida dos indivíduos na sociedade de consumo, é inversamente proporcional à velocidade de destruição dos recursos naturais imposta pela necessidade de se cooptar a natureza. Por isso a compreensão da relação predatória que o homem tem com a natureza, dentro de uma visão sistêmica de mundo, é cada vez mais evidente. O tempo e milhares de anos que a natureza leva na produção de determinados recursos, o homem transforma em décadas de destruição.

Muito tempo se passou até que o homem começasse a perceber que o desenvolvimento trazia, além de conforto, praticidade e comodidade, impactos depredatórios a natureza (BEIRIZ, 2005). Com a produção cada vez maior de componentes eletrônicos a preços mais acessíveis, cresce a demanda por novas tecnologias. Com isso o faturamento da indústria eletrônica acaba sendo tão grande que só perde para o da indústria petrolífera (MACOHIN, 2007).

Esta revolução informática, apoiada por uma indústria silenciosa e limpa, impulsionada por chips de silício, tem seu lado obscuro. Fora da vista e da repercussão pública, longe do opulento Ocidente, estão repletos de centenas de milhões de computadores, televisores, telefones celulares, equipamentos estereofônicos, refrigeradores e outros aparelhos eletrônicos rejeitados com uma velocidade cada vez maior. O usuário médio de computadores nos Estados Unidos atualmente substitui seus equipamentos a cada 18 a 24 meses (SOMMER, 2005)

Os resíduos eletrônicos são uns dos tipos de resíduos que mais crescem, devido, principalmente, à viabilidade econômica e social dos aparelhos eletrônicos. A Resolução CONAMA 257 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que estabelece limites para o uso de substâncias tóxicas em pilhas e baterias, responsabilizando os fabricantes a desenvolverem sistemas para a coleta e encaminhamento para reciclagem (D'ARRUIZ et al. 2010).

De acordo com Parra & Pires (2003), a inovação estabelece o tempo de vida útil dos computadores em função da substituição de produtos antigos por outros mais modernos, independentemente do fato de estar ou não funcionando. Segundo XAVIER et al. (2010), outro quesito é a diversidade de modelos de um mesmo produto visando atender distintas necessidades do cliente.

Com a popularização desses produtos e a introdução acelerada de modernas gerações de *desktops*, *notebooks*, *hand helds*, os equipamentos da geração anterior acabaram sendo considerados obsoletos e ganham o destino do lixo. Esta, porém não é a melhor opção para descarte desses tipos de equipamentos, além de demandar diversas precauções e cuidados nas casas, escritórios e serviços públicos, que, por enquanto ainda não são tomadas pela grande parte da população (BEIRIZ, 2005).

Grande parte dos materiais que vão para o lixo pode ser reciclado. A produção de resíduos vem aumentando consideravelmente em todo planeta, segundo Beiriz (2005), esta taxa cresce de 4% ao ano e com uma produção média anual de cerca de 6 Kg per capita. Segundo dados do IDC (2009), do ano de 2008 para o ano de 2009 houve uma queda na venda dos computadores pessoais (PCs) e um aumento na procura pelos *netbooks* e *notebooks*. Ainda de acordo com a IDC (2009), o mercado de PCs fechou 2009 com cerca de 11 milhões de unidades vendidas no Brasil. Segundo XAVIER et al. (2010), a previsão é que em 2010 o mercado de PCs deva crescer aproximadamente 16%, atingindo cerca de 12,8 milhões de unidades comercializadas, com destaque para o aumento nas vendas de computadores portáteis.

A agência européia do meio ambiente prevê que os resíduos eletrônicos estão aumentando três vezes mais que os outros tipos de dejetos, podendo chegar a 40 milhões de toneladas em breve, caso não seja feito algo significativo para reverter a situação (MACOHIN, 2007).

Com a inovação tecnológica, a vida média de um computador passa a ser de menos de dois anos. Entretanto, o que se pretende questionar é a destinação dos mais de 100 tipos de materiais que um computador possui. Atualmente, nem um terço de tudo que é produzido é reaproveitado. Além de o resíduo eletrônico ser despejado na natureza, grande parte dele é enviado para a China, onde em condições de trabalho degradantes, mulheres trabalham para recuperar componentes que possuem algum valor, como metais preciosos usados em fiações. O que não serve é incinerado, liberando gases tóxicos no ar. Cerca de 50% a 80% do dos resíduos eletrônicos coletados em países desenvolvidos é enviado para países como a China, pois neste país a reciclagem é cerca de 10 vezes mais barata (devido ao baixo custo de mão de obra) que nos EUA, que custam em torno de US\$ 0,5 (MACOHIN, 2007).

3.2 IMPACTOS DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS NO MEIO AMBIENTE

Além do desperdício, o próprio processo de produção de materiais eletrônicos gera poluição ao meio ambiente, uma vez que a

quantidade de matéria-prima utilizada chega a ser maior do que para produzir um carro. Mais os computadores se tornam menores e eficientes, maior é o seu custo de produção e o impacto ao meio ambiente (MACOHIN, 2007).

Com o aumento da produção desses equipamentos e a sua falta de tratamento específico, opta-se por descartá-los próximo a rios, ruas, gerando impactos no ar, água e solo, já que não existe um espaço específico para eles nos espaços urbanos e os aterros legalizados já estarem lotados (MACOHIN, 2007).

As autoridades governamentais do mundo todo deveriam adotar medidas para incentivar a reciclagem e o prolongamento da vida útil de equipamentos eletrônicos devido ao impacto destrutivo dos componentes dessas máquinas no meio ambiente, como revelou um recente estudo divulgado pelas Nações Unidas (BEIRIZ, 2005).

Segundo Beiriz (2005), desde 1981, com a implantação da Lei 6938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), o licenciamento ambiental passou a ser exigido das empresas potencialmente ou efetivamente, degradadoras do meio ambiente.

As normas atribuem às empresas a responsabilidade sobre o material tóxico produzido, além de informar nas embalagens se o produto pode ou não ser jogado em lixo comum, os fabricantes e os importadores, deverão obrigatoriamente instalar pontos de coleta para reciclar ou confinar seus produtos em aterros especiais após o fim da vida útil de seus equipamentos (BEIRIZ, 2005).

O licenciamento ambiental é uma condição essencial para regular o funcionamento de uma empresa. A sua inexistência é uma ameaça constante ao desenvolvimento das atividades industriais e econômicas. Valorizar uma licença ambiental é importante para as corporações que prezam pelo seu bom nome e que buscam cumprir as normas legais em sua atividade. Fato que infelizmente não é dado atenção em algumas delas (BEIRIZ, 2005).

3.3 RISCOS ENVOLVIDOS NO DESCARTE DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA

Os Resíduos Eletrônicos constituem o problema de coleta de resíduos de maior crescimento no mundo. Na Índia e China uma ampla gama de aparelhos está sendo recebida e reciclada em condições que colocam em perigo a saúde dos trabalhadores, suas comunidades e o meio ambiente. A maior parte dos componentes é recuperada por catadores pobres e vendida para sua reutilização. Porém durante o processo, eles e o meio ambiente ao seu redor estão expostos aos perigos

provenientes do contato com metais pesados como mercúrio, chumbo, berílio, cádmio e bromato que deixam resíduos letais no corpo, solo e cursos de água (SOMMER, 2005).

Trata-se de um tipo de reciclagem que não é o que os consumidores imaginam quando depositam seus computadores no lixão local. Especialistas industriais dizem que entre 50% e 80% do resíduo eletrônico coletado para reciclagem acaba em barcos que se dirigem aos aterros de resíduo eletrônico da Ásia, onde seus componentes tóxicos vão parar em correntes sanguíneas e cursos de água (SOMMER, 2005).

Esse tipo de resíduo contém, em sua maioria, substâncias perigosas e o seu descarte, representa também um desperdício de recursos naturais não renováveis (RODIGES, 2003). Vejamos na Tabela 1 alguns dos efeitos causados a saúde humana:

Tabela 1: Substâncias componentes de computadores causadoras de danos à saúde humana

<i>Substância</i>	<i>Tipo de contaminação</i>	<i>Efeito</i>
Mercúrio	Inalação e toque	Problemas de estômago, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
Cádmio	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
Zinco	Inalação	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
Manganês	Inalação	Anemia, dores abdominais, vômito, seborréia, impotência, tremor nas mãos e perturbações emocionais
Cloreto de Amônia	Inalação	Acumula-se no organismo e provoca asfixia
Chumbo	Inalação e toque	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, insônia e hiperatividade

Fonte: (PALLONE, 2008)

Analogamente ao resíduo hospitalar, que requer um tratamento específico, os resíduos eletrônicos além de serem volumosos podem causar efeitos tóxicos para a saúde do ser humano por possuírem metais pesados em muitos de seus componentes. Mal acomodadas essas peças podem contaminar solos, rios e lagos, podendo chegar indiretamente ao próprio homem por meio da cadeia alimentar (MACOHIN, 2007).

Os produtos elétricos e eletrônicos, em geral possuem vários módulos básicos: conjuntos/placas de circuitos impressos, cabos, cordões e fios, plásticos antichama e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como: telas de tubos catódicos e telas de cristais líquidos, pilhas e acumuladores, meios de armazenamento de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências e relês, sensores e conectores. As substâncias mais problemáticas do ponto de vista ambiental presentes nestes componentes são os metais pesados, como o mercúrio, chumbo, cádmio e cromo, gases de efeito estufa, as substâncias halogenadas, como os clorofluorocarbonetos (CFC), bifenilas policloradas (PCBs), cloreto de polivinila (PVC) e retardadores de chama bromados, bem como o amianto e o arsênio 8 (RODIGES, 2003).

Na

Tabela 2 encontramos os principais componentes de um microcomputador e o seu percentual de peso e reciclagem dentro do mesmo.

Tabela 2: Composição de um microcomputador

<i>Material</i>		<i>% Em relação ao peso total</i>	<i>% Reciclável</i>	<i>Localização</i>
Al	Alumínio	14,172	80	Estrutura/conexões
Pb	Chumbo	6,298	05	Circuitos integrados, soldas, baterias
Ge	Germânio	0,001	00	Semicondutor
Ga	Galio	0,001	00	Semicondutor
Fe	Ferro	20,471	80	Estrutura, encaixes
Sn	Estanho	1,007	70	Circuito, integrados
Cu	Cobre	6,928	90	Condutores
Ba	Bário	0,031	00	Válvula eletrônica
Ni	Níquel	0,85	80	Estrutura, encaixe
Zn	Zinco	2,204	60	Baterias
Ta	Tântalo	0,015	00	Condensador
In	Índio	0,001	60	Transistor, retificador
V	Vanádio	0,0002	00	Emissor de fósforo vermelho
Be	Berílio	0,015	00	Condutivo térmico, conectores
Au	Ouro	0,0016	98	Conexões, condutivo
Ti	Titânio	0,015	00	Pigmentos
Co	Cobalto	0,015	85	Estrutura
Mn	Manganês	0,031	00	Estrutura, encaixes
Ag	Prata	0,018	98	Condutivo

Fonte: BEIRIZ (2005).

Quando o resíduo eletrônico é descartado, ele pode passar por diversos processos, porém cada um desses processos gera um impacto diferente ao meio ambiente. A seguir foram descritos os principais meios de descarte:

3.3.1 Incineração:

Quando um componente eletrônico é incinerado não se está queimando apenas um tipo de elemento químico, o que acaba tornando a incineração perigosa. Quando os retardantes de fogo são incinerados, o cobre acaba sendo um catalisador para formação de dioxinas. Quando a incineração fica entre 600°C e 800°C ela passa a liberar produtos

tóxicos como PBDD (Polibromato Dibenzo) e PBDF (Polibrominato Dibenzo). Quando o PVC é incinerado ele libera gases perigosos. Já com o cádmio 90% torna-se cinzas em suspensão e com o mercúrio 70% permanece retido nos filtros das chaminés. Outro problema é a ocorrência de mistura dos metais durante a fusão dos mesmos (MACOHIN, 2007).

3.3.2 Despejo em aterros:

Contaminam o solo, devido à grande presença de metais pesados, pelo fato de ocorrerem vazamentos de produtos químicos, infiltrando-se assim no solo e lençóis freáticos. Outro problema que pode haver é de ocorrerem queimadas em aterros, situação em que as dioxinas, furanos e outras substâncias químicas podem ser liberadas (MACOHIN, 2007).

Segundo Beiriz (2005), a determinação da toxicidade de metais pesados, como esta regulamentada nos EUA, é feita através do teste de lixiviação ou de percolação. Os valores limites para a exposição ou tolerância determinados são estabelecidos por diversas agências.

A coleta e o tratamento de lixiviados em aterros controlados que respeitam normas técnicas corretas do ponto de vista ambiental, não extinguem completamente a exposição humana a estas substâncias tóxicas nem resolvem todos os problemas. Os aterros mais aprimorados dispõem de sistemas de coleta de lixiviados e de selagem de fundo. Nestes casos, os lixiviados são recolhidos e encaminhados para instalações de tratamento no local ou para instalações de tratamento de esgotos urbanos. No pior dos casos, os metais pesados poderão perturbar o processo de depuração, mas, de qualquer modo, esses metais acabarão principalmente nas lamas de depuração e em quantidades pequenas, mas incontroláveis, nas águas de superfície (RODIGES, 2003).

3.3.3 Despejo de resíduos de informática em rios e afluentes

Estes detritos causam danos tanto a água como todo o ambiente marinho e fluvial, influenciando danos a peixes, corais e outros seres vivos que ingerem esta água. Este despejo pode oferecer igualmente um risco tanto para os trabalhadores quanto para os moradores da região que utilizarem desta água contaminada (MACOHIN, 2007).

3.4 CONSUMO DE MATERIAIS PARA A FABRICAÇÃO DE COMPUTADORES

Baseando-se em um computador de mesa com um monitor CRT de 17 polegadas, de acordo com Rosa (2009), que se refere aos estudos dirigidos pelo professor Ruediger Kuehr, da Universidade das Nações

Unidas, são necessários, para sua fabricação, 240 kg de combustíveis fósseis, 22 kg de produtos químicos e, por mais impressionante que possa parecer, 1.500 litros de água.

A água é gasta em grande quantidade na construção de chips, pois cada etapa de produção de um circuito integrado, que vai da pastilha de silício ao microprocessador propriamente dito, exige diversas e contínuas lavagens com água pura, deixando a água no fim do processo poluída (D'ARRUIZ et al 2010).

Dreer Filho et al. (2009), apresentam dados da Geodis Logistics que mostra que os computadores são constituídos essencialmente de 40% de plástico, 37% de metais, 5% de dispositivos eletrônicos, 1% de borracha, 17% de outros materiais que 94% de todo esse material empregado pode ser recuperado via reciclagem.

3.5 RESPONSABILIDADE PÓS-CONSUMO

Até pouco tempo atrás, a competência de dar destino correto ao resíduo sólido era do poder público, porém a rápida evolução tecnológica e a troca cada vez mais rápida dos produtos, fez com que a geração de resíduos se tornasse um problema alarmante. Para, sua solução, tornou-se necessário a participação das próprias empresas que os produzem, ou seja, cada empresa deve cuidar das questões ambientais envolvidas desde a geração da matéria-prima para a criação do produto até a sua destinação após uso do cliente. Apesar disso, muitas empresas continuam fabricando produtos altamente tóxicos e descartáveis e ignorando a sua responsabilidade pós-consumo (MACOHIN, 2007).

Hoje em dia existem no Brasil poucas empresas trabalhando especificamente na reciclagem de resíduo eletrônico, o que não é suficiente para a demanda que o mercado oferece. Além disso, a maior barreira a ser quebrada é a da conscientização, por parte dos fabricantes e dos consumidores finais, sobre a importância de se destinar corretamente esses produtos após se tornarem obsoletos (D'ARRUIZ et al. 2010).

Outra alternativa, são as empresas que sobrevivem do resíduo eletrônico. Estas empresas destinam-se a compra ou recebimento de material descartado, onde este passa por processos de reengenharia em suas estruturas de informática, tais equipamentos nem sempre em perfeito funcionamento, reequipam um comércio de placas e periféricos usados em nosso mercado atual, o que em sua maioria são equipamentos ultrapassados e não mais desejáveis para o uso empresarial. Após este processo o mesmo é submetido a uma série de baterias de testes, sendo

necessário para constatação de que é de boa qualidade e o que apenas serviria para um longo processo de reciclagem (DEER et al., 2009).

Aproveitar o resíduo para trabalhos como inclusão digital seria outra boa solução. Todo o equipamento descartado pode servir para a utilização de pessoas que pretendem se inserir no ramo da informática na utilização em prol de aprendizado e poderão identificar peças que ainda funcionam engrandecendo suas capacidades técnicas. Atualmente já existem muitas instituições de informática que incluem a população de baixa renda no mundo digital (DEER et al., 2009).

É preciso haver uma maior responsabilidade de todos envolvidos para evitar que se continue despejando detritos irresponsavelmente na natureza, pois com as brechas na legislação e fiscalização somente alguns arcam com a responsabilidade de dar o destino correto aos resíduos (MACOHIN, 2007).

3.6 REICLAGEM

A reciclagem de resíduos pode ser feita com poucos e simples processos, usando menos energia e matéria-prima e gerando menos poluição do que a produção primária.

Matérias recuperadas são muitas vezes mais concentradas e mais puras que a matéria-prima primária, visto que muitas vezes já foram processadas e necessitam somente de uma purificação (VEIT, 2005).

A reciclagem pode também gerar alguns benefícios sociais além de tornar o processo de obtenção do metal mais econômico para o produtor, conservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente quanto à poluição.

Veit (2005), afirma que dois incentivos podem ser usados para aumentar a participação popular em programas de reciclagem. O primeiro é através de regulamento, onde o governo determina que somente materiais separados serão recolhidos, essa opção tem sucesso limitado pois geralmente causa indignação popular. Outra opção para aumentar a cooperação em programas de reciclagem é apelar para o senso de comunidade e para a importância da conservação da qualidade do meio ambiente.

Ainda segundo Veit (2005), para uma efetiva reciclagem, os materiais devem ser separados entre si, e para isso a maioria dos processos de separação baseia-se nas características e propriedades de cada material especificamente, e essa característica é usada para separar o material de interesse do resto da mistura. Os processos de separação podem ser facilitados pela diminuição do tamanho das partículas dos componentes dos resíduos, aumentando assim o número de partículas e

obtendo um grande número de “zonas limpas”, ou seja, material liberado. A redução de tamanho das partículas é geralmente o primeiro passo a ser feito para facilitar um processo eficaz de reciclagem de resíduos.

3.7 RECUPERAÇÃO E RECICLAGEM DE MATERIAIS METÁLICOS

A disposição de sucatas e resíduos em aterros implica na perda de materiais metálicos valiosos e no aumento do risco de poluição por contaminação de áreas com elementos metálicos (VEIT, 2005).

Mesmo a legislação ambiental brasileira sendo uma das mais vigorosas e atualizadas do mundo ainda não existe um dispositivo e controles apropriados dos descartes desses resíduos sólidos (VEIT, 2005). Os resíduos provenientes de produtos eletrônicos fazem parte desta realidade e são mencionados na Política Nacional dos Resíduos Sólidos, lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Os estados da República Federativa do Brasil têm a liberdade de deliberar por outras leis mais restritivas que preencham as suas demandas regionais. No estado de São Paulo, um plano diretor de Resíduos Sólidos foi estabelecido pela Lei nº 11.387 de 2003, para propor apropriadamente novas resoluções a respeito do gerenciamento de resíduos. Já a lei nº 12.493 de 1999 adotada pelo estado do Paraná, definiu princípios e regras rígidas aplicadas a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos. No estado do Rio Grande do Sul existe o decreto nº 38.356 de 1º de julho de 1998 que veta o descarte de artefatos que contenham metais tóxicos em resíduo doméstico ou comercial no estado do Rio Grande do Sul (VEIT, 2005).

Desta maneira deve-se estudar a reciclagem de metais presentes nas placas de circuito impresso, evitando-se assim a geração e consequentemente disposição de toneladas de resíduos perigosos. Vejamos alguns dados interessantes:

- Em 1991 a Carnegie-Mellon University estimou que nos Estados Unidos cerca de 10 milhões de computadores pessoais (PCs) foram colocados em aterros, e até 2005, mantendo-os na mesma taxa, cerca de 150 milhões de PCs serão enviados a aterros. Considerando como peso médio de um PC é de 25 kg, isso irá representar 3,75 milhões de toneladas em 2005 (ZHANG, 1999 *apud* VEIT, 2005).

- Em 1993 na Alemanha gerou-se uma quantidade entre 1,2 e 1,5 milhões de toneladas de sucata eletrônica. Com uma taxa de crescimento estimada entre 5 e 10% anualmente, em 2000 alcançou-se entre 2,0 e 2,5 milhões de toneladas (ZHANG, 1999 *apud* VEIT, 2005).
- Na Suíça aproximadamente 110.000 ton/ano de sucata eletrônica necessitam ser dispostas (BRANDL, 2001 *apud* VEIT, 2005).
- Nos EUA aproximadamente 25% do total da demanda de metais preciosos usados pelas indústrias é obtido de material reciclado (RYLEY, 1991 *apud* VEIT, 2005).
- No começo do século as minas de cobre economicamente interessantes tinham na ordem de 4% de cobre. Atualmente as minas exploradoras têm no máximo 1% de cobre (HAYES, 1993, *apud* VEIT, 2005).

Portanto a reciclagem de materiais metálicos é importante, pois além de representar um ganho econômico, sendo este significativo em metais como o cobre, chumbo, alumínio e particularmente de metais pesados como o ouro, prata e platina, a reciclagem também promove a economia energética como podemos observar na Tabela 3. No processo primário o metal é obtido através da redução do minério com elevado consumo de energia, já no processo secundário o metal é obtido basicamente da fusão da sucata, já em estado metálico, assim o consumo de energia é muito menor (VEIT, 2005).

Tabela 3: Consumo de Energia na Produção Primária e Secundária de Metais (GJ/ton. de metal)

<i>Metal</i>	<i>Produção Primária</i>	<i>Produção Secundária</i>	<i>Economia (%)</i>
Magnésio	372	10	97
Alumínio	253	13	95
Níquel	150	16	89
Cobre	116	19	83
Zinco	68	19	72
Aço	33	14	57
Chumbo	28	10	64

Fonte: (HAYES, 1993, apud VEIT, 2005).

A composição das placas eletrônicas é muito heterogênea, dificultando assim a reciclagem. Apesar disso a presença de metais em sua composição torna- as uma matéria interessante (VEIT, 2005).

A composição das Placas de Circuito Impresso (PCI) varia de acordo com a idade e com o tipo de placa. Ou seja, elas são compostas de vários metais e ligas metálicas diversas (HOFFMANN, 1992).

- Polímeros: em média 30% em peso, em destaque as poliolefinas, poliésteres e policarbonatos.
- Óxidos Refratários: em média 30% em peso, desses 30%, 50% é sílica, 20% alumina, 20% óxidos de terras raras e 10% de outros óxidos.
- Metais de base: Cerca de 40% do peso total. Desses 40%, 50% de cobre, 20% estanho, 10% ferro, 5% níquel, 5% chumbo, 5% alumínio e 3% zinco.
- Metais Preciosos: em média 1.655g/ton de prata, 850 g/ton de ouro e 42 g/ton de paládio.

Os processos de reciclagem das PCI podem ser: mecânicos, químicos e térmicos. Existem quatro tipos principais de processo: Pirometalurgia, Hidrometalurgia, Eletrometalurgia, Biotecnologia e o Processamento Mecânico (VEIT, 2005).

3.7.1 Pirometalurgia

Os processos pirometalúrgicos incluem: Incineração, Fusão, Pirólise, Sintetização, Reações da fase gasosa em alta temperatura, etc.

Este processo é essencialmente um processo de concentração de metais em uma fase metálica e a rejeição de materiais estranhos (HOFFMANN, 1992). Os processos pirometalúrgicos têm algumas vantagens: aceitam qualquer tipo de sucata eletrônica, não requer pré-tratamento e requer poucas etapas (SHICHANG et al., 1994 *apud* VEIT, 2005).

Alguns dos métodos envolvendo processamento térmico de sucata eletrônica podem causar os seguintes problemas (FELIX et al. 1994; SUM, 1991 *apud* VEIT, 2005):

- Polímeros e outros materiais isolantes são fontes de poluição atmosférica através da formação de dioxinas e furanos;
- Os metais podem ser perdidos através da volatilização de seus cloretos;
- Componentes cerâmicos e vidros aumentam a quantidade de escórias no forno, aumentando assim as perdas de metais nobres e de base;

3.7.2 Hidrometalurgia

Os processos de hidrometalurgia consistem em uma série de ataques de soluções ácidas ou cáusticas para dissolver o material sólido (POZZO et al., 1991, GLOE et al., 1990 *apud* VEIT, 2005), As soluções são então submetidas a processos de separação como extração por solvente, precipitação, cementação, troca iônica, filtração e destilação para isolar e concentrar os metais de interesse (SUM, 1991 *apud* VEIT, 2005).

As principais vantagens do processamento hidro metalúrgico de sucata são (FELIX et al., 1994, SUM, 1991 *apud* VEIT, 2005):

- Melhor proteção do meio ambiente com relação aos riscos de poluição atmosféricas;
- Separação mais fácil dos principais componentes da sucata;
- Redução dos custos de processo (baixo consumo de energia elétrica e reciclagem dos reagentes químicos).

As desvantagens são:

- Necessidade de processar mecanicamente as sucatas para reduzir o volume;
- O ataque químico só é efetivo se o metal estiver exposto;
- Grande volume de soluções;
- Efluentes contendo metais base que são corrosivos e/ou tóxicos;
- Geração de resíduos sólidos.

3.7.3 Eletrometalurgia

Normalmente os processamentos eletroquímicos associados à reciclagem de sucatas eletrônicas são passos de refinamento para recuperar o metal puro (HOFFMANN, 1992). Processos eletroquímicos são usualmente efetuados em eletrólitos aquosos ou sais fundidos (GANNI, 1995, *apud* VEIT, 2005).

As vantagens em relação aos metais preciosos são (SUM, 1991 *apud* VEIT, 2005):

- Poucas etapas;
- O eletrólito pode ser reciclado;
- Todos os metais preciosos podem ser dissolvidos simultaneamente ou seletivamente, e o substrato a base de cobre permanece inalterado;
- É aplicável a todos os tipos de sucatas contendo uma camada superficial de metais preciosos sobre um substrato de metal base.

A maior limitação é o tipo de sucata eletrônica que pode ser usada como alimentação, ou seja, o material deve ser pré-classificado.

3.7.4 Biotecnologia

O uso das bactérias no processo de reciclagem de metais está citado na literatura, mais especificamente na recuperação de ouro e na digestão de metais presentes em resíduos eletrônicos (SUM, 1991, BRANDL, 2001; NAKAZAWA, 2002 *apud* VEIT, 2005):

A principal vantagem é a sua simplicidade, baixo custo e facilidade de operação. As principais limitações são os longos períodos de exposição.

3.7.5 Processos mecânicos

O processamento mecânico de sucatas é tido geralmente como um pré-tratamento para o real aproveitamento dos materiais (VEIT, 2005). Atualmente vários estudos têm sido realizados para o processamento mecânico de sucatas eletrônicas, onde existe uma grande mistura de materiais. A Cominuição, Classificação Granulométrica e a Separação Gravimétrica fazem parte desse processo (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005).

3.7.5.1 Cominuição

Cominuição, redução do tamanho ou moagem, é a força bruta fragmentando a sucata pelo movimento de martelos, bolas ou facas dentro de um compartimento fechado através de um movimento de abrasão, corte, pressão ou impacto. Dois tipos de moinho podem ser usados neste processamento: moinhos verticais e horizontais. Nos moinhos verticais o material entra pela parte superior e deve passar o mais rápido possível pelas facas ou martelos em movimento. O tamanho das partículas é regulado pela distância entre as facas ou martelos e as paredes. Nos moinhos horizontais os martelos oscilam acima de uma grade que possa ser mudada dependendo do tamanho do produto requerido (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005).

Em seguida vemos alguns tipos de moinho:

- Moinho de Martelos: O material é destruído pela colisão dos martelos com o material e do material contra a parede do moinho. Os martelos giram sobre um eixo e o material cai sobre uma grade após ter sido suficientemente moído (RON & PENEV 1995).
- Moinho a Corte: O material é cortado a partir de facas que giram em direções opostas sobre um eixo (RON & PENEV, 1995).
- Fragilização Criogênica: com o auxílio do nitrogênio líquido, congela-se as peças. O aumento na fragilidade do material aumenta a eficiência do moinho e a separação dos materiais (VEIT, 2005).

3.7.5.2 Classificação granulométrica

Após o material passar pela cominuição normalmente deve ser classificado. Através de várias peneiras as partículas menores que as perfurações passam através dos furos e as partículas maiores permanecem retidas. Este processo separa o material apenas de acordo com o tamanho e não por qualquer outra propriedade. Algumas vezes após esta etapa já é possível obter frações enriquecidas em certos materiais e os quais podem ser separados de um fluxo principal (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005).

A eficiência do peneiramento pode ser afetada por diversos fatores como:

Material:

- Densidade;
- Distribuição do tamanho de partículas;
- Formas das partículas;
- Superfície das partículas.

Equipamento:

- Superfície da peneira (área, % da área vazada, tamanho dos orifícios, forma dos orifícios e espessura da peneira);
- Movimento (amplitude, frequência, direção);
- Ângulo de inclinação;
- Método de alimentação da peneira.

3.7.5.3 Separação Gravimétrica

Esse tipo de separação e concentração de materiais é dada pela diferença de densidade que existe entre os diversos tipos de materiais. Fazem parte da separação gravimétrica entre outros processos a utilização de Líquidos Densos e Suspensões.

3.7.5.3.1 *Líquidos Densos*

Essa técnica é usada para separar partículas sólidas por meio da diferença de densidade. As partículas são imersas em um líquido que

tem o valor de densidade entre os valores de densidade dos dois componentes que se pretende separar (RON & PENEV, 1995).

3.7.5.3.2 Suspensões

É um processo baseado na diferença de densidade de dois produtos que se pretende obter, os quais são colocados em um líquido com densidade intermediária, assim um dos produtos afunda e o outro produto flutua (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005).

A técnica consiste na formação de uma polpa (mistura de água e um sólido finamente cominuído), com densidade intermediária entre os produtos que se deseja separar. Assim, misturando-se esta polpa com o material a ser beneficiado, com uma determinada granulometria, obtém-se um produto flutuado de densidade menor que a da polpa (VEIT, 2005).

3.7.5.4 Separação Magnética

Os materiais tratados em processos de seleção de partículas magnéticas, que se baseiam no movimento diferencial de materiais em campo magnéticos, podem ser divididos em duas categorias (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005):

- I. Materiais Diamagnéticos, os quais são repelidos por um campo magnético e se movimentam para posições de mais baixa intensidade de campo;
- II. Materiais Paramagnéticos, os quais são atraídos por um campo magnético e que se movem para posições de mais alta intensidade de campo.

As propriedades magnéticas de um material são dependentes tanto da estrutura eletrônica quanto do arranjo dos átomos no sólido. Essas propriedades magnéticas são conhecidas como propriedades extensivas isto é, elas dependem diretamente de quão cada material está presente. As propriedades de partículas compostas dependem do volume fracional de várias fases nas partículas. Os tamanhos, formas e distribuição dos grãos dentro das partículas têm somente uma pequena função na determinação do comportamento desses materiais compostos em um campo magnético. Ou seja, as propriedades magnéticas dos materiais dependem diretamente de fatores como (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005):

- Elementos presentes, seus estados de ionização e suas concentrações no sólido;

- Estrutura cristalina do sólido;
- No caso de ferro e ferrimagnéticos, da história anterior do material.

3.7.5.5 Separação a Base de Propriedades Elétricas

A separação de materiais pode ser feita também utilizando forças que atuam nas partículas carregadas ou polarizadas em um campo elétrico. Cada material tem as suas propriedades elétricas, isso resulta em movimentos diferentes das partículas no campo e da subsequente seleção dentro de diferentes processos a base de um fluxo (HAYES, 1993 *apud* VEIT, 2005).

Há três mecanismos importantes pelo qual as partículas podem adquirir uma carga superficial.

- Contato Elétrico;
- Indução de Condutividade;
- Bombardeamento de Íons;

3.7.6 Técnicas Eletrometalúrgicas

Após a obtenção de frações concentradas em metais através de processamentos mecânicos (cominuição, classificação granulométrica, separação gravimétrica, magnética e eletrostática) faz-se necessário algum outro processo a fim de obter os metais separadamente.

A eletro-obtenção é utilizada quando se tem um eletrólito contendo um íon metálico de interesse. O eletro-refino é utilizado quando se tem um ânodo impuro, ou seja, contém o íon metálico de interesse além de outros componentes (VEIT, 2005).

3.7.6.1 Eletro-obtenção

Consiste em uma técnica na qual os íons metálicos dissolvidos em uma solução são convertidos em depósitos sólidos cristalinos. Em uma solução de sal metálico, o sal é dissociado em um cátion carregado positivamente e um ânion carregado negativamente. Quando o potencial é aplicado entre dois eletrodos imersos nesta solução, o cátion carregado positivamente desloca-se em direção ao cátodo e o ânion carregado negativamente em direção ao ânodo.

As vantagens desse processo é que é possível recuperar uma quantidade superior a 99% do metal, além da redução de custos no consumo de produtos químicos. As desvantagens são a ineficiência para

tratar soluções com baixa concentração de metais e a geração de gases (GANNI, 1995 *apud* VEIT, 2005). O cobre, cobalto, estanho, zinco e metais preciosos podem ser produzidos dessa maneira (VEIT, 2005).

3.7.6.2 Eletro-refino

No processo de eletro-refino a célula eletrolítica usada consiste em um ânodo fundido do metal a ser refinado, contendo impurezas, e um cátodo, que são colocados em um eletrólito contendo o metal em solução. O cátodo é um fino pedaço de metal puro ou uma fina chapa de aço inox. Os íons metálicos são dissolvidos do ânodo impuro e passam através da solução para serem depositados no cátodo (IPPC, 2000 *apud* VEIT, 2005).

Durante o eletro-refino outros metais contidos no ânodo são separados, metais solúveis são dissolvidos no eletrólito e metais insolúveis como os metais preciosos (Se e Te), formam um lodo que precipita na célula (VEIT, 2005).

3.8 POLÍTICAS ADOTADAS PELA UNIÃO EUROPÉIA

Segundo Leite (2009), a questão do resíduo eletrônico vem ganhando destaque no âmbito do poder público, que tem investido em ações no intuito de estabelecer Leis mais rigorosas. Com isso, cresce o número de legislações ambientais no cenário mundial e entre as mais significativas são a diretiva Waste, Electrical and Electronic Equipment (WEEE), aprovada pelo parlamento europeu em 2002, que estabelece quotas de recuperação de produtos e redução na quantidade de resíduos eletrônicos que chegam aos aterros. Da mesma forma a diretiva *Restriction on the use of Hazardous Substances* (ROHS), que entrou em vigor em 2006, com finalidade de evitar ou diminuir a quantidade de produtos tóxicos e metais pesados que ingressam na União Européia

A Comunidade Européia, em função de reflexos negativos, decorrentes do manuseio, reciclagem e disposição de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, aprovou recentemente duas Diretivas relacionadas ao problema: a Diretiva 2002/96/CE, que estabelece regras disciplinando a gestão adequada desses resíduos, tendo como princípio a responsabilização do poluidor pagador, e a Diretiva 2002/95/CE, relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas nos equipamentos elétricos e eletrônicos (RODRIGUES, 2003).

A Diretiva 2002/96/CE, prevê a responsabilidade pós-consumo do produtor como forma de incentivar a concepção e produção de equipamentos eletrônicos. (RODRIGUES, 2003).

4 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no Município de Joinville. Segundo o IBGE, (2010) o mesmo possui 515.250 habitantes e situa-se região nordeste do estado de Santa Catarina (Figura 1).

Figura 1: Localização do Município de Joinville em destaque



Fonte: Governo do Estado de SC, (2010).

Outras informações geográficas acerca deste município estão apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4: Informações sobre o município de Joinville

Latitude Sul	26° 18' 05"
Longitude Oeste	48° 50' 38"
Ponto Culminante	Pico Serra Queimada 1.
Área do Município	1.134,03 km ²

Fonte: IPPUJ

A cidade de Joinville foi selecionada para a realização desta pesquisa pelo fato de ser a maior cidade de Santa Catarina, e a terceira da região Sul. É um grande pólo industrial e possui uns dos maiores índices de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios brasileiros, 0,857, segundo o PNUD (2000).

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho foi realizado a partir de uma série de leituras, utilizando como referenciais teóricos estudos realizados por diversos autores acerca de temas como gestão de resíduos sólidos, resíduos eletrônicos e também na lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os dados necessários para a dada pesquisa foram levantados através de dados primários e secundários: reconhecimento *in loco* e revisão bibliográfica.

A fim de se fazer um estudo da arte sobre a atual situação na cidade de Joinville, entrevistas e visitas a estabelecimentos foram realizadas para que se pudesse produzir um mapa de levantamento geral da situação de descarte das empresas geradoras e das coletoras/recicladoras de resíduos de informática da região de Joinville, encontrar qual o tratamento final adotado, verificar quais atitudes poderiam ser tomadas para aumentar a vida útil desses equipamentos, propor o tratamento final mais adequado, proteger o meio ambiente e promover a inclusão social.

Foram escolhidas duas instituições de ensino, sendo uma a maior instituição de ensino superior de Joinville, a UNIVILLE e outra a instituição de ensino fundamental e médio mais conhecida da cidade, o Colégio Bom Jesus. Entre as empresas foram selecionadas as 10 maiores corporações de Joinville, porém apenas duas: a Schulz S.A e a “Empresa de Acessórios Sanitários X” dispuseram-se a serem entrevistadas.

Além das geradoras de resíduos de informática também entrevistou-se a população Joinvilense e verificou-se igualmente nos meios de comunicação todas as empresas que fazem o recolhimento e reciclagem desses equipamentos objetivando prolongar a vida útil dos mesmos. Foi também contatada a FUNDEMA (Fundação Municipal do Meio Ambiente) com o intuito de localizar as empresas recicladoras mais conhecidas na cidade e qual é a empresa recicladora mais bem conceituada.

Para o levantamento da gestão de resíduos nas empresas tanto geradoras como coletoras de resíduos de informática foi elaborado um questionário específico para cada uma. Estes questionários foram elaborados anteriormente às visitas aos locais com o objetivo de padronizar as questões levantadas para as diversas instituições entrevistadas. O mesmo apresenta-se em modelos genéricos no APÊNDICE 1.

A seguir encontra-se uma visão geral das empresas e instituições de ensino entrevistadas:

4.1 EMPRESAS GERADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA

4.1.1 Schulz S.A

A Schulz S.A. é uma empresa 100% brasileira, com atuação internacional. Localizada na Rua Dona Francisca nº 6901, as unidades que compõem a empresa são as Divisões: Automotiva e de Compressores. Atualmente a empresa produz compressores de ar de pistão de ¼ a 30 HP, compressores de diafragma de 1/4 a 1/3 HP e compressores a parafuso de 5 a 250 HP, consolidando-se como fornecedora mundial de soluções para ar comprimido e equipamentos para uso doméstico, serviços e industrial.

4.1.2 “Empresa de acessórios sanitários X”

A “Empresa de acessórios sanitários X” concedeu uma entrevista em suas instalações, porém pediu para não ser identificada. Esta situada na cidade de Joinville, possui atualmente cerca de 1.400 funcionários e pretende duplicar o número de colaboradores até 2015.

4.1.3 UNIVILLE

A UNIVILLE, Universidade da região de Joinville, situada na Rua Paulo Malschitzki, nº10, é a maior instituição de ensino superior da cidade.

Em uma visita realizada dia 9 de setembro de 2011 com o objetivo de verificar a destinação final dos resíduos de informática e registrar a atual situação das condições de acondicionamento das mesmas na universidade.

4.1.4 Colégio Bom Jesus

No dia 23 de setembro foi realizada uma visita ao colégio Bom Jesus, situado no Centro de Joinville na Rua: Princesa Izabel nº 438. O Colégio possui 2.488 alunos, sendo desses, 2.000 usuários frequentes de computadores.

4.2 EMPRESAS RECICLADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA

4.2.1 Reciclatronic Tecnologia em Reciclagem LTDA

É uma empresa de recolhimento e reciclagem de resíduos eletrônicos, localizada no município de Araquari, cerca de 25 km de Joinville, situada na Rua Antonio Jasper galpão 3, onde a entrevista e visita foram realizadas no dia 6 de outubro.

Fundada em 2010, possui atualmente 6 funcionários e tem como objetivo separar, identificar e destinar os resíduos eletrônicos sendo eles, de informática, de telefonia, de eletrônicos como CPUs, HDs, *drives*, celulares e todo o tipo de equipamentos digitais e de informática, especialmente computadores. Segundo o site da empresa esses materiais passam por uma triagem, separação, trituração, depois são processados para voltar para o mercado como matéria-prima para as indústrias e exportação. Os principais clientes consumidores de matéria-prima da processada pela Reciclatronic são: calçadista, de brinquedos, automotiva, aviamentos e painéis eletrônicos. Alguns de seus clientes são: Fundação Tupy, Marcegalha que fabricam tubos de aço, Bungee, Instituto DUAL, entre outros.

4.2.2 Instituto Dual

É uma OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) que tem como objetivo a destinação de objetos eletro-eletrônicos descartados. A visita e entrevista foram realizadas no dia 28 de setembro no depósito situado na Rua Brigada Lopes, 153, na cidade de Joinville, a sua sede encontra-se na Rua do Príncipe, 330 1º andar sala 105.

O instituto possui 1 funcionário, 4 estagiários e entre 3 e 5 menores infratores que cumprem pena na empresa por 3 dias e tem como filosofia "aprender fazendo e produzindo". Possui Estatuto Social e um grupo de associados composto por 6 membros onde o Presidente do Conselho de Administração é Sr. Marcos Stolf.

A meta final da instituição é a instalação de uma escola profissionalizante metal-mecânica, porém considerando que as acomodações não estão finalizadas (Figura 2) o Instituto Dual realiza um trabalho de recebimento e desmonte eletro-eletrônicos sem fins lucrativos. Os materiais que são reaproveitáveis, são adaptados e repassados a entidades beneficentes, o restante dos equipamentos é dado o destino correto pela Compuciclado Reciclagem, encontrada em Florianópolis ou pela Reciclatronic, encontrada em Araquari. O Instituto DUAL é resultado da parceria entre a Prefeitura de Joinville, a FUNDAMAS, SINDIMEC - Sindicato das Empresas Mecânicas de Joinville e setores Privados.

Figura 2: Instituto DUAL



Fonte: Acervo próprio.

4.2.3 ASPONI

A empresa foi procurada no dia 17 de outubro. Em virtude da mudança de localização da empresa, antigamente situada na Rua: Coronel Procópio Gomes e a atual baixa demanda de trabalho, o proprietário da empresa o Sr. Célio Machado Ornelas declarou que não seria possível a realização de visita, porém o mesmo se dispôs a responder algumas perguntas via email.

Possui atualmente 5 funcionários, recebe cerca de meia tonelada de resíduos por mês, porém espera-se que esta demanda duplique para os próximos anos.

5 RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Os resultados e comentários deste trabalho foram baseados nas respostas dadas ao questionário levantado no momento da entrevista e inspeção local.

Objetivando fornecer um panorama geral entre as empresas foi elaborado um quadro comparativo usando como base 3 pilares essenciais para uma gestão de resíduos de informática tanto dentro de empresas geradoras quanto nas empresas recicladores de resíduos de informática. Estes 3 itens básicos foram escolhidos baseados na literatura e na Avaliação Ambiental de Fornecedor e/ou Prestador de Serviço da Schulz S.A, como encontra-se nos ANEXOS (Figura 27 e Figura 28). Estes itens são: Gestão de resíduos dentro da empresa, Condições das instalações e Responsabilidade ambiental.

5.1 EMPRESAS GERADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA

5.1.1 Schulz S.A.

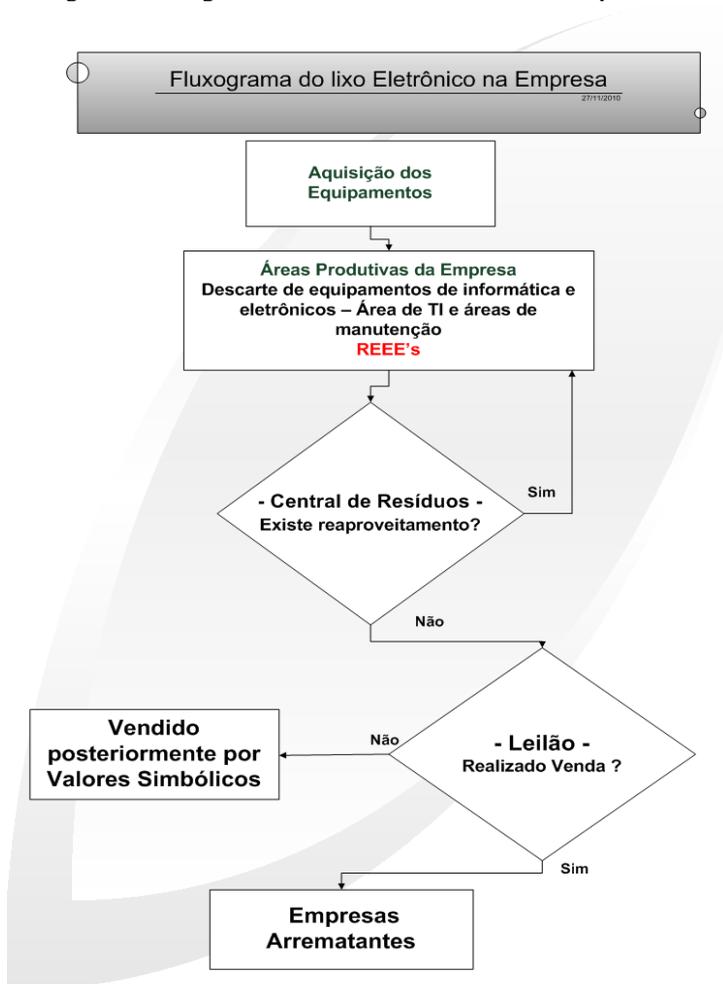
5.1.1.1 Gestão dos resíduos dentro da empresa

Os resíduos eletrônicos na empresa são gerados pelas áreas de TI (Tecnologia da Informação) e produtivas, onde o descarte é encaminhado para a central de resíduos. Os mesmos são disponibilizados para a utilização em outros departamentos ou para a eventual substituição de componentes defeituosos.

Todo o material que é encaminhado ao descarte, acompanha um formulário em que o colaborador descreve as características e as condições em que se encontra o equipamento, conforme coleta de dados nos manuais e procedimentos internos. Em alguns casos os resíduos de informática podem ser reaproveitados, mas somente para execução programas que não exija muita capacidade para processamento. Nestes casos os computadores são doados ao Hospital São José e Escolas Estaduais e outras instituições sem fins lucrativos.

O mesmo está disposto conforme na Figura 3

Figura 3: Fluxograma do resíduo de informática na empresa



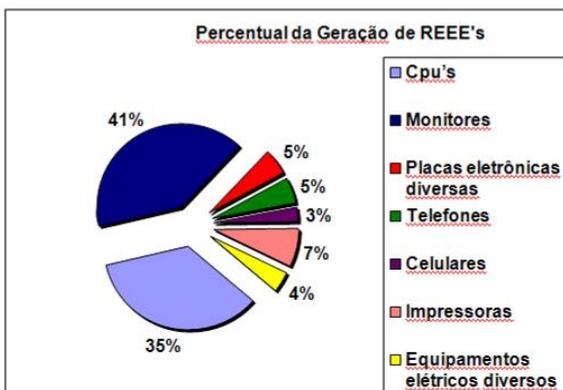
Fonte: SOUZA (2010).

A Schulz não tem nenhum gasto com os resíduos eletrônicos após o seu descarte, pois até o momento sempre foram agregado valores e vendido este tipo de sucata. Com a venda de materiais através dos leilões, grandes quantidades de resíduos de informática são repassados a outras empresas que aproveitarão parte do material para substituição em outros equipamentos ou revenderão como sucata para outras empresas que trabalham com reciclagem. A empresa atualmente faz leilões entre sucateiros da região, sem certificação por terceira parte, para a venda de seus materiais de informática, sejam eles em bom estado ou não. A Schulz não tem conhecimento do procedimento de reciclagem de seus resíduos, porém tem consciência da sua co-responsabilidade na geração dos mesmos.

No ano de 2007 foi realizado um leilão. As empresas que auferiram o leilão foram: Maferville Ferramentas de corte e Precisão Ltda, Rambel Industria Mecânica Ltda, Ulisses Donizete Ramos. No ano de 2008 também foi realizado um leilão, onde a empresa que obteve acesso aos resíduos foi novamente Ulisses Donizete Ramos. Em 2010 novamente houve um leilão e Usamaq Comércio de máquinas e Equipamentos obteve os resíduos. Em 2011 houve a venda por processo de cotação para a Bemag Equipamentos Industriais Ltda.

Com relação à frequência, à quantidade e ao tipo de equipamentos descartados, foi realizado um estudo nas documentações da área, para se obter dados referentes aos equipamentos que possuem o maior número de descartes por ano. Através desses foi elaborado o gráfico presente na Figura 4:

Figura 4: Percentual da Geração de REEE's



Fonte: SOUZA(2010).

No gráfico, observou-se que a maior parte do material que é descartado são os monitores, seguidos das CPUs, seguido das impressoras e somente em quarto lugar as placas eletrônicas, parte mais valiosa dos computadores.

Segundo Sr. Pedro Machado, gestor da Central de Descartes, a geração deste tipo de resíduo na empresa tende a aumentar, pois a empresa investe em aparelhos mais modernos a fim de obter operações com mais confiabilidade e segurança, como consequência deste fato a geração de sucata eletrônica será maior.

A empresa já realizou um levantamento em relação ao descarte de resíduos de informática de algumas outras grandes empresas de Joinville, segundo a Empresa Schulz S.A (2011), algumas dessas empresas faziam vendas diretas no mercado paralelo de sucateiros. Visto a divulgação de forma forte quanto à importância de reciclar e co-responsabilidade de passivos, essas empresas em geral vêm a cada dia buscando formas de destinar corretamente o tipo de material. Através das visitas realizadas nas empresas credenciadas para tratar os resíduos de informática, foi possível observar que recebem grandes remessas de grandes empresas de Joinville, pois, citaram durante entrevistas.

5.1.1.2 Condições das instalações

Os computadores são armazenados no setor de descartes e lá permanecem até a realização dos leilões. Os principais equipamentos descartados são: monitores, impressoras, *switches*, celulares, projetores, CPUs contendo: gabinetes, placa-mãe, fontes, memória, painéis e placas eletrônicas, conforme imagens registradas na Figura 5:

Figura 5: Resíduos eletrônicos na empresa





Fonte: SOUZA (2010).

5.1.1.3 Responsabilidade ambiental

O Sistema de Gestão Ambiental da Schulz, certificado pela norma NBR ISO 14.001 desde 2005, representa o comprometimento da empresa com o desenvolvimento sustentável.

As empresas que recolhem os resíduos eletrônicos na Schulz geralmente não possuem certificação por órgãos de terceira parte, pois são pequenas empresas onde os custos são altos para contratar empresa para realizar trabalhos de consultorias com foco em normalização, procedimentos entre outros. Quando cobrado como algo imprescindível por seus clientes então buscam a certificação. O mínimo cobrado destas empresas é a LAO – Licença Ambiental de Operação e a Schulz aplica-lhes um questionário de avaliação para saber se atendem ou não aos pré-requisitos da empresa.

Segundo o Sr. Pedro Machado, a Schulz busca fornecedores que estejam estruturados e atendendo as exigências da norma ISO 14.000, tanto nos aterros industriais quanto nos co-processamentos e/ou outros processos sustentáveis que possam existir.

Na parte específica de eletrônicos pode-se dizer que 99,9% do material é reciclável e possíveis sobras classificadas como resíduo propriamente dito, o fornecedor deve responsabilizar-se pela destinação correta e adequada e enviando certificado de destinação/disposição final.

Ainda segundo Pedro Machado, atualmente a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, lei nº 12.305, ainda não obriga o total rastreamento deste material, mas afirma que nos códigos informados nas licenças concedidas que os fornecedores devem atentar para processo de reciclagem garantindo o reaproveitamento que este tipo de sucata oferece e agrega de valor. Atualmente a grande preocupação da empresa não está na geração de sucatas, seja ferrosa ou não ferrosa, pois, sabe-se que este material é reciclável, mas sim nos demais resíduos que são destinados em aterros. A Schulz tem trabalhado constantemente com

objetivos e metas de redução/eliminação, mas devido a processos de tratamentos com custos elevados tem inviabilizado os projetos.

A empresa possui controle e cadastros do envio desses materiais transparecendo uma preocupação com o descarte de seus resíduos eletrônicos. Apresenta uma organização referente ao acondicionamento e o envio de seus equipamentos. Possui uma central de descartes para todos os resíduos produzidos dentro da empresa.

A Schulz realizou visitas e avaliações das empresas de reciclagem da região, como se pode ver nas fichas de avaliação ambiental presentes no APÊNDICE 1e concluiu que as instalações da Dual ainda pode ser aprimorada, a Reciclatronic possui boas instalações e certificação ambiental, porém cobra pelo seu serviço.

A Schulz S.A optou pelo envio do material para sucateiros, pelo fato de obterem ainda algum lucro e pela falta de informações claras sobre a reciclagem em empresas especializadas neste ramo em Joinville. Outro ponto que pode ser aprimorado está no fato da inviabilização de projetos para a eliminação/redução de resíduos por falta de verba disponível para este fim.

5.1.2 “Empresa de Acessórios Sanitários X”

5.1.2.1 Gestão dos resíduos eletro eletrônicos na empresa

Possui atualmente cerca de 1.400 colaboradores. Não souberam informar o número de usuários de equipamentos de informática, porém em 2010 foram descartados: 20 CPUs, 20 monitores, 10 notebooks e 10 impressoras.

Segundo o funcionário entrevistado, a tendência é o aumento do número de computadores na empresa já que pretendem ampliar o corpo de colaboradores e também pela crescente necessidade dos funcionários de possuir um computador móvel.

Quando o usuário solicita a troca do equipamento ou o mesmo sofre algum dano, a área de informática é notificada e então a área de logística é acionada a fim de transportar o equipamento até o centro de distribuição (CD) da empresa, galpão onde são armazenados todos os utensílios que aguardam a sua distribuição, tanto dentro como para fora da empresa (Figura 6 e Figura 7). Após chegarem ao centro de distribuição retiram a identificação da empresa e a ASPONI recolhe os resíduos. A mesma desmonta os equipamentos e revende a matéria para a Compuciclado situada em Florianópolis. Após algumas visitas a empresa avaliou que a DUAL não era adequada por possuir instalações e mão de obra precária e julgou que a Reciclatronic também não é

adequada devido ao fato de transformarem as peças de computador em matéria-prima e empregarem na construção civil. Acredita que pelo fato de os computadores serem resíduos classe I, esse tipo de procedimento não é apropriado.

Figura 6: Estocagem de teclados e impressoras



Fonte: Acervo próprio.

Figura 7: Estocagem de monitores



Fonte: Acervo próprio.

Após a troca do computador do usuário são retiradas as peças para reaproveitamento em outros computadores da própria empresa. Por esse motivo os computadores obsoletos não são doados.

5.1.2.2 Condições das instalações

Possui instalações corretas para o armazenamento desses equipamentos o CD, um galpão grande, arejado, com piso impermeabilizado. Há estudos para a instalação de uma central de resíduos dentro da instituição.

5.1.2.3 Responsabilidade ambiental

A empresa sente-se co-responsável pela geração de seus resíduos, já efetuou estudos tanto em outras empresas produtoras de resíduos de informática quanto em empresas recicladoras e definiu que a ASPONI seria a empresa recicladora que mais atingia as suas necessidades, pois possui licença ambiental. A “Empresa de Acessórios Sanitários X” só é autorizada a repassar os seus materiais para outras empresas que possuam licença.

As informações quanto ao controle de computadores em uso e descartados na empresa são de difícil acesso mesmo para os funcionários da empresa, dificultando assim o controle da geração de resíduos. A alternativa de gerar cadastros de envio de equipamentos eletro-eletrônicos para os colaboradores e cadastro de envio para a empresa recicladora facilitaria este controle.

5.1.3 UNIVILLE

5.1.3.1 Gestão dos resíduos eletro eletrônicos na empresa

A UNIVILLE possui cerca de 7.000 computadores, sendo que dos 8.224 alunos, 1.750 são usuários frequentes.

São descartados cerca de 20 computadores por mês pela área de TI e encaminhados para o Patrimônio da faculdade, lá são estocados em uma pequena sala, com cerca de 10 m², piso impermeabilizado, juntamente com outros tipos de resíduos, como: cadeiras, caixas de papelão e canos, descartados pela faculdade.

Aplicou-se um questionário, primordialmente encaminhado ao departamento de TI e posteriormente, por falta de informações, encaminhado ao setor de Patrimônio. A conclusão completa do questionário, como pode-se encontrar no APÊNDICE 1 na Figura 25, não foi possível devido a falta de informações dos colaboradores da instituição, contudo foram obtidos dados importantes que serão apresentados a seguir.

A UNIVILLE esta terceirizando sua área de informática, os computadores pertencerão a uma empresa fornecedora do material, quem ficará responsável pela sua manutenção e destinação final.

Atualmente não há um controle efetivo quanto coleta e destinação final desses resíduos nem cadastros quanto às empresas/pessoas que recolhem esses materiais. A atitude de terceirizar os serviços pode ser uma boa alternativa, conferir este cargo para uma empresa especializada em fornecer serviços e equipamentos de informática, porém a faculdade também deverá estar consciente sobre a destinação adequada dos equipamentos obsoletos.

5.1.3.2 Condições das instalações

As instalações para acondicionamento dos resíduos podem ser aprimoradas, como pode-se ver na Figura 11 e Figura 10. Os computadores encontram-se em uma área muito pequena, misturados com outros tipos de resíduos diversos, correndo o risco de misturar os computadores em bom estado de uso e os que já não funcionam. Os

resíduos de informática ficam confinados nesta sala a espera que sejam recolhidos, seja por uma empresa especializada, sucateiros ou pessoas físicas. Atualmente tanto os computadores ainda em bom estado como o que já não funcionam são doados para um coletor que desmancha os equipamentos para posteriormente vendê-los.

5.1.3.3 Responsabilidade ambiental

Antigamente os computadores que ainda estavam em bom estado eram doados para a instituição Elias Moreira, onde eram desmontados e remontados por menores com o objetivo de praticarem uma profissão.

Figura 8: Depósito de resíduos



Fonte: Acervo próprio.

Figura 11: Depósito de resíduos



Fonte: Acervo próprio.

Figura 9: Laboratório de informática da UNIVILLE



Fonte: Acervo próprio.

Figura 10: Depósito de resíduos



Fonte: Acervo próprio.

A gestão dos resíduos dentro da empresa é um ponto que pode ser melhorado. A universidade repassa a responsabilidade da destinação do resíduo para outros setores dentro da instituição. Não estão esclarecidos quanto a toxicidade dos equipamentos e não se sentem corresponsáveis pela destinação de seus computadores, sejam eles em condições de uso ou não. Nota-se que a preocupação maior dos colaboradores da instituição é desfazer-se do conteúdo para haver mais espaço nas instalações.

5.1.4 Colégio Bom Jesus

5.1.4.1 Gestão dos resíduos de informática

A Escola possui cerca de 300 computadores (Figura 12), sendo que por ano são descartados entre 25 e 40 computadores. Valor bastante variável dependendo da requisição por parte da administração. Nos últimos anos os computadores de tubo vêm sendo trocados por telas de LCD, fato que aumenta o consumo e descarte de computadores, porém há uma economia com relação aos gastos energéticos pela parte dos monitores em LCD. A escola no momento não pretende aumentar o número de equipamentos de informática, por isso os rejeitos de informática tendem a manterem-se iguais pelos próximos anos.

Figura 12: Laboratório de informática do Colégio Bom Jesus



Fonte: Acervo próprio.

Quando há algum problema com algum computador o departamento de TI encaminha-o primeiramente ao reparo, no caso deste equipamento não estar mais em condições de uso, eles são armazenados dentro da própria sala de TI, como se pode verificar na Figura 13 e na Figura 14:

Figura 13: Segregação de placas eletrônicas



Fonte: Acervo próprio.

Figura 14: Depósito de monitores



Fonte: Acervo próprio.

Quando há um número razoável de resíduos eletrônicos, o próprio Colégio transporta-os à ASPONI. O Colégio dispõe de uma lista de instituições que realizam a reciclagem de resíduos de informática, porém a ASPONI foi escolhida, devido a sua proximidade à escola e por ter atingido as exigências do departamento de TI. Segundo o Analista de Suporte Jean Rafael, o Colégio não sabe informar se a ASPONI possui algum tipo de certificação ambiental.

Os equipamentos ainda em bom estado de utilização são repassados ou a funcionários, escolas, ou igrejas. O Colégio Bom Jesus preocupa-se em retirar as placas de identificação ao repassarem os computadores ainda utilizáveis no caso de haver uma má disposição por parte do usuário ao qual foi repassado, desta forma o colégio não tem seu nome comprometido.

5.1.4.2 Condições das instalações

O Colégio possui um bom local para disposição dos resíduos, impermeabilizado e longe de intempéries, apesar de uma boa disposição não há uma grande disponibilidade de espaço caso haja uma grande leva de descartes de material, além de prejudicar a circulação dos colaboradores dentro da sala de TI, os computadores descartados encontram-se muito próximos aos computadores ainda em bom estado de funcionamento.

5.1.4.3 Responsabilidade Ambiental

O Colégio Bom Jesus interessa-se pelo assunto e está consciente da co-responsabilidade na geração de resíduos de informática. Segundo Sr. Jean Rafael, esta preocupação com relação à destinação final dos

computadores da escola é tanto por parte da direção como do departamento de Tecnologia da Informação. A instituição transporta os computadores obsoletos dentro dos veículos da própria instituição em direção à ASPONI, onde há o desmanche dos equipamentos.

Um fator que deveria ser mais bem estudado seria a verificação mais minuciosa quanto à existência de uma certificação ambiental e do que é feito com esses equipamentos dentro da empresa recicladora mapeando todo o desmonte do material.

5.1.5 Avaliações das empresas geradoras de resíduo de informática

As empresas geradoras de resíduos de informática foram avaliadas através de uma nota entre -2 e 2, como pode-se analisar na Tabela 5 Onde: -2 é muito ruim, -1 é ruim, 0 é regular, 1 é bom e 2 é muito bom. Esta nota foi baseada nas inspeções visuais como baseado nas respostas aos questionários.

Tabela 5: Avaliação entre as empresas geradoras de resíduos de informática

	<i>Gestão de resíduos na empresa</i>	<i>Condições das instalações</i>	<i>Responsabilidade Ambiental</i>	<i>Total</i>
Schulz S.A	2	1	0	3
“Empresa de Acessórios Sanitários X”	0	2	1	3
UNIVILLE Colégio Bom Jesus	-2	-2	-2	-6
Total	1	1	0	

Nota-se através da tabela que as empresas que mais preocupam-se com a reciclagem de resíduos de informática são a Schulz S.A e a

“Empresa de Acessórios Sanitários X”, seguidas do Colégio Bom Jesus e em quarto lugar a UNIVILLE.

Também através da tabela percebe-se que o item que as pessoas jurídicas mais se preocupam é com a gestão de resíduos e condições de armazenamento de resíduos das instalações, e o item que ainda deve ser aprimorado é a responsabilidade ambiental da instituição.

5.2 EMPRESAS RECICLADORAS DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA

5.2.1 Reciclatronic Tecnologia em Reciclagem LTDA

5.2.1.1 Gestão dos resíduos dentro da empresa

A Reciclatronic cobra das grandes indústrias pelos seus serviços de desmonte, o transporte dos resíduos é negociável de acordo com o valor atribuído ao material. Os serviços para pessoas físicas e jurídicas, sendo esta última restrita a pequenas e médias empresas, não são cobrados. Os valores são muito variáveis sendo difícil estipular um valor fixo por material, e variam de acordo com a cotação do dólar no mercado. Os grandes desafios da empresa no momento são: a reciclagem de *flybacks*, transformadores de série horizontal, encontrados nas placas eletrônicas dos monitores; reciclagem de toners e cartuchos de impressoras, separação do chumbo encapsulado no vidro do monitor e separação dos 11 tipos de plástico existentes no computador, pois um tipo de plástico pode contaminar os outros. A identificação desses plásticos é feita visualmente e por vezes através da chama. Para executarem uma reciclagem mais limpa e tecnológica estão fazendo estudos em parceria com o SENAI de Joinville e Blumenau.

Na Figura 15 pode-se verificar a bancada de desmanche de equipamentos.

Figura 15: Mesa de desmonte de equipamentos



Fonte: Acervo próprio.

Todo material ao chegar à empresa é identificado com o nome da empresa geradora, triado, pesado, desmontado e segregado segundo o material (vidros, plásticos, metais, etc.). Em seguida é elaborado um

relatório para o cliente relatando o processo ao qual o seu resíduo foi submetido. Os fios são moídos, as placas eletrônicas vendidas para Lorene em São Paulo, representado pela CEREEL de Florianópolis, as quais irão ser encaminhadas e recicladas na Alemanha e os plásticos são triturados. Para auxiliar neste processo são utilizados 4 tipos de máquinas: uma mesa vibratória que separa o PVC do cobre, como exemplo os fios de cobre, 2 moinhos sendo um para moagem de fios com mesa vibratória que separa PVC do cobre. Mesmo após a separação o PVC permanece com um percentual de contaminação de 10% de cobre. O outro moinho é utilizado para moer ABS presente nos monitores, uma extrusora granula o plástico e então o plástico pode ser vendido como matéria-prima e não como material reciclado. Um destroçador moe as carcaças de computadores em pedaços menores para que o moinho consiga moê-las adequadamente.

Uma nova tecnologia que separa o vidro do chumbo presente nos monitores está sendo desenvolvida na empresa, porém maiores detalhes não puderam ser revelados por se tratar de segredo industrial.

A empresa está constantemente em estudo de novas tecnologias para a reciclagem da placa eletrônica a qual é atualmente enviada para a Alemanha por falta de tecnologias no Brasil. Cobra por alguns de seus serviços como o recolhimento de materiais em grandes empresas.

5.2.1.2 Instalações

A empresa apresenta um bom ambiente para a realização do trabalho. Sua estrutura física foi planejada para atender aos objetivos propostos. Foi observada a necessidade de alguns ajustes internos quanto à segurança. É adequado distribuir e proteger de forma mais adequada e segura alguns insumos e materiais em geral, por exemplo: os tubos de vidro de monitores expostos no chão e em prateleiras sem proteções para impedimento de quedas.

Apresenta organização interna razoável, alguns equipamentos não estão ainda no seu devido lugar, tornando o processo moroso devido ao deslocamento excessivo desnecessário. Algumas matérias primas como plástico e vidro encontram-se mal localizados no chão do galpão.

5.2.1.3 Responsabilidade ambiental

A empresa possui certificação da FATMA nº 1392042/2010 (Figura 16), sem prazo de validade estipulado. Esta possui um sistema de tratamento de efluentes doméstico (fossa séptica) e não emitem nenhum tipo de efluente com o desmonte e preparação da matéria-prima. Também não é emitido nenhum tipo de elemento tóxico visto que

todos são encapsulados dentro do próprio material. Afirmam que cumprem a rigor as normas ambientais.

Figura 16: Certificações da empresa



Fonte: Acervo próprio.



Fonte: Acervo próprio.

A instituição está estudando uma parceria com a ACIJ (Associação Empresarial de Joinville), um grupo empresarial com o objetivo de fortalecimento das empresas da região, através de um trabalho que visa o desenvolvimento da economia como forma de melhorar a qualidade de vida e o bem-estar da comunidade onde se insere. Há diversos núcleos, entre eles o Núcleo de Gestão Ambiental e o Núcleo de Meio Ambiente, onde a Reciclatronic pretende se inserir. Nesta associação as empresas se reúnem com o objetivo de discutir sobre a situação do mercado e meio ambiente e quais ações podem ser tomadas a fim de aprimorar o seu desempenho. Segundo a proprietária da Reciclatronic, Sra. Deibe Regina da Silva Carvalho, para fazer parte da ACIJ é importante estar de acordo com as normas estabelecidas. É realizada uma assembléia para avaliação da empresa antes do seu ingresso no grupo. Com esta parceria a Reciclatronic conseguiria apresentar-se para os empresários de Joinville de uma maneira mais profissional e interessante.

No momento não possuem nenhuma campanha de recebimento de material, porém estão pesquisando a possibilidade da implantação de postos de coleta dentro de condomínios residenciais. A divulgação dos serviços é feita através de telefone, folder (Figura 17) e internet.

Figura 17: Folder de divulgação da Reciclatronic



Fonte: Acervo próprio.

A Reciclatronic demonstra seriedade apostando no segmento e que poderá contribuir muito com meio ambiente. Cobra para processar o material, emite certificado de processamento de todo resíduo recebido/coletado e caso haja repasse do material, o fornecedor do resíduo também será informado. Não são dados valores a equipamentos ainda em condições de reutilização, neste caso o material após a coleta classifica-se diretamente como resíduo eletrônico.

5.2.2 Instituto Dual De Educação

5.2.2.1 Gestão de resíduos dentro da empresa

Segundo o entrevistado, Sr Marcos Stolf, a DUAL, recebe entre 8 e 10 toneladas de resíduo por mês, estes números tendem a aumentar nos próximos anos. Os maiores doadores de equipamentos eletro-eletrônicos são as pequenas eletrônicas, porém também recebem resíduos de escolas, faculdades, pessoas físicas e diversas instituições públicas como o Fórum de Joinville, Receita Federal, Polícia Federal, entre outros.

Buscando soluções através de empresas instaladas na cidade de Joinville, foi encontrado o Instituto Dual de Educação, que recebe os REEEs (Resíduos Eletro Eletrônicos), realiza a separação e avaliação dos equipamentos. Os que estão em bom estado são doados a instituições carentes, igrejas ou escolas, os que não podem ser reaproveitados são enviados à reciclagem. A empresa tem como foco a

conscientização ambiental e possui um grande diferencial, a entrega 24 horas em um túnel de recebimento (Figura 18 e Figura 19).

Figura 18: Túnel de recebimento de REEEs



Fonte: Acervo próprio.

Figura 19: Posto de recebimento 24h



Fonte: Acervo próprio.

Para os resíduos de pouco valor ou que não podem ser reciclados, como CDs, teclados de computadores, telefones, entre outros, foi criado um projeto chamado Reciclo que significa “reciclagem em um ciclo fechado”, este projeto consiste na transformação de todo e qualquer material que possui reciclagem dificultosa como *mouses*, teclados, equipamentos elétricos, em estruturas como meio fios e palanques (Figura 21e Figura 22). Para que isso seja possível estes materiais passam por um processo de moagem, compactação, molde e fusão. Este projeto visa o reaproveitamento em 100%, onde nenhum material é enviado para aterros sanitários.

Ainda há a existência de outros programas como dos caça-níqueis, programa no qual caça-níqueis apreendidos são enviados para o instituto e há uma readequação do aparelho. O mesmo poderá ser instalado em portais turísticos com a função de expor mapas digitais e os pontos turísticos da cidade. O Instituto Dual pretende conscientizar a população dos impactos causados pelo descarte incorreto. Os programas contam com a colaboração de voluntários como o CDL (Câmara dos Dirigentes Lojistas) a qual realiza um programa de divulgação bastante expressiva, participação do Rotary também com o CDL para arrecadação de pilhas, baterias e celulares, a campanha Reciclo como anteriormente citada que elabora estruturas a partir de resíduos que não podem ser reciclados.

Abaixo pode-se visualizar na Figura 20 o cartaz de uma das campanhas do Instituto:

Figura 20: Cartaz da campanha DDD



Figura 21: Resíduos moído para entrarem no processo de fabricação de palanques



Fonte: Acervo próprio.

Figura 22: Palanques em teste



Fonte: Acervo próprio.

Durante a visita foi constatado que nenhum colaborador fazia uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), segundo NR 06, como luvas estáticas quando das manutenções de placas e circuitos eletrônicos (Figura 23). Para realizar desmanches de equipamentos eletrônicos recomenda-se usar luvas estáticas para evitar possíveis queimas de placas e circuitos, guarda-pó como uniforme padrão, óculos protetor

quando percebe-se possibilidades de danos na visão, isolamento da área de manutenções dos equipamentos.

Figura 23: Desmanche de um equipamento sem EPI



Fonte: Acervo próprio.

O Instituto pede que as empresas colaborem fazendo doações de equipamentos eletro-eletrônicos e digitais de qualquer natureza, a fim de recuperá-los e repassar a entidades e instituições carentes, pois esta é também uma das preocupações do Instituto, porém devido a pouca disponibilidade de espaço e mão de obra aconselha-se que apenas pessoas físicas enviem seus resíduos de informática ao local. Alguns equipamentos são comercializados, ofertas dos próprios interessados em reconhecimento ao trabalho realizado, trazendo desta forma recursos ao Instituto já que sua proposta é de manter-se com recursos próprios.

5.2.2.2 Instalações

É necessária a adequação das instalações e dos serviços prestados (Figura 24). Na visita foi constatada a necessidade de conscientização da equipe a cerca das questões ambientais, a fim de proporcionarem um armazenamento de forma mais organizada em locais apropriados. Recebem também sucatas de madeiras que pessoas físicas e/ou jurídicas deixam ao lado do Instituto, neste caso poderá ter material de classe variada. Recomenda-se segregar e armazenar em área com piso e com contenção por prevenção.

Figura 24: Armazenamento de eletro-eletrônicos



Fonte: Acervo próprio.

5.2.2.3 Responsabilidade ambiental

O instituto possui o Certificado de Conformidade Ambiental CCA nº. 081/2010 expedido pelo FUNDEMA. Os mesmos são triados, pois são recebidos resíduos de todas as espécies. Depois de desmontados são separadas as peças para doação ou venda com a finalidade de realizar a manutenção do local e pagamento dos funcionários.

Ainda segundo o entrevistado, a empresa não emite nenhum tipo de efluente além dos sanitários, visto que o trabalho realizado é a apenas de desmonte. Possui fossa filtro, mas não apresentou controle das limpezas realizadas, não apresentam controle dos resíduos recebidos e destinados. Não realizam o transporte do resíduo, sendo a logística, responsabilidade do doador do resíduo.

Procurada a FUNDEMA da cidade de Joinville do dia 26 de outubro, com o intuito de identificar todas as empresas recicladoras de resíduo eletrônico do município e notificar as suas recomendações, a única informação que foi repassada é que os resíduos de informática fossem encaminhados para o Instituto DUAL.

5.2.3 ASPONI

5.2.3.1 Gestão de resíduos dentro da empresa

A atividade principal da ASPONI é a reciclagem de lâmpadas, sendo este o maior diferencial da empresa, pois é a única corporação de Joinville que presta este tipo de serviço. Atividade na qual as empresas em Joinville adotaram parcialmente, pois a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, só será definitivamente implantada em 2014. Segundo

o Sr. Célio Ornelas, a partir do ano que vem a FUNDEMA passa a fiscalizar as empresas em Joinville, e o que é feito com este tipo de resíduo tecnológico.

Praticamente 100% dos resíduos podem ser recuperados pela empresa. Os únicos que antigamente não podiam eram o plástico das impressoras e do monitor, contudo estes já podem ser triturados e usados na confecção de outros produtos. Segundo o entrevistado a ASPONI não emite nenhum tipo de resíduo tóxico, já que todo resíduo recebido é encaminhado para a destinação final. As lâmpadas possuem em seu interior mercúrio e pó fosfórico, a ASPONI, através da máquina denominada “Papa Lâmpadas”, faz o processo e separa os materiais em filtros especiais e após são separados o mercúrio e o pó fosfórico que há dentro das lâmpadas. Não foi revelado se há medidas de controle ambiental para esta prática.

Ainda segundo o Sr. Célio, os maiores doadores deste tipo de material são as pessoas jurídicas, pois pessoas físicas ainda não têm muita conscientização a respeito da reciclagem, por falta de informação. Falta também a participação dos órgãos municipais e parcerias entre governo, empresas e comunidade, para mais divulgação e arrecadação de produtos reciclados.

5.2.3.2 Instalações

Momentaneamente está alojada nos fundos da residência do proprietário, tornando assim a eficácia, o rendimento do trabalho de desmonte e abrigo correto para os resíduos mais dificultoso.

Devido ao fato de não ter havido uma visita às instalações da empresa e nem acesso às fotos do antigo nem do atual estabelecimento, torna-se complexo fornecer um resultado final a respeito da empresa.

5.2.3.3 Responsabilidade ambiental

A empresa é certificada ambientalmente, busca todos os tipos de resíduo eletrônico, como: pilhas, baterias, celulares, aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos, aparelhos de informática, lâmpadas, entre outros. Separa-os e destina os mesmos ao processo de reciclagem final. Não cobram nenhum valor pelo recebimento, e vendem para o comprador que oferecer melhor preço pago por quilo, sendo que estes devem apresentar certificado de destinação final. A empresa optou por não divulgar os nomes de seus clientes.

5.2.4 Avaliações das empresas coletoras/recicladoras de resíduo de informática

As empresas recicladoras/coletoras de resíduos de informática foram avaliadas através de uma nota avaliada entre -2 e 2. Como pode-se analisar na Tabela 6. Onde: -2 é muito ruim, -1 é ruim, 0 é regular, 1 é bom e 2 é muito bom. Esta nota foi baseada nas inspeções visuais como baseado nas respostas aos questionários.

Tabela 6 Avaliação entre as empresas recicladoras de resíduos.

	<i>Gestão de resíduos na empresa</i>	<i>Condições das instalações</i>	<i>Responsabilidade Ambiental</i>	<i>Total</i>
Reciclatronic Tecnologia em Reciclagem LTDA	2	1	2	5
Instituto Dual	0	-1	2	1
ASPONI	*	*	1	*
Total	2	0	5	

*Não há dados suficientes para avaliar

Nota-se através da tabela que a empresa que mais corresponde às necessidades tanto da população Joinvilense como de grandes empresas em reciclagem de resíduos de informática é a Reciclatronic, seguido pelo Instituto Dual.

Também através da tabela percebe-se que o item que as empresas mais se preocupam é a responsabilidade ambiental, e o item que ainda deve ser aprimorado são as condições de organização da instituição.

Comentários gerais:

Aconselha-se que tanto pessoas jurídicas quanto pessoas físicas encaminhem os resíduos de informática do município de Joinville e região para empresas ambientalmente certificadas, e que emitam um relatório de reciclagem do equipamento.

Pelo fato de o Instituto DUAL não possuir uma grande estrutura para receber grandes volumes de equipamentos e estar atuando temporariamente com a reciclagem de eletro-eletrônicos para futuramente abrigar uma escola profissionalizante metal-mecânica, sugere-se que apenas os PCs, impressoras, telefones, pilhas e baterias pessoais sejam depositados na esteira rolante do estabelecimento. Além disso, o Instituto DUAL promove trabalhos sociais como a doação dos utensílios ainda em boas condições de uso para creches, igrejas, entre outros e incentiva a reintegração social de menores infratores. Já a Reciclatronic possui condições de receber maiores volumes de resíduos pelo fato de possuírem uma estrutura maior e equipamentos mais potentes de processamento de matéria-prima. Estas seriam opções que além de prolongar a vida útil do material, protegem o meio ambiente e promovem a inclusão social.

5.3 PROPOSTAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA EM JOINVILLE

Para uma melhor gestão dos resíduos de informática, sugere-se:

- Melhorar a forma de descarte dos resíduos de informática com: a adequação das instalações da empresa com a geração de um formulário na empresa geradora de resíduo de informática em que o colaborador descreve as características e as condições em que se encontra o equipamento, cadastros do envio desses materiais e não ter o lucro financeiro como o principal motivador para o descarte adequado desses resíduos por parte das grandes geradoras.
- Geração de relatórios por parte da empresa recicladora de resíduo de informática afim de descrever todo o processo em que o resíduo foi submetido e reenviar este relatório para a empresa que gerou o resíduo.
- Aumentar a fiscalização por parte dos órgãos públicos tanto ligado ao descarte dos resíduos como na forma que é feito o desmonte e reciclagem, repassando responsabilidade pós-consumo ao produtor

como forma de incentivar a concepção de equipamentos de informática com matérias primas mais ecológicas e recicláveis.

- Realizar cursos de capacitação para catadores de material reciclável para lidarem com o resíduo de informática sem prejudicar a si mesmos e o meio ambiente.
- Melhorar as condições de segurança dos operários que realizam o desmanche e a intervenção de novas tecnologias com o mesmo fim.
- Desenvolver através de pesquisas a reciclagem da placa eletrônica no Brasil fortalecendo o pólo industrial nacional, gerando mais oportunidades de emprego e preservando os recursos naturais.

6 CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento de um trabalho destinado a estudar as empresas geradoras de resíduos de informática e as empresas que fazem a reciclagem dos mesmos e buscar novas soluções para a destinação final do resíduo de informática em Joinville, aconselha-se que tanto pessoas físicas quanto as grandes indústrias geradoras de resíduos de informática façam um estudo prévio para identificar a empresa recicladora que mais abrange as necessidades da empresa.

Através da pesquisa conheceram-se os danos causados ao ser humano e ao meio ambiente que os resíduos de informática podem ocasionar se não forem bem dispostos. Percebeu-se ainda que existe uma preocupação, ainda pouco significativa, por parte dos geradores desses resíduos com relação ao destino que estes materiais tem após o seu desmanche.

No decorrer do trabalho houve a possibilidade de se identificar e avaliar empresas que descobriram na responsabilidade ambiental um nicho de mercado muito promissor e que contribui para a preservação do planeta como a Reciclatronic, a ASPONI, e o Instituto DUAL. Com a projeção de um crescente desenvolvimento da tecnologia e com a cobrança cada vez mais ativa da Política Nacional dos Resíduos Sólidos a reciclagem de resíduos eletrônicos tende a se tornar uma prática cada vez mais corriqueira.

A Reciclatronic possui boa estrutura e grande potencial de crescimento, é certificada ambientalmente, está atualizada quanto às pesquisas do ramo, mostra-se completamente comprometida e envolvida no assunto a fim de desenvolver suas tecnologias de reciclagem de eletrônicos e desenvolver-se perante o mercado concorrente. A ASPONI possui certificação ambiental, está mais focada na reciclagem de lâmpadas, porém há instituições como no caso do Colégio Bom Jesus e da “Empresa de Acessórios Sanitários X” que optaram pelo envio dos seus materiais à ASPONI após uma visita às antigas instalações. O Instituto DUAL apesar de não comportar grande volume de material, promove a inclusão social e possui programas de reciclagem interessantes como Reciclo e o programa de Caça-Níqueis.

Da compreensão obtida através de conceitos identificaram-se também os motivos de se reciclar e os possíveis caminhos para o reuso de computadores e reaproveitamento e tratamento de seus componentes. O estudo da arte realizado a respeito das formas de reciclagem deste tipo de resíduo apresenta uma nova visão e a evolução das tecnologias

aliadas às práticas sustentáveis a respeito do antigo conceito de reciclagem que se tinha sobre os resíduos convencionais como plástico, papel e vidro. A reciclagem das placas eletrônicas é um processo complexo que apenas em algumas partes do mundo é realizada corretamente como nos Estados Unidos e Alemanha, porém já há estudos para que essa prática possa ser adotada comumente no Brasil. Com esta prática poderemos fortalecer economicamente o setor de reciclagem no Brasil além de incentivar e promover a preservação dos recursos naturais.

As opiniões dos entrevistados a respeito do assunto também é um aspecto interessante de ser analisado. Nota-se que algumas instituições são descomprometidas com a eliminação de seus computadores obsoletos como exemplo da UNIVILLE, outras interessam-se pelo assunto, pretendem fazê-la de forma correta como a “Empresa de Acessórios Sanitários X”, outras aliam as boas práticas ao lucro financeiro como a Schulz S.A. Já no Colégio Bom Jesus destaca-se o empenho de alguns funcionários para que estes resíduos tomem um destino adequado.

Desta forma apresentaram-se novas opções de gestão de resíduos de informática em Joinville. Os resultados apresentados mostram que existem alternativas que podem ser adotadas para uma destinação final correta do mesmo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, B. M. M.; MELO, K. K. P.; AGUIAR, A. V. M.; SILVA, R. M.; MARACAJÁ, P. B. **Resíduos eletroeletrônicos no município de Mossoró-RN**. Revista brasileira de gestão ambiental GVADS – Grupo Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2011.

BEIRIZ, F. A. S. **Gestão Ecológica de Resíduos Eletrônicos – Proposta Conceitual de Modelo de Gestão**. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão)- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**, Senado Federal Subsecretaria de Informações. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em 5 de maio de 2011.

D'ARRUIZ, E. H., CATANEO, P. H. **E-Lixo – Como Diminuir As Consequências Causadas Pelo Lixo Eletrônico, Em Busca De Uma Informática Sustentável**. ETIC - Encontro de iniciação científica, Vol. 5, No 5, 2009.

DREER FILHO, E.; GUIMARÃES, F.S.; SILVA, M.F.; POMBEIRO, O.J. **Lixo eletrônico**. Grupo de Pesquisas em Informática. Bacharelado em Sistemas de Informação, Sociedade Paranaense de Ensino e Informática - Faculdades SPEI, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Mapa Interativo de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/>>. Acesso em: 20 agosto 2011.

GREENPEACE. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/>>. Acesso em 20 de julho de 2011.

HOFFMANN, H.E.. **Recovering precious metals from electronic scrap**. JOM, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/censo2010/>. Acesso em 18 de novembro de 2011.

IDC – Brasil – International Data Corporation, **Estudo da IDC anuncia que foram comercializados cerca de 11 milhões de computadores em 2009**. Disponível em <http://www.idclatin.com/news.asp?ctr=bra&year=2010&id_release=1658>. Acesso em 20 outubro 2011.

IPPUJ- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Joinville. **Dados Municipais**. Disponível em:

<<http://www.ippuj.sc.gov.br/conteudo.php?paginaCodigo=23>> Acesso em: 31 agosto 2011.

LEITE, P. R. ; LAVEZ, N. ; SOUZA, V. M. **Fatores Da Logística Reversa Que Influem No Reaproveitamento Do “Lixo Eletrônico” – Um Estudo no Setor de Informática.** Simpo 1, 2009.

MACOHIN, A. **A Sustentabilidade na informática – Reciclagem e eliminação dos produtos tóxicos.** Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2007.

MATO GROSSO. Lei n. 8.876, de 16 de maio de 2008 **Dispõe sobre a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final do lixo tecnológico no Estado de Mato Grosso, e estabelece outras providências.** Disponível em: <<http://www.al.mt.gov.br/v2008/Raiz%20Estrutura/Leis/admin/ssl/18876.htm>>. Acesso em 10 de junho de 2011.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **IDH.** Disponível em: < <http://www.pnud.org.br/>>. Acesso em 24 de novembro 2011.

PARRA, P.H. E PIRES, S.R.I., **Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores.** Gestão & Produção. vol.10 no.1. São Carlos, 2003.

RECICLATRONIC. Disponível em : <<http://www.reciclatronic.com.br/quemsomos.html> 31/08/11>. Acesso em 31 de agosto 2011.

PALLONE, S. 2008. **Revista eletrônica de jornalismo científico.** Disponível em : <<http://comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379>> Acesso em 18 de novembro de 2011.

RODRIGUES, A.C. **Resíduos de Equipamentos eletro eletrônicos.** Portal da Federação das Indústrias do Estado do Ceará, Ceará. pg. 5.

RON, A., PENEV, K. **Disassembly and recycling of electronic consumer products: an over view.** Tchnovation. Vol. 15. N°6. 1995.

SINDIMEC. **Sindicato Patronal das Indústrias Mecânica de Joinville e Região.** Disponível em : <http://www.sindimec.org.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=34> Acesso em: 31 de agosto de 2011.

SOMMER, Mark. **O lado obscuro do lixo eletrônico.** Disponível em:

<<http://www.tierramerica.net/2005/0402/pgrandesplumas.shtml>>.

Acesso em 26 de outubro de 2011.

SOUZA, E.R. **TI verde: uma proposta para descarte de resíduos tecnológicos no meio industrial.** Trabalho de conclusão de curso (curso superior de tecnologia em redes de computadores) - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Joinville. 2010

VEIT, H. M. **Reciclagem de cobre de sucatas de placas de circuito impresso.** Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005.

XAVIER, L. H.; LUCENA, L. C.; COSTA, M. D. ; XAVIER, V. A. ; CARDOSO, R. S. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: mapeamento da logística reversa de computadores e componentes no Brasil.** REDISA, ABES. Recife, 2010.

APÊNDICE 1

Figura 25: Questionário elaborado no momento da entrevista com os geradores de resíduos de informática

Geradora de Resíduos de Informática

1. Quantos alunos/ funcionários mexem com os computadores?
2. Qual a quantidade de computadores na instituição?
3. Qual quantidade de resíduos de informática descartados por mês/ano?
4. A demanda esperada para os próximos anos tende a aumentar?
5. Qual é o processo que ocorre com os resíduos?
6. Qual a empresa que recolhe esses resíduos?
7. Por que essa empresa foi escolhida?
8. Essa empresa possui algum tipo de certificação ambiental?
9. Vocês sabiam que vocês são co-responsáveis pelos resíduos que vocês geram?
10. Os resíduos são vendidos por quanto?
11. Para qual empresa vocês doam os computadores que ainda funcionam?
12. O que é feito com os resíduos que não puderem ser recuperados?
13. Vocês têm algum gasto com o processo após o fim da vida destes resíduos?
14. Vocês já fizeram algum levantamento do que as outras empresas geradoras desse tipo de resíduo fazem em Joinville?

Fonte: Acervo próprio.

Figura 26: Questionário elaborado no momento da entrevista com os recicladores de resíduos de informática

Recicladoras de Resíduo de Informática

1. Quantos funcionários possuem na empresa?
2. Qual a atual demanda de trabalho (ton /mês)?
3. Qual a demanda esperada para os próximos anos?
4. Qual é o processo que ocorre com os resíduos?
5. Quais os materiais que vocês recebem?
6. Vocês que buscam os materiais ou eles são trazidos até vocês?
7. Quais os valores estabelecidos no recebimento e na venda?
8. É necessária a presença de um engenheiro sanitarista e ambiental, ou um estagiário?
9. O que é feito com os resíduos que não puderem ser recuperados? Qual a quantidade que sobra?
10. Qual é o produto final desse reuso?
11. É emitido algum fluido poluente?
12. Qual o gasto energético do processo?
13. Vocês têm alguma certificação ambiental?
14. Os resíduos na sua maioria são doados ou comprados pela empresa?
15. Tem interesse em uma futura parceria, para receber resíduos?
16. Quais são os elementos mais valiosos para vocês?
17. O que vocês fazem com os elementos que são tóxicos?
18. Quem são seus maiores doadores/ vendedores de resíduos?
19. Tem alguma instituição pública que doa?
20. Vocês têm alguma campanha para recebimento de resíduos?
21. Existe alguma outra empresa em Joinville que faça esse mesmo serviço? Há alguma diferença entre vocês?

Fonte: Acervo próprio.

ANEXOS

Figura 27: Ficha de avaliação da Reciclatronic

<h1>Avaliação Ambiental de Fornecedor e/ou Prestador de Serviços</h1>		
Data (início e finalização da auditoria): 03/03/2011		
DADOS CADASTRAIS DA EMPRESA AUDITORA		
Elaboração: 		
DADOS CADASTRAIS DA EMPRESA AUDITADA		
Produtor ou Serviço Prestador: Recolhimento de sucata eletrônica		
Empresa (razão social e nome fantasia): REICLATRONIC Tecnologia em Reciclagem LTDA		
Endereço (avenida / rua e nº): R. Antonio Jasper galpão 3		
Bairro: Porto Grande	Cidade: Araquari	Estado: SC
CEP: 89245-000	CNPJ: 12.296.267/0001-57	I.E.: 25.620.265-6
Telefone: 47 34384041	E-mail: reciclatronic@reciclatronic.com.br	
Representante da Empresa: Marcos Stolf	Ass:	
Tipo de Auditoria: <input checked="" type="checkbox"/> 1ª Avaliação <input type="checkbox"/> Autoavaliação <input type="checkbox"/> Reavaliação		
CRITÉRIOS PARA APROVAÇÃO DE FORNECEDORES		
Os fornecedores de materiais produtivos e não produtivos, devem estar de acordo com as leis governamentais ambientais e devem manter atualizados os documentos aplicáveis.		
A aprovação dos fornecedores fica condicionada a apresentação dos documentos relacionados acima.		
CÓPIA DE DOCUMENTOS APLICÁVEIS		
<input checked="" type="checkbox"/> Licença Ambiental de Operação	<input type="checkbox"/> Alvará/Registro junto a Prefeitura	
<input checked="" type="checkbox"/> Certificados de cadastro junto ao IBAMA	<input checked="" type="checkbox"/> Outros:	
<small>Ex: Licença do Polício Federal / Estrutura Atualizada de Vistoria de Corpo de Bombeiros, etc.</small>		

Figura 28: Ficha de avaliação ambiental do Instituto DUAL.

<h1>Avaliação Ambiental de Fornecedor e/ou Prestador de Serviços</h1>		
Data (início a finalização da auditoria):		
03/03/2011		
DADOS CADASTRAIS DA EMPRESA AUDITORA		
Elaboração:		
		
DADOS CADASTRAIS DA EMPRESA AUDITADA		
Produtor ou Serviço Prestador:		
Destinação de objetos eletro eletrônicos descartados		
Empresa (razão social e nome fantasia):		
INSTITUTO DUAL D EDUCAÇÃO		
Endereço (avenida / rua e n°):		
Sede: Rua do Príncipe, 330 1º andar sala 105 - centro, Instituto e depósito: Rua Brigada Lopes, 153		
Bairro:	Cidade:	Estado:
Glória	Joinville	SC
CEP:	CNPJ:	I.E.:
89216-680	07.989.375/0002-75	Isento
Telefone:	E-mail:	
47 3029-0090	schulz@terra.com.br	
Representante da Fornecedor:		Área:
Marcos Stolf		Presidente do Conselho de Administração do Instituto DUAL
Tipo de Auditoria:		
<input checked="" type="checkbox"/> 1ª Avaliação <input type="checkbox"/> Autoavaliação <input type="checkbox"/> Reavaliação		
CRITÉRIOS PARA APROVAÇÃO DE FORNECEDORES		
Os fornecedores de materiais produtivos e não produtivos, devem estar de acordo com as leis governamentais ambientais e devem manter atualizados os documentos aplicáveis.		
A aprovação dos fornecedores fica condicionada a apresentação dos documentos solicitados abaixo.		
CÓPIA DE DOCUMENTOS APLICÁVEIS		
<input checked="" type="checkbox"/> Licença Ambiental de Operação <input checked="" type="checkbox"/> Alvará / Registro junto a Prefeitura		
<input type="checkbox"/> Certificado de cadastro junto ao IBAMA <input type="checkbox"/> Outros: _____		
Em: Livro de Registro Federal / Estadual / Alvará de Vistoria do Corpo de Bombeiros, etc.		