

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS**

Gualberto Daniel Prado Perez

**O CICLO SUSTENTÁVEL DO RESÍDUO ELETRÔNICO:
UM ESTUDO DO PROGRAMA DE RECICLAGEM DE
RESÍDUOS TECNOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE**

**Porto Alegre (RS)
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS**

**O CICLO SUSTENTÁVEL DO RESÍDUO ELETRÔNICO:
UM ESTUDO DO PROGRAMA DE RECICLAGEM DE
RESÍDUOS TECNOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Departamento de Ciências Administrativas
da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Administração.**

Orientador: Prof. Luís Felipe Nascimento

Conceito Final:

Aprovado em de.....de.....

Banca examinadora:

Orientador – Prof. Luís Felipe Nascimento

**Porto Alegre
2011**

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos os que alguma maneira colaboraram para o atingimento desta meta. Às pessoas, físicas e jurídicas, que pagam seus impostos e com isso mantêm a universidade pública e de qualidade, como é o caso da nossa UFRGS, pois de outra forma este meu projeto não se efetivaria.

Aos professores da Escola de Administração que se empenham em transmitir além do conhecimento escrito, muito obrigado.

Agradeço especialmente ao meu orientador, professor Luís Felipe Nascimento pela inspiração que gerou sobre o tema ambiental e também responsável pela minha conversão à causa da sustentabilidade.

Ao mestrando Carlos Franz, companheiro de REEEs, pela sua inestimável colaboração com seus comentários e observações.

Aos colegas de curso, que ao longo desta jornada tornaram-se amigos.

Aos meus pais que sentaram as bases de minha educação e esperam há tanto este diploma. À minha irmã Rossanna e minha cunhada Mariana pela ajuda na revisão e tradução.

Em especial à minha esposa Daniela e meus filhos, Tales e Rodrigo, que durante estes cinco anos não só entenderam minha ausência como me deram o apoio indispensável para que este momento seja possível.

Meu muito obrigado.

“mais do que máquinas, precisamos de humanidade”

Charles Chaplin.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Análise de Ciclo de Vida
ABINEE	Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
B2B	Business to Business
BM&F	Bolsa Mercantil & Futuros Bovespa
CDL	Câmara de Dirigentes Lojistas
CRC	Centro de Recondicionamento de Computadores
CESMAR	Centro Social Marista
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CNUMAD	Conferencia das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho do Ministério do Meio Ambiente
DMLU	Departamento de Limpeza Urbana de Porto Alegre
EIA	<i>Electronic Industries Alliance</i>
EICTA	<i>European Information and Communication Technology Association</i>
FEE	Fundação de Economia e Estatística
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
INOVAPOA	Gabinete de Inovação Tecnológica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSS	Instituto Nacional de Seguridade Social
JGPSSI	<i>Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative</i>
LME	<i>London Metal Exchange</i>
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PBB	Bifenilas Polibromadas
PBDE	Éteres Difenílicos Polibromados
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicilio
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PMRS-EE	Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos

PPA	Plano Plurianual
PROCEMPA	Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RoHS	<i>Restriction of Hazardous Substances</i>
SINDILOJAS	Sindicato dos Lojistas do Comércio de Porto Alegre
SMAM	Secretária Municipal do meio Ambiente
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNCED	Comissão Mundial da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
UE	União Européia
WEEE	<i>Waste from Electrical and Electronic Equipment</i>

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos (PMRS-EE), programa criado pela Prefeitura de Porto Alegre para responder à questão do descarte ambientalmente adequado dos resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos. O consumo de eletrônicos cresce rapidamente, assim como também surgem a cada dia novos equipamentos com novas funcionalidades, diminuindo assim a vida útil dos mesmos. Por conterem diversos componentes tóxicos, tais equipamentos geram resíduo perigoso e requerem cuidados especiais no momento do descarte. Buscou-se, portanto verificar os benefícios ambientais e econômicos que resultassem da implementação da logística reversa proporcionada pelo PMRS-EE, bem como a aderência deste à nova Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para este propósito, optou-se pela metodologia de estudo de caso para compreender um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. O estudo indicou o atingimento dos resultados de descarte correto tanto no reaproveitamento dos equipamentos em condições de reuso quanto no retorno à cadeia produtiva dos materiais constitutivos reciclados, dessa forma gerando economia financeira e ambiental.

Palavras chave: Logística Reversa, resíduos sólidos, REEE, lixo eletrônico, reciclagem, responsabilidade compartilhada.

ABSTRACT

This paper aims at analyzing the Municipal Plan for Solid Waste – Electronic Equipment (Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos (PMRS-EE), a program designed by the municipal government in Porto Alegre to respond to the issue of an environmentally correct disposal of electronic equipment residues. Not only has the consume of electronic devices increasingly raised but also new equipment are created every day, diminishing the working life of such devices. Due to the fact that they contain toxic chemicals, these devices are considered hazard residues and require special care at the moment of disposal. Thus, this study examines the environmental and economic benefits that might result of reverse logistics implementation offered by the PMRS-EE, as well as the adherence of this to the new National Policy for Solid Residues in Brazil. In order to do so, the methodology of case study has been used to understand a contemporary phenomenon inside its context. The study indicates an achievement in the results, as to the correct disposal for reuse of devices in conditions to and as to the recycled constituent materials returning to the supply chain, thus preventing the waste of financial and environmental resources.

Key words: reverse logistics, solid waste, WEEE, electronic waste, recycling, shared responsibility.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. JUSTIFICATIVA	13
3. OBJETIVO GERAL	14
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	15
4.2. O CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	17
4.3. A LOGÍSTICA	19
4.4. LOGÍSTICA DIRETA X REVERSA.....	20
4.5. LOGÍSTICA REVERSA	21
4.5.1. Logística Reversa de Pós-venda e de pós-consumo	22
4.6. O MARCO LEGAL DOS RESÍDUOS	24
4.6.1. Classificação de Resíduos.....	30
4.7. O RESÍDUO ELETRÔNICO.....	31
4.8. OS DANOS :	32
4.9. OS BENEFÍCIOS	34
5. METODOLOGIA	37
5.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	37
5.2. SELEÇÃO DOS CASOS	37
5.3. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	38
5.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS DADOS	38
6. ANÁLISE	39
6.1. ANÁLISE DO AMBIENTE	39
6.2. O PLANO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS	41
6.2.1. Fase 1 - Feira de Descarte de Equipamentos Eletrônicos	43
6.2.2. Fase 2 – Programa de Gestão de resíduos Tecnológicos – Coleta, reutilização, reciclagem e destinação final correta:	46
6.2.3. Fase 3 – Pesquisa e desenvolvimento técnico da gestão de resíduos eletroeletrônicos	48
6.3. ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS.....	50
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7.1. DOS RESULTADOS CONSTATADOS:	54
8. REFERÊNCIAS	57
9. ANEXOS	60

1. INTRODUÇÃO

Inicia-se a segunda década do século XXI com a certeza de que é preciso responder ao desafio do Desenvolvimento Sustentável. Isto significa superar as formas de desenvolvimento que herdamos das Revoluções Industriais dos séculos XIX e XX, onde a imagem tradicional do progresso era a de uma fábrica a pleno vapor, lançando fumaça pela chaminé. Naquele modelo, apenas a expansão interessava, e a extração, a produção e o consumo foram o foco do pensamento administrativo.

Nos últimos anos esse modelo de pensamento vem sendo alterado. Os apelos pela preservação do planeta já não são apenas dos “ecologistas” dos anos 70 e, sim, preocupação dos executivos das grandes empresas e dos governos. O Desenvolvimento Sustentável passa a ser considerado um novo paradigma de desenvolvimento que busca integrar crescimento econômico, equidade social e preservação do meio ambiente natural, como elementos interdependentes e de suporte ao desenvolvimento de longo prazo.

Mudou também a noção de ciclo de vida dos produtos, compreendida não mais entre fabricação, distribuição e venda, mas sim desde a extração da matéria prima até o final da utilização e sua destinação adequada. Um produto pode, tanto quanto possível, ser reaproveitado como matéria prima para a fabricação de novos produtos, gerando um processo cíclico que se retroalimenta.

Dentro desta discussão, um grave problema que as sociedades contemporâneas urbanas enfrentam é a produção acelerada do que o senso comum chamou de “lixo eletrônico”. Fruto dos avanços tecnológicos, a popularização dos equipamentos eletrônicos e, em especial, dos computadores pessoais fez com que o crescimento do consumo destes fosse exponencial nas últimas décadas, tornando-se cada vez mais presente no cotidiano das pessoas e incorporando novas funcionalidades. Não há indícios de arrefecimento dessa expansão. Entretanto, as inovações permanentes e a redução do custo de aquisição tornam o tempo de vida útil de um computador cada vez menor.

Na última década, houve uma expansão do consumo de equipamentos de informática nas famílias, o consumo de eletrônicos experimenta números cada vez maiores. Os números de 2010 da Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica

– ABINEE confirmaram o crescimento de 11.3% no faturamento do setor no Brasil, na comparação com o mesmo período de 2009.

O marco global em que se insere este tema é referenciado por uma tomada de consciência a respeito da questão ambiental. Neste sentido, a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu o ano de 2010 como o Ano da Biodiversidade e mais recentemente, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) definiu o ano de 2011 como Ano Internacional das Florestas, com o objetivo de conscientizar a sociedade sobre a preservação para uma vida sustentável no planeta. Segundo o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2010), estima-se que sejam produzidos, em todo o mundo, mais de 50 milhões de toneladas anuais de “*e-waste*”¹.

Frente a essa situação já existente e com a perspectiva de crescimento da produção e consumo questiona-se qual a relação que os consumidores finais possuem com os seus equipamentos. Após a obsolescência de um aparelho eletrônico, o que cotidianamente se faz e o quê deve-se fazer com ele? Qual é o tipo descarte mais frequente? Qual a forma correta de descarte? Quais são as consequências geradas por um descarte inadequado? Quem é o responsável pela destinação final destes resíduos?

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi aprovada em julho e sancionada em agosto de 2010. Após mais de vinte anos de tramitação no Congresso Nacional, a Lei 12.305/10 introduz alguns conceitos novos, como o de *Logística Reversa* e o da *responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos*². Porém a questão sobre o potencial poluidor que os resíduos tecnológicos possuem é tema controverso mesmo após a sanção da Política Nacional de Resíduos Sólidos, e deverá continuar fomentando debates e estudos após a regulamentação de cada um dos aspectos da nova lei. A resposta a essa situação requer a criação de mecanismos que efetivem a materialização desta responsabilidade, possibilitando coordenar esforços de interação entre o conjunto das partes envolvidas - os fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e governos. O foco passa a ser a gestão conjunta desta responsabilidade.

Segundo o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE, 2010), em 2010 apenas 8% dos municípios brasileiros tinham coleta seletiva, ou seja, 443 cidades operaram programas de coleta seletiva de resíduos. A cidade de Porto Alegre é

¹ “e-waste” termo em inglês para denominar o resíduo eletrônico.

² definição nova na jurisdição brasileira, que não encontra precedentes na legislação comercial (BRASIL, 2010).

referência nacional em termos de reciclagem de resíduos sólidos, pois desde o ano de 1990 possui coleta seletiva, que atende atualmente, 100% dos domicílios. Contudo, estima-se que apenas 25% da população porto-alegrense separem os seus resíduos - segundo dados do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), das 1.400 toneladas de lixo produzidas diariamente, apenas 100 toneladas são recolhidas pelos caminhões da coleta seletiva (DMLU, 2009)³.

Em agosto de 2010 a Prefeitura Municipal de Porto Alegre realizou o 2º Seminário do Plano Diretor de Resíduos Sólidos, com o objetivo de construir um instrumento legal normativo que se diagnostica todos os aspectos relacionados a resíduos sólidos, estabelecendo diretrizes, implementando ações e promovendo estratégias futuras na área do gerenciamento de resíduos sólidos. Uma das implementações desse Seminário tornou-se o objeto deste estudo, a Política Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos, que a Prefeitura Municipal de Porto Alegre está desenvolvendo, através do INOVAPOA e do DMLU. Este programa pretende criar canais reversos para os resíduos tecnológicos produzidos na cidade, promovendo a conscientização sobre o descarte correto. Trata-se da aplicação prática dos conceitos de Responsabilidade Compartilhada e Logística Reversa, que envolve o consumidor o comerciante, o distribuidor o produtor e o poder público, bem como os outros setores que participam do processo, no transporte, reciclagem e destinação final dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

³ A Municipalidade tem conseguido implementar campanhas de educação ambiental, com ênfase na separação de resíduos sólidos, em escolas, órgãos públicos, eventos e demais atratores urbanos.

2. JUSTIFICATIVA

Ao escolher a temática relacionada aos Resíduos Eletrônicos procura-se trabalhar uma faceta atual e relevante para a investigação. O presente estudo busca apresentar os conhecimentos referentes ao tema do resíduo eletrônico, sistematizando os pontos principais e focando o instrumento local, que possibilite servir de guia para a divulgação de uma prática cada vez mais necessária: a redução de resíduos eletrônicos descartados incorretamente pela sociedade, mostrando as consequências tóxicas e poluentes decorrentes. Ao definir a questão ambiental como ponto de partida, pretende-se contribuir com a construção de alternativas e práticas com vistas ao Desenvolvimento Sustentável de nosso planeta. Este estudo se faz necessário em virtude de fatores como:

- as constantes inovações tecnológicas;
- a redução do ciclo de vida útil dos produtos;
- o aumento considerável da descartabilidade como parte do cotidiano;
- as novas exigências e restrições legais que vigoram no ambiente organizacional atribuindo mais responsabilidade ao fabricante por aquilo que ele produz e pelo ciclo de vida dos seus produtos;
- a crescente conscientização do consumidor e a preferência crescente por empresas e produtos ambientalmente corretos.

Busca-se verificar se o Plano proposto pela Prefeitura de Porto Alegre é eficaz e eficiente no manejo da gestão ambiental (relacionando o consumo das novas tecnologias e suas repercussões a nível legal, econômico e social), de forma a ser realmente efetivada nas práticas de reciclagem na cidade. Mesmo que a PNRS tome como um de seus princípios o “poluidor-pagador”, que responsabiliza o fabricante, também introduz a definição da responsabilidade compartilhada por todos os outros envolvidos. Por este motivo, optou-se por delimitar o estudo às iniciativas do poder público municipal que se inserem no marco da PNRS, no tocante ao tema dos resíduos eletrônicos e aos planos de gerenciamento e resíduos, indicados conforme o Artigo 21 da Lei (BRASIL, 2010)⁴.

⁴ Acesso por: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm

3. OBJETIVO GERAL

1. Analisar o Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos (PMRS-EE) e sua implementação.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analisar os benefícios e os danos ambientais gerados pela implementação do PMRS-EE.
2. Verificar a aderência, limitantes ou pontos críticos do PMRS-EE em relação às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
3. Analisar o processo de Logística Reversa praticado no retorno dos resíduos e as consequências econômicas possíveis.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo do trabalho abordará cinco temas relacionados aos objetivos propostos. O primeiro tópico trata a questão do desenvolvimento sustentável desde a perspectiva histórica até os debates mais atuais. Os dois temas seguintes tratam do ciclo de vida do produto e da Logística Reversa. O quarto item aborda as diversas legislações acerca da questão do resíduo no Brasil e no exterior e o último trata dos resíduos eletrônicos, sua composição e classificação.

4.1. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Durante a década de 50, a questão ambiental passa a fazer parte das preocupações de cientistas em diversos países. Em 1962 o livro de Raquel Carson, *Primavera Silenciosa*, foi considerado um marco na compreensão das interconexões entre meio ambiente, economia e as questões relativas ao bem-estar social (Nascimento, et al, 2008

Em 1972 Dennis Meadows e os pesquisadores do chamado “Clube de Roma”, influenciados pelo malthusianismo⁵, publicaram o estudo *Limites do Crescimento*, segundo o qual em 100 anos, o planeta atingiria a sua saturação máxima (NETO 2007). No mesmo ano, a ONU realizou a 1ª Conferência Mundial sobre Meio Ambiente chamada de “Conferência de Estocolmo”.

Foram esses os principais debates e reflexões que abriram espaço para o conceito preliminar de Desenvolvimento Sustentável, apresentado pelo Relatório Brundtland, formulado em 1987, durante a Comissão Mundial da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED). Segundo o Relatório Brundtland “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Esse conceito se fundamenta sobre dois pilares:

⁵ Malthusianismo: adjetivo cunhado em alusão à obra de Thomas Malthus, *Ensaio sobre a população*, de 1798 onde concluiu que a população, quando não controlada, tende a aumentar numa progressão geométrica, enquanto que os meios de subsistência cresceriam em proporção aritmética, o que acabaria resultando em escassez de alimentos.

“o conceito de ‘necessidade’, sobretudo as essenciais dos pobres do mundo, que devem receber a máxima prioridade” e “a noção das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõem ao ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras” (LIMA, 2006)

A Convenção sobre Mudança do Clima, assinada durante a realização da CNUMAD (Conferencia das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento) no Rio de Janeiro em 1992 e que entrou em vigor em 1994, tem por objetivo controlar as emissões de gases estufa. Os estados que formam parte dessa Convenção devem, entre outras obrigações, elaborar, atualizar e publicar inventários nacionais e regionais para controlar as emissões antrópicas e mitigar seus efeitos; promover processos de gerenciamento sustentável de elementos da natureza que contribuem para remover ou fixar esses gases; promover a educação e a conscientização pública e estimular a participação de todos para alcançar os objetivos desta Convenção (BARBIERI, 2007). O princípio mais marcante dessa Convenção, porém, está previsto em seu Artigo 3.1, segundo o qual:

“as Partes [signatárias] devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns nas diferenciadas e respectivas capacidades. Em decorrência, as Partes [países desenvolvidos] devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e seus efeitos” (CQNUMC, 2007)

O ponto comum a todas as definições de sustentabilidade está relacionado às dimensões que compõe o termo. A maior parte dos estudos afirma que sustentabilidade é composta de três dimensões inter-relacionadas: econômica, ambiental e social. Desenvolvimento Sustentável passou a ser considerado um novo paradigma de desenvolvimento, que busca integrar crescimento econômico, equidade social e preservação do meio ambiente natural, como elementos interdependentes e de suporte ao desenvolvimento de longo prazo. (NEHME, 2009). Para Holliday (2001), alguns executivos definem sustentabilidade como um “mandato moral”, outros como uma “exigência legal”, e para alguns outros, a sustentabilidade é percebida como um custo inerente ao fato de fazer negócios – um mal necessário para manter a legitimidade e o “direito da empresa funcionar”. O autor afirma que, para outras empresas, a sustentabilidade adquire uma estratégia de diminuição de custos e riscos, aumentando a lucratividade e sua participação no mercado.

Autores como Hedstrom et al (2000) definem sustentabilidade corporativa como uma abordagem capaz de criar prosperidade com horizontes de longo prazo, através da integração de estratégias voltadas para o crescimento econômico mundial. A qualidade ambiental estaria voltada para a preservação do ecossistema e para o aumento da capacidade econômica da população mundial, em busca da qualidade de vida. Percebe-se uma diversidade de enfoques e atitudes traçados pelos gestores organizacionais, conforme influências recebidas em seu meio. Nascimento, Lemos e Mello (2008) afirmam que o conceito de Desenvolvimento Sustentável encontra-se ainda em construção, longe de se obter um consenso.⁶

4.2. O CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O ciclo de vida de um produto consiste em uma “série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final”, de acordo com a definição dada pela nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Devido ao rápido avanço tecnológico e às constantes mudanças nos produtos, os ciclos de vida destes diminuíram principalmente da área de equipamentos eletroeletrônicos e de informática. Grandes empresas de tecnologia lançam produtos hoje tendo em projeto protótipos de novas versões, ou atualizações, quando não são substituídos por outros, inteiramente novos, de acordo com necessidades existentes ou criadas pelo mercado de consumo.

Baseado nisso, Ching (2008) coloca que os produtos eletrônicos estão tornando-se obsoletos rapidamente e sua vida útil diminuiu muito. As empresas seriam obrigadas, pela dinâmica do mercado tecnológico, a inovar sua linha de produtos para que estas permaneçam atualizadas. O mercado tornou-se muito mais competitivo e os clientes, mais exigentes. O aumento da velocidade de descarte dos produtos de utilidade após o seu primeiro uso seria motivado pelo nítido aumento da descartabilidade dos produtos em geral. Porém este descarte não entraria numa logística reversa. Segundo Leite

⁶ Segundo os autores, haveriam outros analistas que diriam que consideram o desenvolvimento como causador de danos socioambientais, abrindo o debate entre desenvolvimento e sustentabilidade.

(2009), não dispor de canais de distribuição reversos de pós-consumo⁷ devidamente estruturados e organizados provocaria desequilíbrios entre as quantidades descartadas e as aproveitadas, gerando um enorme crescimento de produtos de pós-consumo.

Conforme o autor, a dificuldade de disposição do lixo urbano constitui um grave problema ambiental contemporâneo, onde as quantidades de produtos que se transformam rapidamente em “lixo” (nomenclatura usada de maneira imprópria) é crescente. Embalagens descartáveis e produtos de informática geram preocupação “em vista da quantidade e dos custos envolvidos em sua Logística Reversa” (LEITE, 2009). As empresas identificam as questões ambientais como um dos mais importantes fatores de sucesso para a aceitação de produtos nos mercados interno e externo. O dilema da empresa moderna consiste em adaptar-se ao novo sistema, ou correr o risco de perder espaços conquistados, sendo imperativo aplicar princípios de gerenciamento ambiental condizentes com o desenvolvimento sustentável.

A preocupação com o meio ambiente vem alterando profundamente o estilo de administrar. As empresas estão incorporando, em seus processos administrativos e produtivos (metas de produção e vendas), procedimentos para a redução da emissão de efluentes, reciclagem de materiais e análises do Ciclo de Vida dos produtos e seus impactos sobre a natureza. Novos processos e tecnologias permitem uma produção mais limpa, desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos e a utilização racional de recursos de fontes renováveis.

Atualmente, a indústria depende largamente das matérias-primas não renováveis. Como vários dos insumos atuais não estarão mais disponíveis nos próximos 20 ou 30 anos, faz-se necessário identificar alternativas pontuais. Dentro deste contexto, buscando atender às novas necessidades, surge a Análise do Ciclo de Vida como uma metodologia científica que pode ser repetida e confirmada, e que nos possibilita a escolha pelo mínimo impacto ambiental nos processos produtivos. A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo, à disposição do produto final. Essa técnica também é conhecida como análise "do berço ao túmulo". (DE BRITO, 2004)

⁷ Canais de distribuição reversos de bens após o final do ciclo de vida útil, desde a sua coleta até a sua reintegração ao ciclo produtivo como matéria prima secundária.

As informações coletadas na ACV e os resultados de sua análise e interpretações podem ser úteis para tomadas de decisão, na seleção de indicadores ambientais relevantes para avaliação de desempenho de projetos ou reprojeto de produtos ou processos e/ou planejamento estratégico. A ACV encoraja as indústrias a considerarem questões ambientais associadas aos sistemas de produção: insumos, matérias-primas, manufatura, distribuição, uso, disposição, reuso, reciclagem. Também ajudaria a identificar oportunidades de melhoramentos dos aspectos ambientais de uma empresa. Segundo Miguez (2010), prover vida extra aos produtos significa que, para qualquer período de tempo, haverá menos produção, menos resíduos e, quando os resíduos de pós consumo forem perigosos, como é o caso dos produtos eletrônicos, haverá menos substâncias perigosas geradas. Para o planeta, reuso significa que menos matérias-primas serão usadas, menos energia consumida e menos poluição haverá nas três fases do ciclo de vida que são: extração de matérias-primas, fabricação e descarte/reciclagem, na maioria dos casos.

4.3. A LOGÍSTICA

A logística pode ser entendida como uma das mais antigas e inerentes atividades humanas na medida em que sua principal missão é disponibilizar bens e serviços gerados por uma sociedade, nos locais, no tempo, nas quantidades e na qualidade em que são necessários aos utilizadores. Embora muitas vezes seja decisiva em operações militares históricas, sua introdução como atividade empresarial tem sido gradativa ao longo da história empresarial, de uma simples área de estocagem de materiais a uma área estratégica no atual cenário concorrencial.

Para Bowersox e Closs (2001), a logística empresarial inclui todas as atividades relacionadas à movimentação de produtos e à transferência de informações *de, para e entre* os participantes de uma cadeia. Poucas áreas de operação envolvem a complexidade ou abrangem o escopo geográfico característico da logística. Esses dois autores afirmam que a logística envolve a integração de informações, transporte, estoque, armazenamento, manuseios de materiais e embalagens. O que faz a logística contemporânea interessante é o desafio de tornar os resultados combinados da integração interna e externa numa das competências principais da empresa. Os autores

afirmam ainda que o objetivo central da logística é atingir um nível desejado de serviço ao cliente, assim percebido por este, mas a um custo global de operação menor possível.

Segundo o *Reverse Logistics Council* (2007) as principais diferenças entre a logística direta e a Logística Reversa são apresentadas na tabela a seguir.

4.4. LOGÍSTICA DIRETA X REVERSA

Logística direta	Logística Reversa
Previsão relativamente direta	Previsão mais difícil
De um para vários pontos de distribuição	De muitos para um ponto de distribuição
Qualidade do produto uniforme	Qualidade do produto não uniforme
Embalagem do produto uniforme	Embalagem do produto geralmente danificada
Destinação/rota clara	Destinação/rota não é clara
Opções de descarte claras	Descarte não é claro
Preço relativamente uniforme	Preço depende de vários fatores
Importância da velocidade reconhecida	A velocidade, geralmente, não é considerada uma prioridade
Custos de distribuição direta facilmente visíveis	Custos reversos são menos visíveis diretamente
Gerenciamento de inventário consistente	Gerenciamento de inventário não consistente
Ciclo de vida gerenciável	Questões referentes ao ciclo de vida do produto são mais complexas
Negociação direta com as partes envolvidas	Negociações complicadas por diversos fatores
Métodos de marketing bem conhecidos	Marketing complicado por diversos fatores
Visibilidade do processo mais transparente	Visibilidade do processo menos transparente

Fonte: *Reverse Logistics Council*, 2007

Conforme Bowerson et al (2006), já na década de 1980, Ballou, uma de suas obras, fez menção aos canais de distribuição reversos de pós-consumo, referindo-se a eles como uma preocupação de “futuro” para a logística.

4.5. LOGÍSTICA REVERSA

Na relação da definição de Logística Reversa, esta apresenta vários conceitos e ênfases. Estas ênfases seriam baseadas em gerenciamento físico de produtos, no meio ambiente, e na ênfase na visão geral do processo.

Com ênfase no gerenciamento físico de produtos, segundo Krikke (1998) Logística Reversa é a coleta, transporte, armazenamento e processamento de produtos descartados. Já para Fleicshmann et al (1997), seria um processo que engloba as atividades de logística, representando todo o caminho desde produtos usados, descartados pelos usuários, até produtos reutilizáveis pelo mercado. Já para Guide et al (2000), consistiria na tarefa de recuperar produtos descartados, e poderia incluir embalar e enviar materiais e devolvê-los para um ponto central de coleta para reciclagem ou remanufatura (GUIDE et al, 2000). Um processo em que um fabricante aceita sistematicamente o retorno de produtos previamente encaminhado, ou parte deles para reciclar, remanufaturar ou descartar é o conceito de Dowlatshahi (2000) e, com outro foco, Pohlen e Farris (1992) consideram como sendo o movimento de bens do consumidor até o produtor, através de um canal de distribuição.

Com ênfase no meio ambiente, para Kroon (1995) a Logística Reversa se caracteriza pelas habilidades de gerenciamento logístico e atividades envolvidas na redução, no gerenciamento e no descarte de resíduos, perigosos ou não, de embalagens ou produtos. Isto inclui distribuição reversa, que faz com que os produtos e informações fluam no sentido oposto das atividades da logística normal. Para Carter e Ellram (1998), consistiria no processo onde empresas podem se tornar ambientalmente eficientes através da reciclagem, reuso e redução da quantidade de material usado. Segundo Stock (1992), a Logística Reversa seria a expressão utilizada para se referir ao papel da logística na reciclagem, disposição de resíduos e gerenciamento de materiais perigosos. Aumentando essas perspectivas, inclui todas as questões relacionadas com as atividades logísticas para cuidar da redução de fontes, reciclagem, substituição, reuso de materiais e descarte.

Com ênfase na visão geral do processo, outros autores foram estudados visando a sistematização de conceitos. Segundo Rogers & Tibben-Lembke (1998), a Logística Reversa consistiria no processo de planejar, implementar e controlar o fluxo de matérias primas de forma eficaz e com eficiência de custo no inventario do processo, em produtos

terminados e a informação relacionada do ponto de consumo ao ponto de origem no intuito de reagregar valor ou descartar de forma apropriada. Conforme Leite (2009), a Logística Reversa será a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo, inclusive, das informações logísticas correspondentes do retorno de bens pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros. Para De Brito (2004), consistiria no processo de planejamento, implementação e controle de fluxos reversos de matérias primas, estoque em produção, embalagem e bens finalizados, do fabricante ou distribuidor, até o ponto de recuperação ou ponto para o descarte adequado.

4.5.1. Logística Reversa de Pós-venda e de pós-consumo

Há duas grandes áreas de Logística Reversa, a área de pós-venda e a de pós-consumo, que são tratadas de forma independente pela literatura, e diferenciadas pelo estágio ou fase do ciclo da vida útil do produto retornado. Esta diferença se faz necessária, pois através das análises de pós-venda e pós-consumo, diferem o produto logístico, os canais de distribuição reversos que os produtos percorrem os objetivos de negócio e, por fim, as técnicas operacionais utilizadas em cada área de atuação.

A Logística Reversa de pós-venda é área de atuação da logística que se ocupa do equacionamento e operacionalização do fluxo físico e das informações logísticas de bens de pós-vendas em uso ou com pouco uso. Estes retornam aos diferentes estágios das cadeias de distribuição direta por diferentes motivos. O objetivo do negócio desta área da logística empresarial é agregar valor a um produto que é devolvido por razões comerciais, erro no processamento dos pedidos, garantia dada pelo fabricante, defeitos ou falhas de funcionamento, avarias no transporte, etc..

Por outro lado, a Logística Reversa de pós-consumo é a área de atuação da logística que equaciona e operacionaliza o fluxo físico e as informações correspondentes de bens de consumo que são descartados pela sociedade e que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuição reversos específicos.

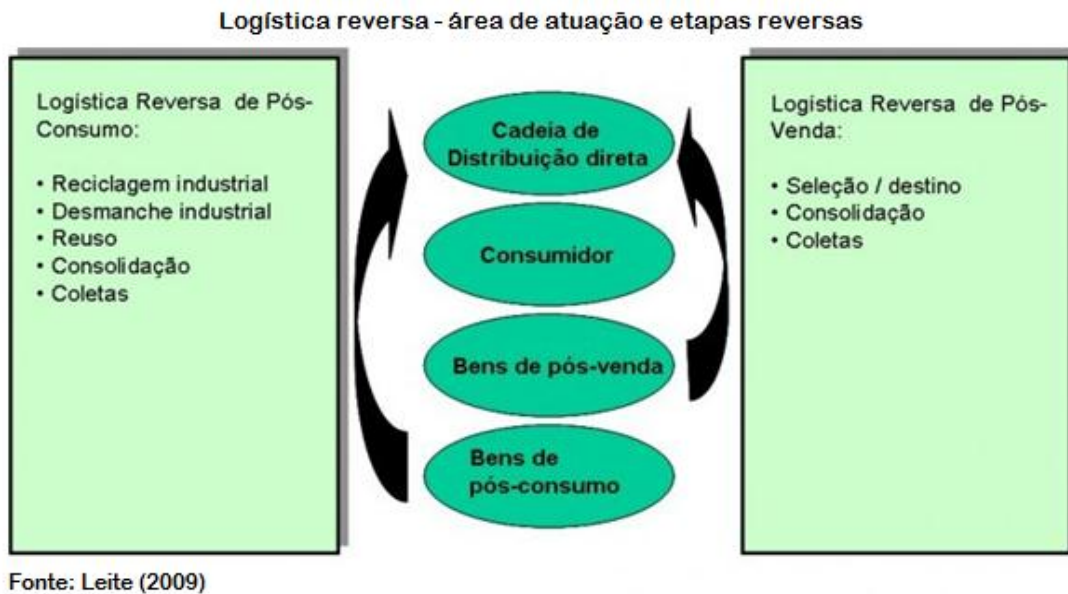
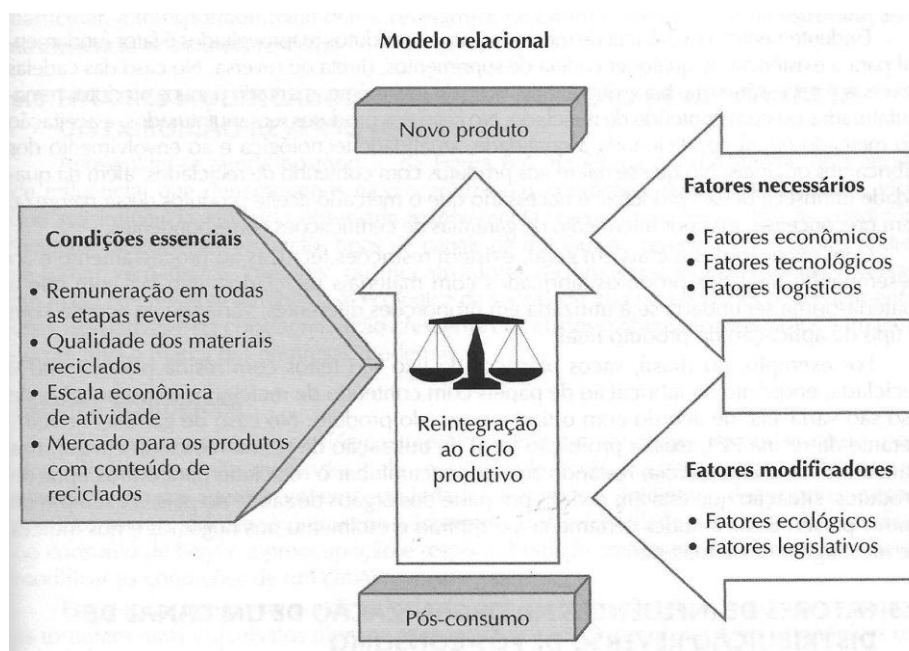


Figura 1 - Logística Reversa: pós-consumo x pós-vendas

Bens de pós-consumo são bens em fim de vida útil ou usados, com possibilidades de reutilização, além dos resíduos industriais em geral. O objetivo de negócio desta área da logística seria agregar valor a um produto logístico, constituído por bens sem interesse de uso do proprietário original (mas que ainda possuam condições de utilização), por produtos descartados no final de sua vida útil e por resíduos industriais.

A organização e a implantação da Logística Reversa dependem, segundo Leite (2009) de condições essenciais, que são:

- Remuneração de todas as etapas;
- Qualidade dos materiais reciclados;
- Escala econômica da atividade;
- Mercado para os produtos com conteúdo de reciclados.



Fonte: Leite (2009)

Figura 2. Fatores necessários e modificadores

Ainda, segundo o autor, para atender as condições apresentadas acima, faz-se necessária a conjugação de influências de alguns dos três fatores necessários à organização de cadeia reversa: fatores econômicos, fatores tecnológicos e fatores logísticos. Em cada cadeia reversa esses fatores vão se apresentar de maneira diversa, seja em intensidade, na predominância de um sobre o outro, ou pelo sentido de atuação, como “motor” ou “restritor” dos fluxos reversos. Recentemente tem-se observado a influência de outros dois fatores que também poderiam ser considerados fatores modificadores: fatores ecológicos e fatores legislativos. Eles atuam com força de reação às condições “naturais” preexistentes, podendo tornar-se “motores” ou incentivadores da organização das cadeias reversas (LEITE 2009). No caso brasileiro, a entrada em vigor da nova PNRS como fator legislativo inicia um novo estágio para o desenvolvimento e ampliação dos mecanismos de Logística Reversa.

4.6. O MARCO LEGAL DOS RESÍDUOS

No Brasil aprovou-se no ano passado a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) na forma da Lei 12.305 de 2010, passando a possuir assim uma legislação uniforme para todos os estados e municípios. Mesmo com uma defasagem temporal em

relação aos países da União Europeia e aos Estados Unidos, dá um marco regulatório para que as empresas possam planejar uma reestruturação de seus processos produtivos e administrativos.

O que regulamentava tais práticas no Brasil até a aprovação da PNRS eram acordos internacionais, como a Convenção de Basileia⁸, resoluções específicas do Ministério do Meio Ambiente e diversas legislações estaduais e municipais, de diferentes localidades. Algumas dessas legislações constituíram referenciais importantes nessa discussão, mas perdiam efetividade pela falta de uniformidade com os estados e municípios vizinhos.

Em 2003 foi criada a Diretiva WEEE (*Waste from Electrical and Electronic Equipment*), abrangendo os países da União Européia (UE), a qual define alvos para a coleta, tratamento, recuperação e reciclagem de produtos eletroeletrônicos. A WEEE foi desenvolvida para reduzir os níveis de resíduos eletroeletrônicos despejados nos aterros e para encorajar a eficiência de recursos por intermédio da reciclagem e do reuso. Segundo Geraghty(2003), a União Europeia estimou em 2003 que o volume de resíduos eletroeletrônicos produzido vinha crescendo entre 3% e 5% ao ano, quase três vezes mais do que o previsto para o lixo doméstico. Este crescimento desigual também pode ser notado em outras regiões do mundo, pois pode ser explicado, em parte, pelo alto número de obsolescência em produtos eletrônicos e o rápido avanço tecnológico, que propiciam aos consumidores a oportunidade de comprarem cada vez mais rapidamente produtos de tecnologia de ponta.

Segundo Goosey (2004) a Diretiva WEEE se baseia no “princípio do poluidor pagador”, que significa que o fabricante de equipamentos eletroeletrônicos deve organizar e financiar a coleta dos lixos eletrônicos do local onde se encontrem, para plantas de tratamento autorizadas. Nestes depósitos para tratamento, o resíduo eletrônico é processado para remoção de itens, como componentes contendo mercúrio, polímeros com bromo (que retardam a combustão), e placas de circuitos impressos que tenham área de superfície maior que 10 cm².

De acordo com a diretiva, o produtor é definido como fabricante, revendedor com marca própria ou importador. Entretanto, distribuidores de equipamentos manufaturados

⁸ A Convenção de Basileia é um acordo que define a organização e o movimento de resíduos sólidos e líquidos perigosos. Ela permite a concessão prévia e explícita de importação e exportação dos resíduos autorizados entre os países de modo a evitar o tráfico ilícito. O Brasil ratificou a convenção em 1993 proibindo a importação e exportação de resíduos perigosos sem consentimento.

de fora da União Europeia também serão afetados pela legislação - não apenas o produtor, mas também o varejista será afetado pela legislação. Quando venderem um novo produto, os varejistas têm a responsabilidade de garantir que o comprador possa retornar o lixo, de forma conveniente e livre de custos.

Outra diretiva, chamada de RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) foi elaborada no âmbito da União Europeia visando reduzir o impacto ambiental dos equipamentos eletroeletrônicos, quando estes alcançam o fim de suas vidas úteis. A diretiva introduz o requerimento da substituição de algumas substâncias, levando em conta os problemas ambientais durante a disposição e reciclagem dos lixos eletrônicos.

A maior preocupação tem sido a substituição do chumbo, que é o principal componente na solda para a montagem de quase todos os bens eletrônicos. Diversos fabricantes estão testando potenciais substitutos para solda, livre de chumbo. Durante os últimos anos, diversas companhias de eletrônicos iniciaram programas para determinar o melhor material para solda na montagem dos produtos. Na Europa, as ligas metálicas preferidas têm sido o estanho, a prata e o cobre, mas como elas têm pontos de fusão de cerca de 30 graus a mais do que as soldas com chumbo, há questões que devem ser desenvolvidas antes de serem implementadas como uma alternativa viável. Além do chumbo, também o cádmio, cromo hexavalente, mercúrio, bifenilas polibromadas (PBB), éteres difenílicos polibromados (PBDE) tem restrições impostas pela diretiva.

Goosey (2004) também indica que, apesar da diretiva RoHS fazer parte da legislação europeia, sua implementação tem ramificações globais, como por exemplo, fabricantes de eletrônicos japoneses que já tomaram a iniciativa de se adequar a esta diretiva.

Nos Estados Unidos, segundo Miguez (2010) existe desde 2005 uma publicação chamada EIA (*Electronic Industries Alliance*), da Aliança da Indústria de Eletrônicos, que é uma declaração para composição de materiais de produtos eletrônicos, divulgada pela primeira vez em abril de 2005. A indústria de equipamentos eletroeletrônicos rastreia e descobre informações específicas sobre a composição de materiais de seus produtos, de acordo com exigências legais e de mercado. Esta indústria precisa coletar informações a respeito da composição dos produtos e sub-partes que são comprados dos fornecedores para incorporá-los em seus produtos finais. Isto afeta toda a cadeia de suprimentos global.

Para obter os dados de composição de materiais, muitos fabricantes desenvolveram questionários de declaração de material (também conhecidos como *green*

procurement surveys ou *supply chain questionnaires*), que requerem que os fornecedores “abram” certas informações sobre produtos e sub-partes que vendem. Estes questionários, geralmente, partem de uma lista de materiais e substâncias banidas ou restritas, que os fornecedores têm de certificar que não estão presentes nos produtos e sub-partes. Somando-se a isso, também uma lista de materiais e substâncias que precisam ser identificadas quando presentes. Em função da diversidade de informações requeridas e os diferentes formatos, é difícil aos fornecedores gerenciarem os pedidos de declaração de material.

Reconhecendo os desafios que a indústria mundial de equipamentos eletroeletrônicos enfrenta pela diversidade de pedidos de composição de materiais, o grupo de trabalho composto de representantes da EICTA (*European Information and Communication Technology Association*), EIA (*Electronic Industries Alliance*) e JGPSSI (*Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative*) desenvolveram um Guia de declaração de composição de material. Este guia se aplica a produtos e sub-partes que são fornecidas para os fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos para incorporação nos seus produtos e suas restrições. Apesar de não se aplicar a materiais de embalagem, cobre materiais e substâncias que podem estar presentes no produto fornecido. Tampouco se aplica a processos químicos, a menos que o processo químico constitua parte do produto acabado ou sub-parte deste. Aplica-se a transações *Business to Business* (B2B), mas não tem como propósito ser usado pelo público, em geral, na hora de fazer decisões de compras.

A proposição deste guia é estabelecer os materiais e substâncias que devem ser “abertos” pelos fornecedores, quando estiverem presentes nos produtos ou sub-partes que serão incorporados nos equipamentos eletroeletrônicos. Isto beneficia os fornecedores e seus clientes comerciais ao prover consistência e eficiência ao processo de declaração de materiais. Também promove o desenvolvimento de uma troca consistente de dados, formatos e ferramentas que irão facilitar e aperfeiçoar a transferência de dados ao longo de toda a cadeia de suprimentos global. O guia fornece tabelas com vários materiais e substâncias além da descrição do produto (o material ou substância que se fará presente no produto final, especificando característica, aparência ou qualidade) ou seus limites permitidos.

No Brasil a PNRS foi sancionada em agosto de 2010 e define diretrizes relativas à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, incluindo os perigosos, assim como das responsabilidades dos geradores e do poder público. Nos seus objetivos consta a não

geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada. Determina a responsabilidade dos Municípios e Distrito Federal pela gestão dos resíduos sólidos gerados em seus territórios. Prevê destinação de recursos da União para elaborarem Planos de gestão Integrada de Resíduos Sólidos, onde deverão mapear a situação dos resíduos sólidos, identificar locais para disposição final adequada, elaborar indicadores e desenvolver políticas para tratamento dos resíduos sólidos. A política define que compete ao gerador do resíduo sólido acondicionar, disponibilizar para coleta, dar tratamento e disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos. Mesmo que o gerador contrate outra empresa para realizar os serviços, ele permanece responsável perante os processos.

A Logística Reversa encontra na redação da PNRS o objetivo de promover ações para garantir que o fluxo de resíduos sólidos seja direcionado para a sua própria cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas (de outros geradores). Além disto, a Logística Reversa deve reduzir a poluição e desperdício de materiais, incentivar a utilização de insumos que não degradem o meio ambiente e desenvolver estratégias de sustentabilidade, que unam os interesses econômicos, ambientais, sociais, culturais e políticos, assim como o aumento do percentual de reciclagem no Brasil. A lei definiu que na Logística Reversa todos os integrantes do processo - fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e os cidadãos - têm responsabilidade compartilhada na correta destinação do bem eletrônico. A ideia central é que a vida útil do produto não termina após ser consumido, mas volta ao ciclo para reaproveitamento, ou para uma destinação ambientalmente adequada. A definição da Lei sobre Logística Reversa é dada pelo artigo 3º, no capítulo II, das definições:

XII - Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimento e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para aproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada(BRASIL, 2010).

No seu artigo 33º a Lei preconiza quais são os seis setores que ficam obrigados a implantar sistemas de Logística Reversa, entre os quais o segmento de produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de Logística Reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de

gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes. (BRASIL, 2010).

A PNRS trás um novo conceito jurídico que é o da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, conceito esse que não encontra precedentes na legislação comercial. Explicitando que as diversas partes envolvidas, desde o processo de fabricação até o consumidor final são responsáveis pela destinação ambientalmente adequada dos resíduos. Essa responsabilidade é definida pela lei, no seu artigo 3º, da seguinte forma:

XVII - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (BRASIL, 2010).

Sobre a questão da responsabilidade pela geração de resíduos a legislação brasileira assemelha-se da Diretiva WEEE. Enquanto a diretiva europeia baseia-se centralmente no princípio do poluidor-pagador, a PNRS combina no seu 2º princípio o poluidor-pagador e o protetor-recebedor, mas centraliza na Responsabilidade Compartilhada a concretização de tais efeitos. O princípio do poluidor-pagador também está posto de maneira implícita na Constituição Federal, art. 170, IV e explícito na Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992)⁹ no princípio 16:

Princípio 16

Tendo em vista que o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo decorrente da poluição, as autoridades nacionais devem procurar promover a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, levando na devida conta o interesse público, sem distorcer o comércio e os investimentos internacionais.

(Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992)

⁹ A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, reuniu-se no Rio de Janeiro de 3 a 14 de junho de 1992. Conhecida no Brasil como a Cúpula da Terra.

A Regulamentação da Lei 12.305/2010, dada pelo Decreto 7404/2010 define em seu artigo 5º, no paragrafo único, que a responsabilidade compartilhada será implementada de forma individualizada e encadeada. E no artigo 6º, no caput, determina que os consumidores são obrigados a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e a disponibilizar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para a coleta ou devolução, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou quando instituídos sistemas de Logística Reversa.

No artigo 8º a Lei estipula quais são os instrumentos pelos quais se dará a aplicação da PNRS, e cita entre outros:

I - os planos de resíduos sólidos;

II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;

III - a coleta seletiva, os sistemas de Logística Reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;

VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - a pesquisa científica e tecnológica;

VIII - a educação ambiental; (BRASIL,2010)

Destes cabe destacar o inciso III que trata dos sistemas de Logística Reversa como instrumento da implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Também nos incisos VI da cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas e em especial o inciso VIII que aborda a educação ambiental como um instrumento importante da Lei.

4.6.1. Classificação de Resíduos

A NBR 10.004/04 da ABNT dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente.

Conforme esta Norma, resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos são classificados, de acordo com a NBR 10.004/04, como: Resíduos Classe I – Perigosos, Resíduos Classe II – Não Perigosos, Resíduos Classe II A – Não Inertes e Resíduos Classe II B – Inertes. Os REEE estão classificados como Classe I – Perigosos.

Os Resíduos Classe I – Perigosos são aqueles que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Definido como substância que pode liberar oxigênio ou ser um gás comprimido inflamável. É nesta classificação que estão enquadrados os resíduos eletroeletrônicos.

4.7. O RESÍDUO ELETRÔNICO

Segundo Widmer *et al.*(2005), Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) ou Lixo Eletrônico, é um termo genérico que abrange as diversas formas de equipamentos eletroeletrônicos que tenham deixado de ter qualquer valor para seus proprietários, ou um tipo de resíduo gerado por um aparelho eletroeletrônico quebrado ou de utilização indesejada. A denominação de “resíduo” é a mais correta a ser utilizada, já que grande parte do material descartado poderia retornar à cadeia produtiva através de processos de Logística Reversa. Resíduo e Lixo seriam termos bem distintos. No primeiro termo, existe a compreensão de que aquele material tem algum “valor” e pode ser reciclado, reusado ou reaproveitado, já no segundo termo elimina-se tal compreensão, pois são consideradas substâncias que foram utilizadas. Consideram-se REEE os equipamentos elétricos e/ ou eletrônicos que estejam em desuso e submetidos

ao descarte, incluindo todas as partes e peças e subconjuntos necessários para seu pleno funcionamento. Pode-se analisar a destinação final dos REEE sob duas perspectivas: a primeira perspectiva, dos danos ao meio ambiente e à saúde humana quando não é dada uma destinação final ambientalmente adequada e a segunda perspectiva sob a ótica dos ganhos econômicos e ambientais nos casos em que existe o tratamento correto.

4.8. OS DANOS :

Quando os resíduos eletrônicos são considerados lixo comum e encaminhados a lixões, constituem um sério risco ao meio ambiente por conterem metais pesados altamente tóxicos, como o mercúrio, cádmio e chumbo. Os danos causados por esses componentes podem ser muitos. Em contato com o solo, estes podem contaminar o lençol freático e, quando queimados, poluem o ar. Também são um grave risco à saúde, pois acumulam-se no corpo, causando doenças como o câncer. O chumbo, material usado nas soldas dos componentes, afeta o sistema nervoso e sanguíneo; o mercúrio causa danos cerebrais e ao sistema hepático; o cádmio causa envenenamento, danos ósseos, nos rins e sistema respiratório.

O Quadro 2, a seguir, apresenta informações sobre algumas das substâncias que podem ser encontradas nos Equipamentos eletroeletrônicos e seus prejuízos à saúde. (informações extraídas do Relatório de Estudos de apresentação das propostas das Diretivas 2002/96/CE e 2002/95/CE pela Comissão das Comunidades Europeias em 13/06/2000 ao Parlamento Europeu) mostra com propriedade qual é o foco do problema que pode ser gerado pelo descarte inadequado dos REEE.

SUBSTÂNCIA	UTILIZADA EM	PREJUÍZOS AOS SERES VIVOS
CHUMBO	Soldagem de placas de circuitos impressos, o vidro dos tubos de raios catódicos, a solda e o vidro das lâmpadas elétricas e fluorescentes.	Danos nos sistemas nervosos central e periféricos dos seres humanos. Foram também observados efeitos no sistema endócrino. Além disso, o chumbo pode ter efeitos negativos no sistema circulatório e nos rins.
MERCÚRIO	Termostatos, sensores, relês e	O mercúrio inorgânico disperso

	interruptores (exemplo: placas de circuitos impressos e em equipamentos de medição e lâmpadas de descarga) equipamentos médicos, transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares. Só na União Europeia são utilizadas 300 toneladas de mercúrio em sensores de presença. Estima-se que 22% do mercúrio consumido anualmente seja utilizados em equipamentos elétricos e eletrônicos.	na água é transformado em metilmercúrio nos sedimentos depositados no fundo. O metilmercúrio acumula-se facilmente nos organismo vivos e concentra-se através da cadeia alimentar pela via dos peixes. O metilmercúrio provoca efeitos crônicos e causa danos no cérebro.
CÁDMIO	Em placas de circuitos impressos, o cádmio está presente em determinados componentes, como chips SMD, semicondutores e detetores de infravermelhos. Os tubos de raios catódicos mais antigos contêm cádmio. Além disso, o cádmio tem sido utilizado como estabilizador em PVC.	Os compostos de cádmio são classificados como tóxicos e com risco de efeitos irreversíveis à saúde humana. O cádmio e os compostos de cádmio acumulam-se no corpo humano, especialmente nos rins, podendo vir a deteriorá-los, com o tempo. O cádmio é absorvido por meio da respiração, mas também pode ser ingerido nos alimentos. Em caso de exposição prolongada, o cloreto de cádmio pode causar câncer e apresenta um risco de efeitos cumulativos no ambiente devido à sua toxicidade aguda e crônica.
PBB e PBDE retardadores de chama bromados - PBB e os éteres difenílicos polibromados - PBDE	Regularmente incorporados em produtos eletrônicos em produtos, como forma de assegurar uma proteção anti chamas, o que constitui a principal utilização faz-se sobretudo em quatro aplicações: placa de circuitos impressos, componentes como conectores, coberturas de plástico e cabos. Os 5-BDE, 8-BDE e 10 -BDE são principalmente usados nas placas de circuitos impressos, nas coberturas de plástico dos televisores, componentes (como os conectores) e nos eletrodomésticos de cozinha. Sua liberação para o ambiente se dá no processo de reciclagem dos plásticos componentes dos equipamentos.	São desreguladores endócrinos. Uma vez libertados no ambiente, os PBB podem atingir a cadeia alimentar, onde se concentram. Foram detectados PBB em peixes de várias regiões. A ingestão de peixe é um meio de transferência de PBB para os mamíferos e as aves. Não foi registrada qualquer assimilação nem degradação dos PBB pelas plantas.

Quadro 2. Relatório de Estudos de apresentação das propostas das Diretivas 2002/96/CE e 2002/95/CE pela Comissão das Comunidades Europeias em 13/06/2000 ao Parlamento Europeu.

Fonte: Commission of the European Communities (2000)

Verificam-se efeitos ambientais negativos durante a deposição destes resíduos em aterro. Verifica-se potencialmente a lixiviação¹⁰ dos poluentes supramencionados eliminados com os resíduos urbanos em condições de entrada de água da chuva, bem como de vários processos químicos e físicos. Seria possível minimizar os impactos significativos se os REEE fossem depositados em aterros controlados que respeitassem normas técnicas ambientalmente corretas.

A coleta e o tratamento de lixiviados de aterros controlados que respeitam normas técnicas corretas do ponto de vista ambiental, não eliminam completamente a exposição a esta substância nem resolvem todos os problemas. Os aterros mais aperfeiçoados dispõem de sistemas de coleta de lixiviados e de selagem de fundo. Nestes casos, os lixiviados são recolhidos e enviados 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.

Os impactos ambientais são consideravelmente maiores quando os REEE são depositados em aterros não controlados, pois os lixiviados contaminados penetram diretamente no solo e nas águas subterrâneas e superficiais. Os lixiviados contendo os poluentes supramencionados provenientes de aterros não controlados poderão futuramente, contaminar as águas a um nível tal que a sua utilização como água potável seja impossível.

4.9. OS BENEFÍCIOS

O principal objetivo de um canal reverso de reciclagem é reintegrar os materiais constituintes dos bens como substitutos de matérias-primas primárias ou na fabricação de outros produtos. A substituição de matérias-primas virgens por recicladas permite, além da economia obtida pelo diferencial dos preços entre elas, a obtenção de uma série de outras economias. Segundo Leite (2009) estas economias seriam: 1) A economia na

¹⁰ É o processo de extração de uma substância presente em componentes sólidos através da sua dissolução num líquido. É um termo utilizado em vários campos da ciência, tal como a geologia, ciências do solo, metalurgia e química. Lixiviados são também chamados de chorume ou percolado.

quantidade de energia elétrica, energia térmica e outras modalidades de energia utilizadas na fabricação. 2) Economia de componentes que entram na composição da matéria-prima virgem. 3) Economias obtidas pela diferença entre os investimentos em fábricas de matérias-primas primárias e de matérias-primas recicladas.

No caso dos REEEs é considerável o valor que pode ser obtido com o reaproveitamento dos componentes. Plásticos, vidros, alumínio e metais valiosos estão entre esses materiais, calcula-se que 94% sejam recicláveis.

De que é feito o computador	Plástico	Metais	Dispositivos eletrônicos	Borracha	Outros	Total de materiais recuperáveis
(Em relação ao peso total)	40%	37%	5%	1%	17%	94%
Fonte: Geodis Logistics						

Tabela 1 – Componentes de um computador

Nas placas de circuitos impressos estão os metais valiosos estão o ouro, a prata, o cobre, a platina e o paládio o que torna muito atrativa a mineração nos resíduos eletrônicos. Na tabela verifica-se a diversidade de materiais, o que evidencia o quanto é relevante simplificar o desmonte e separação destes componentes.

Material	% Em relação ao peso total	% Reciclável	Localização
Alumínio	14,1723	80	Estrutura/Conexões
Bário	0,0315	00	Válvula Eletrônica
Berílio	0,0157	00	Condutor térmico, conectores
Cádmio	0,0094	00	Bateria, chip, semicondutor, estabilizador
Chumbo	6,298	05	Circuitos integrados, Soldas, baterias
Cobalto	0,0157	85	Estrutura
Cobre	6,9287	90	Condutivo
Cromo	0,0063	00	Decoração, proteção contra corrosão
Estanho	1,0078	70	Circuitos integrados
Ferro	20,4712	80	Estrutura e encaixes
Gálio	0,0013	00	Semicondutor
Germânio	0,0016	00	Semicondutor
Índio	0,0016	60	Transistor, retificador
Manganês	0,0315	00	Estrutura e encaixes
Mercúrio	0,0022	00	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores
Níquel	0,8503	80	Estrutura e encaixes
Ouro	0,0016	98	Conexões, condutivo
Prata	0,0189	98	Condutivo
Sílica	24,8803	00	Vidro
Tântalo	0,0157	00	Condensador

Titânio	0,0157	00	Pigmentos
Vanádio	0,0002	00	Emissor de fósforo vermelho
Zinco	2,2046	60	Bateria

Fonte: MCC Microelectronics and Computer Technology Corporations (2007)

Tabela 2. Composição de um Computador Pessoal

Cabe ressaltar que esta tabela é datada de 2007, descrevendo especificamente um modelo de computador pessoal do tipo desktop, salientando que atualmente a fabricação de notebooks envolve quantidade maior de metais nobres em proporção ao peso total do equipamento.

5. METODOLOGIA

5.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia definida como estratégia de pesquisa para este trabalho parte de uma investigação bibliográfica, que subsidia a análise de um estudo de caso, buscando compreender o processo complexo do Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos (PMRS-EE), que se dá em um ambiente em transformação, no tempo presente. Conforme YIN (2001, p.32), um estudo de caso seria uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

O estudo de caso tem por foco o Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos (PMRS-EE), programa atualmente em fase de implantação. Busca observar e analisar os processos constitutivos deste referencial e como este se implementa em Porto Alegre, colocando-se como a opção mais indicada para a investigação.

5.2. SELEÇÃO DOS CASOS

De acordo com os objetivos do trabalho, percebe-se a necessidade de verificar a intersecção das atividades com o novo regramento legal, ou seja, da adequação efetiva ou planejada à legislação recentemente aprovada. Neste sentido, o público-alvo preferencial são os agentes da Prefeitura de Porto Alegre que participam diretamente da formulação e da implementação das ações públicas que interagem com o Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos, particularmente do Gabinete de Inovação Tecnológica (INOVAPOA).

5.3. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A etapa de levantamento de dados foi realizada da seguinte forma:

- Análise bibliográfica e documental, coletando literatura especializada bem como documentos constitutivos dos programas estudados (cedidos diretamente a este autor ou postados publicamente na internet).

- Observação direta do autor na Feira de Descarte de Equipamentos de Informática no dia 04 de dezembro de 2010 no estacionamento da Usina do Gasômetro em Porto Alegre.

- Elaboração de questionários semiestruturados (vide anexo), servindo de roteiro para entrevistas abertas, realizada com o Gestor do projeto que deu origem ao Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos do Gabinete de Inovação Tecnológica (INOVAPOA).

- Pesquisa de valores de matérias primas nos órgãos centrais de transações financeiras como a BM&FBovespa e a Bolsa de Londres (*LME - London Metal Exchange*).

5.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS DADOS

A partir da coleta de dados são realizadas as análises e comparações às proposições iniciais do estudo, visando confirmação dos pressupostos teóricos trabalhados. Também busca-se verificar possíveis variações em componentes ou na definição do plano em estudo, visto que ele próprio preconiza estar alinhado com o conceito de melhoria constante. As análises foram baseadas em pressupostos tais como as normas nacionais e internacionais de descarte dos REEEs, definindo como recorte metodológico os efeitos do descarte adequado e do inadequado. Com o cruzamento de informações referentes à composição dos REEES e o valor de mercado dos componentes buscou-se aferir métrica em valores monetários de ganhos com a destinação adequada destes.

6. ANÁLISE

O capítulo de análise está estruturado em três partes, a primeira diz respeito ao ambiente em que se dá o estudo com dados sobre o consumo dos equipamentos eletrônicos e a cidade de Porto Alegre que é onde efetivamente se dá a implementação do Plano. Na segunda parte subsecciona-se as três fases distintivas da implementação: a fase 1 da Feira de Descarte de Equipamentos Eletrônicos; a fase 2 do Programa de Gestão de Resíduos Tecnológicos e a fase 3 de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) técnico da gestão de resíduos eletrônicos. Na terceira parte demonstra-se a execução do cruzamento de dados pertinentes ao caso para quantificação dos resultados.

6.1. ANÁLISE DO AMBIENTE

O consumo das famílias vem crescendo nos últimos anos, em proporção muito superior ao crescimento populacional, devido ao aumento de renda experimentada pelas classes C, D e E na última década. Neste contexto o consumo de eletrônicos experimenta números cada vez maiores. Na última década, houve uma expansão do consumo de equipamentos de informática nas famílias, o consumo de eletrônicos experimenta números cada vez maiores. Os números de 2010 da Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE confirmaram o crescimento de 11.3% no faturamento do setor no Brasil, na comparação com o mesmo período de 2009.

O crescimento dos equipamentos de informática concentrou-se nos computadores de pequeno porte e notebooks. O mercado de desktops em 2010 foi de 6,8 milhões de unidades, enquanto que o mercado de notebooks ultrapassa pela primeira vez a produção dos desktops, atingindo 7,1 milhões de unidades, 38% acima do ano anterior. O montante total de vendas de computadores pessoais (PCs) foi de 14 milhões de unidades, destas 10,5 milhões foram produzidos por empresas formais, com crescimento de 25% em relação ao ano anterior. A participação do mercado não oficial de PCs, chamado de mercado cinza, foi de 3,5 milhões de unidades. Em 2010, a participação da indústria legal no mercado de PC atingiu 75%, nível superior ao observado em 2009, de 70%. Conforme verifica-se na tabela 3, abaixo.

Brasil - Mercado de PCs (em milhares de unidades)								
VENDAS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (1)
MERCADO TOTAL DE PCs	3.200	4.074	5.635	8.225	9.983	12.000	12.000	14.000
DESKTOPS	n.d.	3.880	5.322	7.550	8.071	7.700	6.850	6.850
NOTEBOOKS E NETBOOKS	n.d.	194	313	675	1.912	4.300	5.150	7.150
MERCADO OFICIAL DE PCs	960	1.100	2.135	4.380	6.486	7.920	8.425	10.585
DESKTOPS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.220	5.000	4.580	4.725
NOTEBOOKS E NETBOOKS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.266	2.929	3.845	5.860
MERCADO NÃO OFICIAL DE PCs	2.240	2.974	3.500	3.845	3.497	4.080	3.575	3.415
DESKTOPS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.851	2.700	2.270	2.125
NOTEBOOKS E NETBOOKS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	646	1.380	1.305	1.290

n.d. = não disponível
(1) dados preliminares

Fonte: ABINEE 2011

Tabela 3: Vendas de PCs no Brasil

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos dados referentes à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD), no ano de 2008 o Brasil chegou a 17,95 milhões de domicílios com ao menos um micro-computador, o que representa 31,2% do total. E 13,7 milhões com acesso à Internet, que corresponde a 23,8%.

A cidade de Porto Alegre possui uma população de 1.409.351 habitantes, segundo o censo de 2010 do IBGE, distribuídos em uma área total de 496, 8 Km² e uma área urbana de 326 Km², com abastecimento de água, energia elétrica e recolhimento de lixo na totalidade das residências. Segundo a Fundação de Economia e Estatística (FEE), a renda per capita está em 25.713 dólares anuais e possui um Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE)¹¹ de 0,837.

Porto Alegre é referência nacional em termos de reciclagem de resíduos sólidos, pois desde o ano de 1990 possui coleta seletiva que atende, atualmente, 100% dos domicílios. Contudo, estima-se que apenas 25% da população porto-alegrense separe os seus resíduos - segundo dados do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), das 1.400 toneladas de lixo produzidas diariamente, apenas 100 toneladas são recolhidas pelos caminhões da coleta seletiva (DMLU, 2009)¹².

Para tentar reverter este quadro, em agosto de 2010 a Prefeitura Municipal de Porto Alegre realizou o 2º Seminário do Plano Diretor de Resíduos Sólidos, o qual

¹¹ O IDESE é um índice sintético, da Fundação de Economia e Estatística (FEE) inspirado no IDH, que abrange um conjunto amplo de indicadores sociais e econômicos, classificados em quatro blocos temáticos: educação; renda; saneamento e domicílios; e saúde. O IDESE varia de zero a um e, assim como o IDH, permite que se classifique o Estado, os municípios ou os Coredes em três níveis de desenvolvimento: baixo (índices até 0,499), médio (entre 0,500 e 0,799) ou alto (maiores ou iguais a 0,800).

¹² A Municipalidade tem conseguido implementar campanhas de educação ambiental, com ênfase na separação de resíduos sólidos, em escolas, órgãos públicos, eventos e demais atratores urbanos.

pretendia construir um instrumento legal normativo que contemplasse o diagnóstico de todos os aspectos relacionados a resíduos sólidos, estabelecendo diretrizes, implementando ações e promovendo estratégias futuras na área do gerenciamento de resíduos sólidos. Uma das implementações desse Seminário tornou-se o objeto deste estudo, a Política Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos, que a Prefeitura Municipal de Porto Alegre está desenvolvendo, através do INOVAPOA e do DMLU. Este programa pretende criar canais reversos para os resíduos tecnológicos produzidos na cidade, promovendo a conscientização sobre o descarte correto. Trata-se da aplicação prática dos conceitos de Responsabilidade Compartilhada e Logística Reversa, que envolve o usuário (consumidor de equipamentos eletrônicos), o comerciante (distribuidor dos produtos), o produtor e o poder público, bem como os setores que tangenciam o processo - transporte, reciclagem e destinação final de equipamentos eletrônicos.

6.2. O PLANO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

A Prefeitura de Porto Alegre, a partir do Gabinete de Inovação Tecnológica chamado INOVAPOA, desenvolveram um projeto que está ainda em fase de implantação, na questão do gerenciamento de resíduos da cidade. Projeto sob o planejamento do Gabinete de Inovação Tecnológica, INOVAPOA e Departamento Municipal de Limpeza Urbana, DMLU.

O projeto é vinculado à “Ação Crescimento Autossustentável de Empresas Inovadoras Locais” do PPA, Plano Plurianual, 2010/2013 sob o código 1672 (Lei nº 10.741, de 18 de agosto de 2009, PPA 2010/2013), dentro do “Programa Cidade Inovadora”. O projeto pretende ser de natureza contínua, com as atividades sendo revisadas e ajustadas em função dos resultados verificados nos períodos estabelecidos. O título do projeto foi definido como Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos (PMRS-EE) e baseia-se na seguinte definição de resíduo eletrônico:

Resíduo eletrônico ou **lixo eletrônico** é o nome dado aos resíduos resultantes da rápida obsolescência de equipamentos eletrônicos. São exemplos: estabilizadores, fios / cabos, fontes de micro, impressoras, monitores, mouses, no brakes, notebooks, scanners, servidores, teclados, unidades de cd / dvd, unidades de disquetes, ferros, placas, alumínio, caixas de som, adsl, modem, roteadores, telefones, celulares / carregadores, baterias pequenas, cds, calculadoras, fotocopiadoras, faxes.

A criação do INOVAPOA busca suprir, por parte do governo municipal, a necessidade de promover ações de desenvolvimento local, baseadas em iniciativas inovadoras e na interação entre empresas, universidades, centros de pesquisa e órgãos públicos. O Inovapoa fomenta quantitativamente e qualitativamente o uso de ferramentas de tecnologia, portanto a Política surge como proposta ao fechamento do ciclo.

Até então, o poder público municipal não dispunha de uma política eficiente para o gerenciamento de resíduos eletrônicos. Estes resíduos por vezes são coletados no mesmo processo da coleta seletiva, desta forma, resíduos inócuos são misturados com resíduos com grande potencial de dano às pessoas e ao meio ambiente. Ocorre que o transporte e destinação final não são adequados, e as pessoas envolvidas nos processos que manuseiam esse tipo de resíduo não têm a qualificação necessária para precaver-se de possíveis danos. No caso de chegarem até um aterro sanitário controlado, os danos poluentes ao meio ambiente seriam minimizados, porém não haveria o ganho econômico gerado pela reciclagem.

Os objetivos propostos do Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos descritos na tabela demonstram que a preocupação com a educação/conscientização se faz necessária para a efetividade do plano.

Os objetivos do Plano são :
• Reduzir a destinação de resíduos aos Aterros Sanitários;
• Educar para um sistema sustentável resíduo eletrônico com foco na comunidade;
• Destinar o material arrecadado para Empresas, que recondicionem ou reciclem o material coletado e destinem o resíduo gerado na empresa de forma ambientalmente adequada, conforme previsto na licença ambiental da empresa;
• Comprometer-se em iniciativas que conscientizem a população sobre a importância da destinação correta de equipamentos eletrônicos;
• Promover e apoiar campanhas em parceria com outras instituições sobre a importância de descartar os equipamentos que não estão sendo utilizados.

Na descrição do projeto está previsto dar uma solução adequada para gestão dos resíduos eletrônicos a partir da execução da Política Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos. O projeto proposto pretende estar inserido no conceito de melhoria contínua e foi concebido em consonância com a Política Nacional de Resíduos

Sólidos, Lei 12.305/10. O Plano objeto deste projeto está dividido em três fases distintas e complementares:

- a) Feira de Descarte de Equipamentos Eletrônicos;
- b) Programa de Gestão de Resíduos Tecnológicos - Coleta, Reutilização, Reciclagem e Destinação Final Correta;
- c) Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico da Gestão de Resíduos Eletrônicos.

Os enfoques do PMRS-EE preconizam que o processo de manejo de resíduos sólidos seja apoiado nos 3 “Rs” da premissa máxima da gestão de resíduos: Reduzir, Reutilizar e Reciclar, de maneira muito similar ao artigo 7º da PNRS, inciso II que diz *“não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”*.

Também visa à obtenção de subsídio informativo para formação de base de dados para processos de melhoria de gestão e possibilitar o acesso a equipamentos pelas classes economicamente menos favorecidas. Busca atrair empresas e instituições interessadas em ampliar e qualificar os processos de gestão de resíduos, assim como as empresas e instituições interessadas em estabelecerem-se em localidades com gestão eficiente de resíduos tecnológicos.

Com a efetivação desses enfoques pretende viabilizar acesso a recursos da União destinados ao planejamento e manejo dos resíduos sólidos eletrônicos conforme prevê o artigo 12 da Lei 12.305/10.

6.2.1. Fase 1 - Feira de Descarte de Equipamentos Eletrônicos

Na fase 1 está previsto um Ciclo de Feiras com objetivo de promover o descarte correto de computadores, periféricos, câmaras digitais e telefones celulares. Este conceito segue uma tendência observada em países desenvolvidos preocupados em aumentar a vida útil de equipamentos eletrônicos, promovendo a reutilização e, por consequência, a diminuição do descarte precoce. O projeto objetiva ampliar o acesso aos equipamentos eletrônicos em classes sociais menos favorecidas através das doações,

despertar a consciência para sustentabilidade ambiental com foco no segundo “R” (reutilização) e também fazer um levantamento das características do resíduo eletrônico.

A realização das feiras deverá ser cíclica e contínua, propondo incentivar os hábitos e permitindo que as pessoas possam programar seus descartes. Esta fase do projeto tem como propósito despertar a atenção para os problemas decorrentes do descarte incorreto dos equipamentos eletrônicos, e dar início à divulgação do Plano Municipal. O público alvo da feira é o cidadão de Porto Alegre.

O projeto teve a primeira Feira de Descarte de Equipamentos de Informática no dia 04 de dezembro de 2010, no estacionamento da Usina do Gasômetro, em Porto Alegre. A feira objetivava o recolhimento de equipamentos de informática da população em geral. Promovida pelo Gabinete de Inovação Tecnológica da Prefeitura Municipal de Porto Alegre com o apoio de outras entidades, como o DMLU, a Carris, Procempa e o Centro de Recondicionamento de Computadores-CRC Cesmar. Também contou com patrocínio da iniciativa privada, através da empresa Leroy Merlin.



Figura 3: Estacionamento da Usina do Gasômetro durante a realização da Feira de Descarte

A Feira funcionou durante o dia e esteve organizada na forma de *drive-tru*, ou seja, os doadores levavam seus equipamentos para descarte em seus próprios carros, onde uma equipe do projeto recebia as doações, catalogava-as e acomodava-as em caminhões, que posteriormente fariam o transporte. Foram 433 carros trazendo doações até o estacionamento do Gasômetro.

Foram arrecadadas 13 toneladas em equipamentos, 12.330 kg para reciclagem e 700 kg para reutilização, para um total de 433 doadores, o que perfaz uma média de 30 kg de equipamentos por pessoa. Foram 346 CPUs, 408 monitores, 27 fax, 257 impressoras/scanners, 299 teclados, 76 cabos, 934 periféricos, 71 aparelhos celulares, 40 notebooks e 19 telefones. Como mostra o Quadro 2.

	CPU	Monitor	Fax	Imp / Scan	Teclados	Cabos	Perif.	Cel.	Note	Tel.
Manhã	71	83	16	45	86	11	238	11	14	3
Tarde	275	325	11	212	213	65	696	60	26	16
Total geral	346	408	27	257	299	76	934	71	40	19
Reutilização	47	3		4	16			9	13	
Reciclagem	299	405	27	253	283	76	934	62	27	19

Quadro 2: Quantidades de equipamentos doados

Fonte: INOVAPOA



Figura 4: recebimento e catalogação das doações

A divulgação do evento também teve o cuidado com a sustentabilidade e buscou ser uma divulgação limpa, priorizando as mídias eletrônicas, TV, Internet, mailing, e BusTV. Os 10.000 folders foram produzidos em papel reciclado.

O projeto tem um fluxo de operacionalização (figura 4) dos equipamentos arrecadados que se inicia na residência do doador, de onde são levados para o ponto de coleta, no caso a Feira de Descarte, e é feita a coleta pelos agentes da equipe do projeto. Ali ocorre a primeira triagem, separando o que pode ser reaproveitado/ reutilizado e quais equipamentos seguem para a reciclagem. Nessa fase de separação, os

equipamentos que podem ser reaproveitados ou reutilizados são destinados ao CRC Cesmar, para serem recondicionados e doados novamente para instituições de cunho beneficente. Os equipamentos sem condições de uso são encaminhados para a empresa IZN recycle Brasil, para desmonte, categorização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada.

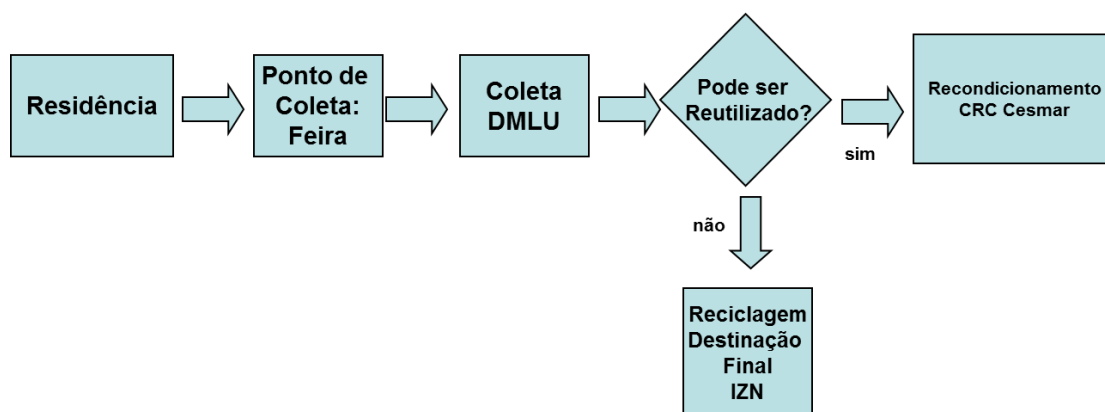


Figura 5 – Fluxo dos equipamentos arrecadados na Feira de descarte de eletrônicos

6.2.2. Fase 2 – Programa de Gestão de resíduos Tecnológicos – Coleta, reutilização, reciclagem e destinação final correta:

A segunda fase do projeto é caracterizada pela disponibilização à população, em forma permanente, de uma opção de descarte correto para os equipamentos eletrônicos. A prefeitura disponibilizou três locais de coleta permanente de resíduos eletrônicos a partir de fevereiro de 2011, através do DMLU e da PROCEMPA disponibilizaram espaços para que o cidadão de Porto Alegre descarte sem custo os seus resíduos eletroeletrônicos. O DMLU instalou esse serviço em duas de suas capatazias para entreposto de resíduos eletrônicos, a Capatazia do Gasômetro, na Av. João Goulart nº 158, e a Capatazia da Seção Norte, na Travessa Carmem, 111. E a PROCEMPA disponibilizou um espaço na sua sede, na Av. Ipiranga, 1200.

Para estar em conformidade com as orientações da NBR 11564 ABNT com as especificações de armazenamento temporário de resíduos os normativos, o local destinado para entreposto deverá ser coberto e o solo deverá ser impermeável, e durante o tempo de permanência no entreposto os equipamentos deverão permanecer em

contenedores específicos para este fim. O transporte dos equipamentos até o local de triagem deverá ser realizado pelo DMLU.

A ilustração a seguir indica qual o fluxo previsto para os equipamentos desde o momento da venda pelo comércio e a utilização até o fim da vida útil ou troca por novo equipamento. O consumidor, nesse momento, cumprirá o papel de entregar seu resíduo nos pontos permanentes de coleta ou feiras de descarte, ou também em alguns pontos no próprio comércio varejista. Após o recolhimento o material segue para a fase de triagem onde se verifica a possibilidade de reuso dos equipamentos. Quando não é reaproveitável é encaminhado para as empresas de reciclagem.



Figura 6 – Fluxo de descarte previsto

A triagem, reutilização, reciclagem e destinação final dos equipamentos devem ser realizados por empresa especializada. Até o momento desta pesquisa, apenas uma empresa, a IZN Recycle Brasil cadastrou-se junto aos órgãos públicos municipais para fazer parte deste programa. As exigências formais são comprovações de regularidade junto a Receita Federal, Fazenda Estadual e Municipal, INSS, FGTS e, principalmente, ter Licença Ambiental para realização das atividades, fornecida pela SMAM - Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

O objetivo descrito pelos gestores do programa é incluir o setor do varejo como ponto de coleta dos produtos que sejam vendidos, já existindo diálogo com a Câmara de Dirigentes Logistas – CDL de Porto Alegre e o SINDILOJAS. A finalidade do Programa de gestão é disponibilizar à população alternativas de descarte correto sem custos extras, prolongar a vida útil dos equipamentos de informática, ampliar o acesso à tecnologia e diminuir o descarte inadequado.

Este sistema de logística reversa apoia-se em uma questão que ainda está em estágio inicial de desenvolvimento que é a compreensão do consumidor final sobre a importância do descarte adequado. O ato de conduzir seus resíduos até um ponto permanente de coleta ou uma feira de descarte implica em conhecimento prévio sobre os malefícios ambientais de um descarte inadequado. Por este motivo o tema da educação ambiental é parte dos objetivos do PMRS-EE: *“comprometer-se em iniciativas que conscientizem a população sobre a importância da destinação correta de equipamentos eletrônicos”*. Os custos envolvidos no processo da Logística Reversa serão compensados e superados quando a quantidade de equipamentos descartados gerar uma grande escala de produção, onde passem a exercer influência os fatores econômicos, para as empresas de reciclagem, que Leite (2009, vide página 24) menciona. Para que se verifique uma grande escala de descarte neste canal de retorno é condição tácita que aja avanços no terreno da consciência ambiental da população.

6.2.3. Fase 3 – Pesquisa e desenvolvimento técnico da gestão de resíduos eletroeletrônicos

A terceira fase do projeto está idealizada com a característica da pesquisa e desenvolvimento técnico, vinculados à gestão dos resíduos eletrônicos. Esta fase, que ainda não está em execução, prevê a inserção no processo de instituições de pesquisa

interessadas em P&D, para busca de melhores técnicas. Também é característica da terceira fase do projeto a ampliação do conceito de Logística Reversa no processo de gestão. As empresas fabricantes e distribuidoras dos equipamentos eletrônicos serão convocadas para discussão quanto à co-responsabilidade perante os resíduos. Neste sentido, a equipe do INOVAPOA prevê a realização de um evento para discussão das formas de participação, tanto das empresas fabricantes quanto das distribuidoras nos processos de gestão.

Cabe citar o recente estudo do Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada (IPEA), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, em que se divulgou a cifra de 8 bilhões de reais anuais gastos, desnecessariamente, no Brasil em apenas cinco cadeias produtivas - de alumínio, celulose, vidro, metais e plástico -, pelo fato de não ser utilizada a Logística Reversa. Isto significa que gastam-se recursos naturais para produzir industrialmente e, ao invés de continuar o seu uso através da reutilização, joga-se tudo fora, gastando novamente para produzir outros bens industrializados baseados nas mesmas matérias-primas.

Através da pesquisa realizada, verificou-se que as empresas que operam com reciclagem no Brasil não possuem a tecnologia necessária para executar a parte mais lucrativa da reciclagem dos eletroeletrônicos, que é a separação dos metais mais valiosos, presentes principalmente nas placas de circuitos impressos. Por este motivo, os recicladores remetem as cargas com esses componentes, já triturados, para indústrias na Bélgica (Unicore) ou Cingapura (Cimélia). Outros países que detêm esta capacidade instalada são os Estados Unidos, China e Alemanha.

Desta forma, constatamos que poucas empresas no mundo possuem tecnologia e escala para realizar a mineração dos componentes metálicos de eletroeletrônicos de maior valor de mercado, os metais nobres - o “filé-mignon” - dos equipamentos: o ouro, a prata, platina e paládio. As partes menos nobres acabam muitas vezes nas periferias de humildes cidades, na Nigéria ou na China, entre outras, o que resulta em um descumprimento da Convenção de Basileia (vide pag. 23). Nestes casos, dá-se a garimpagem dos metais em condições insalubres, a qual consiste em derreter os componentes plásticos, separando-os dos componentes metálicos pelo calor. Estes procedimentos ocorrem sem equipamentos de segurança, queimando os componentes a céu aberto e liberando toxinas diretamente nestes trabalhadores, suas comunidades e seu meio ambiente.

Nesse sentido fica absolutamente clara a necessidade de haver investimentos em pesquisa e desenvolvimento para a gestão do resíduo eletrônico tanto a nível municipal com nacional. Cabe frisar que, no Brasil, a regulamentação é clara:

Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; (BRASIL, 2010)

6.3. ANALISE DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Após a descrição das fases constituintes do plano, faz-se necessário esclarecer a importância destes procedimentos do PMRS-EE, focando especificamente a análise dos dados gerados a partir da Feira de Descarte Equipamentos Eletrônicos e seus resultados quantitativos. A partir do levantamento efetuado pela equipe que coletou o material, produziu-se uma tabela, a partir das quantidades e tipos de equipamentos doados, o turno de chegada do material - diferenciando chegada no turno da manhã ou da tarde -, os equipamentos reutilizáveis e os recicláveis. A quantificação por peso não foi efetuada e registrada por equipamento, obtendo-se apenas uma pesagem final de todo o material arrecadado, 13.030 kg, disto resultando uma aferição por aproximação, como hipótese de trabalho (cabe informar que a situação ideal seria fazer o cálculo ponderado por peso de cada um dos componentes envolvidos).

Realizou-se um levantamento acerca dos preços de mercados dos materiais (metais) listados, tomando-se como base a cotação média dos principais balcões de negociação destas mercadorias, como a Bolsa Mercantil e Futuros Bovespa (BM&F Bovespa) e a Bolsa de Londres – *London Metal Exchange* (LME). Como os valores dos metais ouro, prata, platina e paládio são referenciados em Onças troy, que é uma medida equivalente a 31,103477 gramas, efetuou-se esta conversão de medidas. Posteriormente, a segunda conversão realizada foi de dólares para reais, seguindo a cotação média do

mês de maio, de acordo com o índice dólar/Ptax¹³ do Banco Central. Gerou-se assim a tabela a seguir:

Tabela 4 – Mercado de metais

Metal	US\$		R\$/kg
	preço p/ Onça troy	preço p/ grama	
OURO	1.539,40	49,50	78.159,12
PRATA	35,88	1,15	1.821,72
PLATINA	1.760,65	56,61	89.392,53
PALÁDIO	747,20	24,03	37.937,18
Fonte: BM&F Bovespa (valores em 15/06/2011)			

O segundo levantamento de dados seguiu a mesma sistemática, abordando os outros metais. Buscou-se a referência na Bolsa de Londres – *London Metal Exchange* (LME) para os metais cobre, alumínio, chumbo, estanho, níquel e zinco, que são cotados em dólares por toneladas. Igualmente converteu-se pela referência do índice dólar/Ptax do Banco Central e, para equiparar as medidas, as transformamos em valores de reais por quilograma.

Tabela 5 – Mercado de metais II

Cotação LME (US\$/ton)	Dólar Ptax	Valor R\$/Kg	
COBRE	9.033,29	1,5792	14,27
ALUMÍNIO	2.607,63	1,5792	4,12
CHUMBO	2.512,58	1,5792	3,97
ESTANHO	25.902,50	1,5792	40,91
NÍQUEL	22.527,92	1,5792	35,58
ZINCO	2.237,79	1,5792	3,53
Cotação dos metais não ferrosos da Bolsa de Londres (LME - London Metal Exchange), valores médios do mês de maio/2011			

Fonte: elaboração própria

¹³ Dólar/Ptax é a denominação dada à cotação média de fechamento do dia anterior.

Cruzando as informações da tabela com a composição dos materiais de um computador pessoal (citado na página 35) com a quantidade total dos materiais descartados na Feira de Descarte de Equipamentos Eletrônicos (da página 46), com os valores dos materiais verificados nas tabelas 4 e 5, gerou-se a tabela a seguir.

Tabela 6 – Componentes de um computador X Quantificação financeira

Material	% Em relação ao peso total	% Reciclável	Quantidade descartada 13.000 Kg	valor/kg	valor total R\$
Alumínio	14,1723	80	1.473,92	4,12	6.069,55
Bário	0,0315	0	-		-
Berílio	0,0157	0	-		-
Cádmio	0,0094	0	-		-
Chumbo	6,298	5	40,94	3,97	162,43
Cobalto	0,0157	85	1,73		-
Cobre	6,9287	90	810,66	14,27	11.564,34
Cromo	0,0063	0	-		-
Estanho	1,0078	70	91,71	40,91	3.751,41
Ferro	20,4712	80	2.129,00	0,36	766,44
Gálio	0,0013	0	-		-
Germânio	0,0016	0	-		-
Índio	0,0016	60	0,11		-
Manganês	0,0315	0	-		-
Mercurio	0,0022	0	-		-
Níquel	0,8503	80	88,43	35,58	3.146,04
Ouro	0,0016	98	0,20	78.159,12	15.931,96
Prata	0,0189	98	2,41	1.821,72	4.386,44
Sílica	24,8803	0	-		-
Tântalo	0,0157	0	-		-
Titânio	0,0157	0	-		-
Vanádio	0,0002	0	-		-
Zinco	2,2046	60	171,96	3,53	607,69
			4.811,08		46.386,29

Fonte: elaboração própria

Na segunda coluna dispomos da informação sobre a proporção de cada um dos componentes metálicos de um computador e, na terceira, a possibilidade de reciclagem dos mesmos. A quarta coluna é o resultado da multiplicação de “% em relação ao peso total” x “% reciclável” x “quantidade total descartada”. A partir dessa medida em kg,

multiplicou-se pelo valor de mercado aferido, e chegou-se a um valor correspondente à matéria-prima, em reais por quilo, presente no lote descartado.

A partir da construção e análise deste instrumento, constatamos como podem ser quantificados financeiramente os benefícios econômicos gerados na ocasião da Feira. Esta referência apresenta uma dimensão de economia, dentre as já citadas por Leite (2009, vide página 35), segundo qual uma grande quantidade de matéria-prima seria sumariamente desperdiçada se não retornasse à cadeia produtiva, após a reciclagem.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Antoine Lavoisier

A utilização de equipamentos eletroeletrônicos, cada vez mais presente no cotidiano de todos, requer ações condizentes com o avanço tecnológico que proporcionam: é preciso construir canais que possibilitem a transformação dos resíduos de pós-consumo em matéria-prima para novos produtos. O Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos, iniciativa da Prefeitura de Porto Alegre, através do INOVAPOA, que busca fomentar o descarte adequado dos resíduos eletroeletrônicos constitui um passo importante nessa direção.

7.1. DOS RESULTADOS CONSTATADOS:

Quanto ao primeiro objetivo específico, que consistia em analisar os benefícios ambientais gerados pela implementação do PMRS-EE constata-se foi atingida com êxito a meta proposta pelo Plano Municipal de Resíduos Sólidos – Equipamentos Eletrônicos, a qual visava reduzir a destinação destes resíduos aos aterros sanitários. Partiu-se do fato de que apenas no primeiro evento público do Plano, realizado na forma da Feira de Descarte de Resíduo Tecnológico de dezembro de 2010, na Usina do Gasômetro, foram coletadas 13 toneladas de equipamentos com alto potencial tóxico e poluidor. Estas deixaram de ser jogadas nos aterros sanitários ou diretamente na natureza. Também considera-se o índice de aproveitamento de 94% dos componentes dos computadores, o que significa que 12,48 toneladas de novas matérias-primas deixaram de ser retiradas do meio ambiente extrativo.

Também é relevante considerar que 47 CPUs e 13 Notebooks, entre outros equipamentos e periféricos, foram destinados à reutilização. Isto significa um prolongamento da vida útil desses aparelhos, através da doação de equipamentos recuperados, efetivando a inclusão digital de setores menos favorecidos de nossa sociedade.

Por último, mas não menos importante, recai sobre a afluência de doadores na Feira totalizando 443 veículos, o que indica que o objetivo de educar para um sistema sustentável de resíduo eletrônico, e assim desenvolver a consciência da população sobre a importância da destinação correta de equipamentos eletrônicos, foram atingidos com êxito.

Com relação ao segundo objetivo específico que consistia em verificar a aderência, limitantes ou pontos críticos do PMRS-EE em relação às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o estudo demonstrou que existe uma clara sincronia entre a PNRS e o PMRS-EE. No capítulo dos princípios e objetivos, a PNRS coloca no artigo 6º, item “VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade”. Constatou-se que a proposta do Plano Municipal atingiu as diferentes esferas em epígrafe, na medida em que estiveram envolvidos e cooperando diversos órgãos da administração direta e indireta da municipalidade, empresas privadas, ONGs e um bom número de cidadãos.

No artigo 7º, item II, da PNRS temos como objetivo: “*não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;*”, enquanto que nos enfoques da Política, do PMRS-EE encontramos: “*Processo de manejo de resíduos sólidos, apoiado nos 3 “Rs” da premissa máxima da gestão de resíduos: Reduzir, Reutilizar e Reciclar;*”. Denota-se que, sob o ponto de vista dos princípios ambientais, os dois instrumentos visam alcançar mecanismos que auxiliem o Desenvolvimento Sustentável. Verificou-se que nos diversos pontos levantados no item 4.6 (vide página 28), existe correlação com o posto no item 6.2 (vide página 42), sejam eles do mecanismo da Logística Reversa, da educação ambiental ou da cooperação técnica entre os setores públicos e privados.

Faz-se necessário fazer um destaque quanto à questão da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Neste ponto, o conceito da PNRS propugna atribuições individualizadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos e na implementação do Plano Municipal de Resíduos Sólidos - Equipamentos Eletrônicos, e apenas uma parte dos segmentos teve participação. Entende-se que esta seja uma limitação própria da dimensão municipal, na medida em que o fator legislativo, ou fator modificador, conforme Leite (2009 - vide figura da página 24), não está na alçada das atribuições municipais, com relação aos fabricantes, importadores, distribuidores. Cabe esclarecer que o cronograma de

regulamentação da Lei 12.305/2010 prevê como instrumento de implementação e operacionalização dos sistemas de Logística Reversa a contratação, através dos acordos setoriais e termos de compromisso, tendo como prazo final previsto para 2014. Neste ínterim, quanto aos consumidores, torna-se relevante a constituição de cadeias de informação sobre o descarte adequado, e os respectivos canais de descarte adequado, a fim de que existam as condições para concretizar a aderência à responsabilidade que lhes cabe compartilhar.

No tocante ao processo de Logística Reversa, praticado no retorno dos resíduos, pode-se afirmar que o Plano Municipal de Resíduos Sólidos - Equipamentos Eletrônicos inovou ao criar um canal para a Logística Reversa dos equipamentos eletrônicos, coordenando uma rede de órgãos públicos e privados e viabilizar uma infraestrutura de descarte, ambientalmente adequada, para que a população de Porto Alegre desenvolva uma consciência cidadã. A análise permite demonstrar concretos ganhos econômicos do ponto de vista financeiro, como verificado através da tabela 3 na página 51 onde, ao cruzar as informações referentes aos materiais constitutivos dos equipamentos eletroeletrônicos - na proporção em que estão presentes, percentuais de reciclagem, preços de mercado com as quantidades descartadas na Feira de Descarte realizada na fase 1 do PMRS-EE - evidenciou-se o quanto, em valores monetários, seria desperdiçado caso não houvesse reaproveitamento, economia que a Logística Reversa possibilita. Ao quantificar o ganho em valores, faz-se necessário contrapor a noção de haverem diversos custos no processo de reciclagem, da mesma forma que no processo de extração da matéria-prima virgem. Com a diferença de que, neste último cálculo, a finitude das matérias-primas não-renováveis cobra um preço cada vez maior - com isso, poder-se-ia analisar os ganhos econômicos sob o ponto de vista da não-utilização de novos recursos naturais, como a quantidade de água poupada, ou a energia que não seria utilizada.

Assim, concluímos que os instrumentos analisados neste estudo apontam para o que poderá ser um novo paradigma produtivo, onde a forma como se entende a produção em linha seja suplantada pela compreensão de ciclo produtivo. Apesar de incipiente, o Plano Municipal de Resíduos Sólidos - Equipamentos Eletrônicos busca contribuir na construção desse novo caminho, o da sustentabilidade.

8. REFERÊNCIAS

- ABINEE, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Panorama Econômico e Desempenho Setorial 2011. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/> . Acesso em 30 Abr. 2011
- BARBIERI, Jose Carlos. Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. Ed Saraiva – São Paulo, 2007.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.. Logística Empresarial: o Processo de integração da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Atlas, 2001.
- _____; _____; COOPER, M. B. Gestão logística de cadeias de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BM&FBovespa; Bolsa Mercantil & Futuros Bovespa. Disponível em www.bmfbovespa.com.br . Acesso em 15 Jun. 2011.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. BRASIL, 02 Ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> . Acesso em 05 Nov. 2010.
- BRASIL. Regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. BRASIL, 23 Dez. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/_Decreto/D7404.htm>. Acesso em 08 Mar. 2011.
- CATER, C. R., ELLRAN, L.M. Reverse Logistics: A Review of the Literature and framework for Future Investigation. International Journal of Bussines Logistics, 19 (1) : 85-102, 1998.
- CASTELLS. Manuel. A Sociedade em Rede – a Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura; v.1. São Paulo: Paz e Terra. 2001, 5ª ed.
- CEMPRE, Compromisso Empresarial para a Reciclagem, CicloSoft 2010. Disponível em http://www.cempre.org.br/ciclosft_2010.php. Acesso em 11 Set.2010.
- CHING, H. Yuh. Gestão de estoques na Cadeia de Logística Integrada – Supply Chain – 3.ed. – São Paulo: Atlas, 2008.
- CRUZ, Renato. O que as empresas podem fazer pela Inclusão Digital.- São Paulo, Instituto ETHOS, 2004.
- DE BRITTO, M. P., DEEKKER, R. A Framework Reverse Logistics in: DEEKKER, R. et al, Reverse Logistics. Quantitative Models for Close-Loop Supply Chain, chapter 1. Springer-Verlang, Berlin, Germany, 2004
- DOWLATSCHAH, S. Developing a Theory of Reverse Logistics. Interfaces 30 (3):143-155, 2000.
- FLEISCHMANN, M. et al. “Quantitative Models for Reverse Logistics: a review”. European Journal of Operational Research 103: 1-17, 1997.
- GERAGHTY, K. “An update on the WEEE and RoHS directives”. Circuit World 29/4: 51-52, 2003.

GOOSEY, M. "End-of-life Electronics Legislation – an Industry Perspective". Circuit World 30/2:41-45, Emerald Group Publishing Limited, 2004.

GUIDE, JR. V. D. R. Production Planning and Control for Remanufacturing: Industry Practice and Research Needs. Journal of Operational Management. Vol 18: 467-83, 2000.

HOLLIDAY, C. Sustainable growth, the DuPont way. Harvard Business Review, v.79, n.8, p.129-32, 2001.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicilio (PNAD). 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso em 05 Nov. 2010.

KRIKKE, H. "Recovery Strategies and Reverse Logistic Network Desing". Institute for Bussines Engineering and Technology Application. PhD thesis. Enschede, the Nerthelands University of Twente: 254, 1998.

KROON, L. VRIJENS, G. Returnable Countainers: and Example of Reverse Logistics. Omega 30: 325-333, 1995.

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LME, London Metal Exchange. Disponível em www.lmebrasil.com.br. Acesso em 15 jun. 2011.

LIMA, Lucila Fernandes. A Implementação jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a geração dos Créditos de Carbono. Edição eletrônica. 2006.

MIGUEZ, Eduardo Correia. Logística Reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros. Rio de Janeiro. Qualiltymark, 2010.

NASCIMENTO, Luis Felipe et al. Gestão Socioambiental Estratégica. Porto Alegre: Bookman, 2008.

NEHME, Marcelo Carlotto. Interação entre elos da cadeia de valor: uma oportunidade de avaliação da sustentabilidade empresarial.PPGA-EA/UFRGS, 2009.

NETO, Antenor Demeterco. Desenvolvimento Sustentável e Aquecimento Global. In: SOUZA, Rafael Pereira (Coord). Aquecimento Global e Créditos de Carbono. São Paulo. Quatier Latin, 2007. cap 1, p.32.

POHLEN, T. L., FARRIS, T. Reverse Logistics in Plastic Recicling. International Journal of Phisical Distribution & Logistics Management, 22 (7) 35-47, 1992.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. Disponível em: <http://www.portoalegre.rs.gov.br>. Acesso em 08 de março 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA), 2010.

REVERSE LOGISTICS COUNCIL. <http://www.rlec.org>. Acesso em 17 de abril de 2011.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, Ronald S. Going Backwards: Revers Logistics Pratices and Trends. Reno, Nevada, Reverse Logistics Executive Council, 1998.

STOCK, J. R. Reverse Logistics. Council of Logistics Management, Oak Brook, Il 1992

WORLD COMMISSION FOR ECONOMIC DEVELOPMENT (WCED). Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>> Acesso em 11 de Maio de 2011.

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHENELLMAN, M.; BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. Environmental Impact Assessment Review, v. 25, n.5, p. 436-458, 2005.

YIN, Robert K., Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 2ª ed. – Porto Alegre. Bookman, 2001.

9. ANEXOS

Roteiro de questionário utilizado na entrevista com INOVAPOA:

1- Qual o objetivo e a justificativa do projeto de reciclagem tecnológica em Porto Alegre?

2- Como a aprovação e regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos contribuem nesse esforço?

3- Quais as perspectivas de crescimento do e-waste em nível local, nacional de global?

4- Vocês dispõem de informações sobre outras iniciativas semelhantes de outras localidades?

5- Como vocês veem a responsabilidade compartilhada de que trata a PNRS? E a questão da Logística Reversa?

6- Quais os outros órgãos públicos e entidades envolvidas? Qual o papel dos setores da iniciativa privada? E dos catadores e suas associações? E das empresas produtoras?

7- Como será quantificado o resultado atingido? Quais são os indicadores de resultados?

8- Há um estudo de custos? Existe viabilidade para a atividade ser autossustentável financeiramente?
