



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TÉCNOLÓGICA PAULA SOUZA  
ETEC DE PRAIA GRANDE TÉCNICO EM  
ADMINISTRAÇÃO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

**GESTÃO DA LOGÍSTICA REVERSA: UM ESTUDO DO RESÍDUO ELETRÔNICO**

**CAMILLI COPETTI  
JULIA PORTUGAL DOS SANTOS  
LETICIA FARIAS MARQUES  
SABRINA COSTA DE FREITAS  
YURI MENEZES SANTOS**

**PRAIA GRANDE  
AGOSTO/2022**



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

**CAMILLI COPETTI  
JULIA PORTUGAL DOS SANTOS  
LETICIA FARIAS MARQUES  
SABRINA COSTA DE FREITAS  
YURI MENEZES SANTOS**

## **GESTÃO DA LOGÍSTICA REVERSA: UM ESTUDO DO RESÍDUO ELETRÔNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec de Praia Grande, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do diploma de sob a orientação dos Professores: Leonardo Sitibaldi Moraes e Thamiris Costa Leandro.

**PRAIA GRANDE  
DEZEMBRO/2022**



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

**CAMILLI COPETTI  
JULIA PORTUGAL DOS SANTOS  
LETICIA FARIAS MARQUES  
SABRINA COSTA DE FREITAS  
YURI MENEZES SANTOS**

## **GESTÃO DA LOGÍSTICA REVERSA: UM ESTUDO DO RESÍDUO ELETRÔNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec de Praia Grande, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do diploma de sob a orientação dos Professores: Leonardo Sitibaldi Moraes e Thamiris Costa Leandro.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**PROFº THAMIRIS COSTA LEANDRO E LEONARDO SITIBALDI  
ETEC de Praia Grande**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus colegas de conclusão de curso, que assim como eu encerram uma difícil etapa da vida acadêmica.

Dedico também aos orientadores Leonardo Sitibaldi e Thamiris Costa pela orientação prestada e o apoio durante todo o trabalho de conclusão de curso.

Por fim, gostaria de dedicar este trabalho ao professor Lucian Costa Leandro, pelo auxílio e ajuda com seus conhecimentos dados, para o aperfeiçoamento do trabalho.



## **AGRADECIMENTOS**

Ao funcionário do CEDIR, André Rangel, por ter sido educado e atencioso em responder todas as nossas dúvidas e apontamentos sobre os processos, as dificuldades, os resultados e o que é a CEDIR em si. Ele foi fundamental para termos bases e referências de pesquisas acerca dos processos logísticos realizados pelo centro.

Ao professor mestrado em ecologia, Fagner Evangelista Severo, que nos auxiliou em algumas partes de pesquisas acerca dos resíduos eletroeletrônicos e forneceu conselhos sobre o direcionamento do trabalho de conclusão de curso; dizendo o quão importante que essa pesquisa se mostra para o ambiente e a sociedade.

As professoras com mestrado em engenharia eletrônica e em gestão ambiental da USP, Lúcia Helena Xavier e Tereza Cristina Carvalho, que também foram de grande importância para o desenvolvimento do trabalho, ao fornecer acesso e o direito de usar como referência bibliográfica seu livro chamado "Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos", para nos aprofundarmos ainda mais no tema principal do projeto.

Por fim, gostaríamos de agradecer a todos aqueles que contribuíram, seja de forma direta ou indireta para a realização e o enriquecimento deste trabalho.

Agradecemos aos nossos orientadores Leonardo Sitibaldi e Thamiris Costa, por todo o apoio e auxílio fornecido em todo o decorrer do trabalho.

## EPÍGRAFE

Um negócio que não produz nada além de dinheiro é um negócio pobre.

*Henry Ford*

## RESUMO

Como um assunto essencialmente importante e pautado na sociedade, a reciclagem toma local de destaque nesse trabalho que teve por seu principal objetivo associar a administração à gestão sustentável, visando lucros empresariais, ganhos sociais e vantagens ambientais. O conteúdo aprofundou-se no conceito de logística reversa e na aplicação da gestão dentro desse sistema. Analisando as diversas formas administrativas desse conceito, o trabalho desenvolveu material para que, a partir dele, possam ser aferidos os benefícios da aplicação de logística reversa nas empresas brasileiras para a otimização das vantagens empresariais que os recursos futuros podem trazer para a sociedade. Ademais, para materializar a pesquisa e exemplificar dados, o trabalho também contou com a participação da empresa CEDIR, que se destaca no mercado por seu alto desempenho no ramo.

**Palavras-chave:** ROTAS, MANUTENÇÃO, COMUNICAÇÃO, WEB, TECNOLOGIA, PROCESSO, LOGÍSTICA REVERSA, CADEIA, MEIO AMBIENTE, SOCIEDADE, BENEFÍCIOS, LOGÍSTICA, ADMINISTRAÇÃO, GESTÃO, PRODUÇÃO, ORGANIZAÇÃO, RESÍDUOS ELETRÔNICOS, ELETROELETRÔNICOS, SOCIEDADE, PLANEJAMENTO, ECONOMIA, MATERIAIS, EMPRESAS, REVOLUÇÃO INDUSTRIAL, ESTRATÉGIA, RESÍDUOS SÓLIDOS, PRODUTOS, RESULTADOS, TRANSPORTE, DISTRIBUIÇÃO, ARMAZENAMENTO, CLIENTE, FÁBRICA, CICLO DE VIDA, RECICLAGEM, DESTINAÇÃO FINAL, IMAGEM EMPRESARIAL, LEGISLAÇÃO.



## **ABSTRACT**

As an essentially important and guided issue in society, recycling takes a prominent place in this work that had as its main objective associate administration with sustainable management, having in view business profits, social gains and environmental advantages. The content delved into the concept of reverse logistics and the application of management within this system. Analyzing various administrative forms of this concept, the work developed material so that, from it, the advantages of applying reverse logistics in Brazilian companies can show business advantages that future resources can bring to society. In addition, to materialize the research and exemplify data, the work also had the participation of the company CEDIR, which stands out in the market for its high performance in the field.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2- Balanço patrimonial.....	57
Tabela 3 – DRE.....	58
Tabela 4 - Avaliação de desempenho da LR.....	64
Tabela 5 - análise SWOT.....	72
Tabela 6 – Fatores que influenciam as cinco forças competitivas.....	74
Tabela 7 – Conteúdo do planejamento estratégico de logística reversa.....	83
Tabela 8 - Resíduos e suas possíveis cadeias de reciclagem.....	100
Tabela 9 – beneficiamento dos resíduos alvo da logística reversa .....	102
Tabela 10 - Categoria dos REEE segundo a Diretiva nº 19 de 2012 da Comunidade europeia.....	110
Tabela 11 - Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem.....	126
Tabela 12 - Custos dos insumos para produção primária, preços de produtos e de sucata.....	126
Tabela 13 - Componentes dos computadores, % (porcentagem) de reciclagem e preço.....	133
Tabela 14 - impactos econômicos e ambientais esperados om a implantação da logística reversa do REE.....	141
Tabela 15 - Alterações nas responsabilidades dos atores a partir da PNRS.....	143
Tabela 16 - Entraves para a atividade de catação.....	145
Tabela 18 – Eventos do CEDIR.....	166
Tabela 17 - Prêmios recebidos pelo CEDIR.....	168



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Preferência de produtos pós-consumo para reúso ou reciclagem na Europa.....	
<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Gráfico 2 – Crescimento da Informática na USP.....	152
Gráfico 3 - Crescimento da Informática na USP.....	152
Gráfico 4 - Número de equipamentos coletados .....	156
Gráfico 5 - Resíduos de Informática Recebidos.....	164
Gráfico 6 - Classificação dos Tipos de Equipamentos Eletroeletrônicos Entregues no CEDIR.....	165
Gráfico 7 - Volume de equipamentos eletroeletrônicos entregues pela comunidade USP e pessoas físicas no ano de 2011.....	165
Gráfico 8 - Número de equipamentos de informática emprestados para projetos sociais e instituições filantrópicas .....	166
Gráfico 9 - Valor de venda dos resíduos eletroeletrônicos.....	168



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma.....	43
Figura 2 - intervencionistas das empresas.....	46
Figura 3 - relacionamento com stakeholders.....	47
Figura 4 - Gestão da informação.....	49
Figura 5 - Gestão de Riscos.....	53
Figura 6 - Gestão de infraestrutura.....	58
Figura 7 – BSC.....	61
Figura 8 – As perspectivas no Balanced Scorecard.....	75
Figura 9 – Passos do planejamento estratégico de logística reversa....	76
Figura 10- visão de logística reversa.....	78
Figura 11 – Componentes-chave para a estratégia de logística reversa.	79
Figura 12 – Modelo para mapas estratégicos do BSC.....	81
Figura 13 – Etapas do processo de beneficiamento.....	91
Figura 14 - Ciclo de vida conceitual de EEE.....	111
Figura 15 - Fases de uma ACV.....	116
Figura 16 - Organização econômica da cadeia da logística reversa.....	124
Figura 17 - Fluxograma do Ciclo do Resíduo Eletroeletrônico.....	130

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Prensa de compactação de plástico.....	100
Imagem 2 - Protótipo de laptop desmontável.....	123
Imagem 3 - Logotipo do CEDIR.....	153
Imagem 4 - Comissão de Sustentabilidade no dia e Cartaz de Convite a Operação Descarte Legal.....	157
Imagem 5 - Fluxograma de Processos do CEDIR.....	159
Imagem 6 - Armazenamento em prateleiras realizado pelo CEDIR.....	161
Imagem 7 – Armazenamento em caixas de plástico realizado pelo CEDIR.....	162
Imagem 8 – Processo de separação e triagem realizado pelo CEDIR...	163
Imagem 9 – Abrangência do CEDIR.....	172



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	23
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO	24
1.2	HIPÓTESE	24
1.3	OBJETIVO GERAL	25
1.3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.4	JUSTIFICATIVA	25
1.5	PERTINÊNCIA	26
1.6	RELEVÂNCIA	26
1.7	VIABILIDADE	27
1.8	METODOLOGIA	27
2	A LOGÍSTICA NA ADMINISTRAÇÃO	29
2.1	DEFINIÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO	29
2.2	DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA	30
2.3	EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA DIRETA	30
2.4	LOGÍSTICA DIRETA X LOGÍSTICA REVERSA	31
3	DEFINIÇÃO DE LOGISTICA REVERSA	33
3.1	LOGÍSTICA REVERSA E SUA RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL	33
3.2	LOGÍSTICA REVERSA E A SUSTENTABILIDADE	34
3.3	CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS NA LOGÍSTICA REVERSA	35
3.4	LOGÍSTICA REVERSA NO ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES NO CICLO DE VIDA	36
3.5	LOGISTICA EMPRESARIAL DIRETA E REVERSA – DEFINIÇÃO CLÁSSICA	37
3.6	DIFERENÇA ENTRE LOGISTICA REVERSA E LOGISTICA VERDE	39
3.7	LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-VENDA E PÓS-CONSUMO	40
3.8	CADEIA DE SUPRIMENTOS E SUA RELAÇÃO COM O CICLO REVERSO	41
3.9	ADMINISTRAÇÃO AGRAGADA A RESÍDUOS	42
3.10	LOGISTICA REVERSA E O GERENCIAMENTO DE FLUXOS DE MATERIAIS	44

3.11	NORMAS DA LOGISTICA REVERSA	46
3.12	INTEGRAÇÃO DE PROCESSOS	46
3.13	CADEIA DE VALOR	47
3.14	TÉCNICAS ELABORADAS DENTRO PROCESSO	48
3.15	ANALIZAR E MOLELAR PROCESSOS	50
3.16	EMPECILHO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO	50
4	GESTÃO ADMINISTRATIVA NA LOGÍSTICA REVERSA	52
4.1	SUPERVISÃO E COMPROMETIMENTO DE PARECERIAS	52
4.2	GESTÃO DE INFORMAÇÃO DENTRO DO CICLO REVERSO	55
4.2.1	A GESTÃO DE INFORMAÇÃO: LOGÍSTICA TRADICIONAL E LOGÍSTICA REVERSA	56
4.3	OBTENÇÃO DE INFORMAÇÃO NA LOGÍSTICA REVERSA	57
4.3.1	TRANSMISSÃO DE DADOS NA LOGÍSTICA REVERSA	57
4.4	DEFINIÇÃO DA GESTÃO DE RISCO	58
4.4.1	DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA GESTÃO DE RISCOS	59
4.5	DIFERENCIAL COMPETITIVO NA CRIAÇÃO DE PRODUTOS	61
4.6	GESTÃO CONTÁBIL-FINANCEIRA E ORÇAMENTÁRIA	62
4.6.1	ADESÃO E ADMINISTRAÇÃO DE FATOS CONTÁBEIS RELACIONADOS COM A LOGÍSTICA REVERSA	62
4.7	INFRAESTRUTURA E ESPAÇO NA LOGÍSTICA REVERSA	64
4.8	GESTÃO DE DESEMPENHO.	67
4.8.1	DIVERSIDADES DA LOGÍSTICA REVERSA E COMO AVALIAR O SEU DESEMPENHO	69
5	RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	71
5.1	INTRODUÇÃO	71
5.2	DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	72
5.3	DIFERENÇA ENTRE LIXO, RESÍDUO E REJEITO	73
6	FORMULAÇÃO ESTRATÉGICA DE LOGÍSTICA REVERSA	75
6.1	DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIA	75
6.2	VARIAÇÕES DE PLANOS E SEUS TIPOS	76
6.3	5 PS PARA ESTRATÉGIA DE MINTZBERG	77
6.4	MEIOS PARA DETERMINAR A FORMULAÇÃO ESTRATÉGICA	78

6.5	O MODELO DAS CINCO FORÇAS COMPETITIVAS DE PORTER	
	80	
6.6	BALANCED SCORECARD	81
6.7	PASSOS PARA DEFINIÇÃO DE VERTENTE ESTRATÉGIA NA FORMULAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA.	83
6.7.1	PASSO 1 – ESTABELECIMENTO DA VISÃO	84
6.7.2	PASSO 2 – ANÁLISE ESTRATÉGICA	85
6.7.3	PASSO 3 – PLANO DE LOGÍSTICA REVERSA	89
6.7.4	PASSO 4 – GERIR MUDANÇAS	90
7	ELABORAÇÃO E ACONDICIONAMENTO	91
7.1	IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE GERAÇÃO	91
7.2	AMOSTRAGEM	92
7.3	CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO	92
7.4	SEGREGAÇÃO	93
7.5	ACONDICIONAMENTO	94
7.6	ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO	95
7.7	COLETA E TRANSPORTE	95
7.8	QUANTIFICAÇÃO DO RESÍDUO NO GERADOR	95
7.9	RECEPTORES	96
7.10	TRANSPORTADORES	96
7.11	COLETA	97
8	PROCESSOS	98
8.1	BENEFICIAMENTO	98
8.2	RECEBIMENTO	99
8.2.1	PRÉ-TRATAMENTO E ENCAMINHAMENTO	99
8.3	ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO	100
8.4	PRÉ-TRATAMENTO	100
8.4.1	SEPARAÇÃO OU TRIAGEM	101
8.4.2	REDUÇÃO DE VOLUME	102
8.4.3	LAVAGEM	103
8.4.4	DESMANCHE	103
8.5	TRATAMENTO	104
8.5.1	REPARO	104
8.5.2	RECONDICIONAMENTO	104

8.5.3	RENOVAÇÃO	105
8.5.4	REMANUFATURA	105
8.5.5	RECICLAGEM INDUSTRIAL	105
8.5.6	DESCONTAMINAÇÃO	106
8.5.7	INCINERAÇÃO	107
8.5.8	COMPOSTAGEM E OUTROS PROCESSOS	108
8.6	ENCAMINHAMENTO	108
8.7	DEFINIÇÃO DE MODELO DE BENEFICIAMENTO	108
8.8	CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO BENEFICIAMENTO	110
8.9	DESTINAÇÃO FINAL	110
8.9.1	DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS E REJEITOS	110
8.9.2	DOAÇÃO, REÚSO E COMERCIALIZAÇÃO	111
9	RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	112
9.1	INTRODUÇÃO	112
9.2	DEFINIÇÃO DE ELETROELETRÔNICOS	113
9.3	COMO A GESTÃO AMBIENTAL IMPACTA OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	114
9.4	CICLO DE VIDA DOS EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS	116
9.5	PRODUÇÃO E CONSUMO DE REEE	119
9.5.1	ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	121
9.5.2	INDICADORES DE IMPACTO E A MENSURAÇÃO DE QUALIDADE	123
9.6	DESIGN E SUSTENTABILIDADE	123
9.6.1	GESTÃO AMBIENTAL E O SEU COMPROMENTIMENTO SUSTENTÁVEL COM A LOGÍSTICA REVERSA	124
9.6.2	DESIGN E A QUESTÃO SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE REEE	125
10	ASPECTO LEGAL DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL	127
11	ECONOMIA NA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS	129
11.1	ABORDAGEM CONSTITUCIONAL E ECONÔMICA	129
11.2	ENTRAVES E OPORTUNIDADES	132
11.3	PENALIZAÇÕES E INCENTIVOS ECONÔMICOS E FISCAIS	132
12	PARTICIPAÇÃO DOS PRODUTOS PÓS-CONSUMO E RESÍDUOS NA LOGÍSTICA REVERSA DE REEE'S	135

12.1	O VALOR DO RESÍDUO NA CADEIA REVERSA	136
12.2	ECONOMIA FINANCEIRA, FERRAMENTAS ADMINISTRATIVAS E SUA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE REEE	137
12.2.1	RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)	137
12.2.2	VIABILIDADE ECONÔMICA DA LR	139
12.2.3	CAPITAL DE GIRO DESTINADO ÀS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA REVERSA	140
12.2.4	PONTO DE EQUILÍBRIO	141
12.2.5	RETORNO DE INVESTIMENTOS NA LR	142
12.2.6	RETORNO DO INVESTIMENTO (TIR - TAXA INTERNA DE RETORNO)	142
12.2.7	CONTABILIDADE AMBIENTAL PARA A MENSURAÇÃO DA LR	143
13	CATADORES E SEU DESEMPENHO NO PROCESSO	145
13.1	COMPOSIÇÃO E SEU IMPACTO	145
13.2	PAPEL DO CATADOR NO PROCESSO LOGÍSTICO	147
13.3	RISCOS A SEREM EVITADOS	148
13.4	PNRS	149
13.5	INFORMALIDADE DO PROCESSO	150
14	PROCESSOS ATUAIS E SEPARAÇÃO	152
14.1	INVESTIMENTO E OS ASPECTOS OPERACIONAIS DA GESTÃO DE REEE	153
14.2	PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS	154
15	CENTRO DE DESCARTE E REUSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA (CEDIR)	156
15.1	INTRODUÇÃO	156
15.2	HISTÓRICO	157
15.3	COMISSÃO DE SUSTENTABILIDADE	158
15.4	SELO VERDE	158
15.5	CENTRO DE DESCARTE E REUSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA (CEDIR)	159
15.6	CRIAÇÃO DA CADEIA DE TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA	159
15.6.1	PRIMEIRA COLETA DE RESÍDUOS E SEUS RESULTADOS	160

15.6.2	EVOLUÇÃO DO CEDIR	161
15.7	PROCESSOS LOGÍSTICOS REALIZADOS	163
15.7.1	RECEBIMENTO	163
15.7.2	ARMAZENAMENTO	164
15.7.3	SEPARAÇÃO E TRIAGEM	165
15.7.4	DESCARTE	166
15.7.5	DESTINAÇÃO FINAL	167
15.8	OS QUATRO PILARES DE SUSTENTABILIDADE (ÁREAS DE ATUAÇÃO DO CEDIR)	167
15.8.1	ASPECTOS AMBIENTAIS	167
15.8.2	ASPECTOS SOCIAIS	168
15.8.3	ASPECTOS ECONÔMICOS	168
15.8.4	ASPECTOS CULTURAIS	169
15.9	VISITAS GUIADAS	171
15.10	PRÊMIOS RECEBIDOS	171
15.11	PROJETO ECOELETRO	172
15.12	PRINCIPAIS EVENTOS HISTÓRICOS DO CEDIR	173
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	176
	REFERÊNCIAS	178
	APÊNDICE	196

## 1. INTRODUÇÃO

No passado, a gestão da logística estava intimamente ligada com o transporte, organização e sobrevivência na guerra e de tempos remotos em que se precisava de recursos a serem transportados e geridos. Após a industrialização, a ascensão empresarial forçou a logística a adotar um novo conceito que se adaptaria à comunidade dos negócios, surge assim, a logística empresarial.

De acordo com Ballou (2009), as empresas estiveram permanentemente envolvidas em atividades de movimentação-armazenagem (transporte-estoque). Segundo ele, a novidade passaria a estar no conceito recém-formado da gestão coordenada de atividades inter-relacionadas, em substituição histórica de administrá-las separadamente, e o conceito de que a logística agrega valor a produtos e serviços essenciais para a satisfação do consumidor e o aumento das vendas, portanto essencialmente vital à saúde e rentabilidade das corporações.

A gestão empresarial brasileira, que conta com o auxílio da logística, viu um novo cenário nascer em 2010, especificamente na lei nº 12.305 (PLANALTO,2010). Com a formalização constitucional da logística reversa, um novo panorama se instaurou no mundo empresarial e deu margem para a discussão da gestão ambiental, um assunto atual e igualmente significativo.

Além disso, a importância ambiental dá-se devido à confirmação rápida e progressiva da sobrecarga que o planeta está sofrendo devido à extração de seus recursos, principalmente para a produção de materiais eletrônicos, impulsionada pela quarta revolução industrial que o mundo presencia no quadro atual. A logística reversa e a administração ambiental, nesse caso, auxilia na gestão de diretrizes gerais aplicáveis na minimização do ônus ambiental e na prospecção competitiva do mercado, embora nem todas as corporações aderem a essas práticas.

Diante desse contexto, torna-se essencial o conhecimento acerca da gestão logística reversa dos resíduos eletrônicos e seu impacto na vida empresarial, uma vez que tais conhecimentos tangem a vida ecológica de todos os seres a nível social. E, além disso, a sua aplicabilidade configura-se beneficentemente para a administração de empresas, bem como a estrutura ambiental.

## **1.1 PROBLEMATIZAÇÃO**

De acordo com o Projeto de Lei nº 2940, de 2005 que institui normas para o gerenciamento e destinação final do lixo eletrônico, define-se por lixo eletrônico todo resíduo material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, que estejam em desuso e sujeitos a disposição final (PLANALTO, 2005). Logo, resíduos eletrônicos consistem em equipamentos eletroeletrônicos descartados ou obsoletos, podendo causar graves problemas ambientais, uma vez que em sua composição pode haver materiais tóxicos e de difícil degradação. Além de que, uma vez que o lixo eletrônico é jogado no aterro, não há mais a separação e triagem.

Sob esse aspecto, é possível notar que algumas organizações aderem ao sistema de logística reversa para justamente minimizar os efeitos nocivos do lixo para a sociedade. Tal sistema corresponde às atividades que visam o reaproveitamento de sobras de matéria prima, à reciclagem ou ao reuso de materiais, podendo ou não ser incorporados no processo produtivo (ALVES, 2016). Apresenta-se, entretanto, na sociedade, uma prática que ainda não é adotada por todas as empresas, embora possa beneficiar a economia, a imagem da instituição e o meio ambiente.

Afinal, a Logística Reversa é de fato benéfica para as empresas?

## **1.2 HIPÓTESE**

É pressuposto que a longo prazo a gestão ambiental pode influenciar na imagem empresarial da organização; tal como impulsionar uma maior capacidade produtiva, diminuindo custos operacionais e otimizando o tempo de produção.

### **1.3 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem como finalidade realizar uma análise dos processos logísticos, visando compreender de que modo a logística reversa de resíduos eletroeletrônicos pode ser vantajosa para a indústria e o setor ambiental brasileiro, buscando trazer benefícios ecológicos e sustentáveis.

#### **1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Demonstrar como o resíduo eletroeletrônico obsoleto e seu descarte ineficiente pode ser prejudicial ao setor ambiental, analisar as empresas que realizam o processo de logística reversa do resíduo eletroeletrônico, tendo como foco na eficiência e no gerenciamento sustentável, estudar como ocorre o ciclo de vida do resíduo eletroeletrônico, sua coleta, separação, armazenagem e destinação final adequada, apontar os desafios e falhas sucedidos no processo logístico, explanando a falta de fiscalização, informalidade e incentivos fiscais acerca deste setor, apresentar vantagens e benefícios da gestão ambiental, no incentivo da formação e imagem empresarial, e expor a empregabilidade do sistema logístico.

### **1.4 JUSTIFICATIVA**

Atualmente a sociedade está dentro do processo da quarta revolução industrial, que engloba um sistema amplo de tecnologias avançadas, mudando toda forma de negócios e modelos de produção num todo, no Brasil e no mundo. Tal fato vem gerando cada vez mais aumento no consumo de eletroeletrônicos, tornando-se

necessário o fortalecimento da logística de tais resíduos, uma vez que se tornam inutilizados, pois tais rejeitos possuem substâncias nocivas ao meio ambiente e ao ser humano.

E com o objetivo de dar enfoque para o tema, o trabalho buscar apontar os desafios e falhas no modelo processual atual para lidar com esses resíduos, como a informalidade, falta de fiscalização, de incentivos fiscais e do conhecimento em si sobre como funciona e como pode ser benéfico para empresa e para o setor econômico num geral, além de beneficiar o meio ambiente e a sociedade consequentemente. Logo, o trabalho busca deixar explícito os problemas a serem tratados nesse processo logístico e mostrar como a adoção dele pode beneficiar a empresa, assim estimulando o crescimento e fortalecimento da logística reversa de resíduos eletrônicos.

## **1.5 PERTINÊNCIA**

O estudo da gestão processual e estratégica da logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos tem como proposta apontar e documentar os benefícios e desafios na adoção deste método para o ambiente industrial e corporativo em sua relação socioambiental.

## **1.6 RELEVÂNCIA**

Com a intenção de resolver tal problemática, em 2010 entrou em vigência o artigo em que diz respeito à responsabilidade empresarial de desenvolver um sistema de logística reversa para o seu produto inutilizável.

A logística reversa é um dos instrumentos de execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei 12.305/2010), caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios com objetivo de viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos

sólidos ao setor empresarial, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (PORTAL MEIO AMBIENTE.MG, 2022)

Com a ascendente carência do mercado na elaboração e compreensão do sistema de logística reversa para os seus produtos, mostra-se um cenário de impasse para o desenvolvimento econômico e ambiental, revelando-se, então, um tema relevante para debate em nossa sociedade.

## **1.7 VIABILIDADE**

Com o aumento significativo do consumo de eletroeletrônicos e, conseqüentemente do seu descarte incorreto, nota-se fundamental o fortalecimento do setor de logística reversa a fim de garantir uma destinação correta para tais resíduos.

O presente trabalho busca atingir seus objetivos a partir de um estudo de caso no Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), que está inserida no campus da Universidade de São Paulo (USP). O próprio site da universidade define o objetivo da empresa como:

O CEDIR faz parte da Prefeitura do Campus USP da Capital, e foi inaugurado em 2009, o objetivo principal de realizar o gerenciamento adequado de equipamentos de informática e telefonia descartados pelas Unidades da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (CUASO) e da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), na USP Leste, além do Quadrilátero da Saúde e Direito (QSD). Ele foi elaborado em parceria com dois programas do Massachusetts Institute of Technology (MIT), além de seguir as diretrizes mundiais de sustentabilidade definidas pela ONU, no World Summit, de 2005. (USP 2009)

## **1.8 METODOLOGIA**

O presente trabalho tem como abordagem utilizar o método de pesquisa descritiva sobre os resíduos eletroeletrônicos a fim de estudar a gestão de todo o processo da logística reversa realizada pela organização CEDIR (Centro de Descarte

e Reuso de Resíduos de Informática). Ademais, a análise da gestão ambiental será alcançada através da observação de informações obtidas por meio de entrevistas com um profissional da empresa que será estudada. Além disso, como base para tal análise será utilizada fonte de pesquisa secundária, tal como livros da área do foco de estudos.

Por fim, a apresentação dos resultados se dará qualitativamente, desejando entender as vantagens empresariais trazidas ao aderir a logística reversa, falhas e desafios no processo logístico e os benefícios ecológicos e sustentáveis trazidos por ela.

## **2 A LOGÍSTICA NA ADMINISTRAÇÃO**

### **2.1 DEFINIÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO**

Gerenciamento de uma fábrica, sistematização de etapas, organização de arquivos, planejamento de projetos, gestão de pessoas, contabilização de custos e recursos, todos esses processos fazem parte da área de Administração, que se torna fundamental para o bom funcionamento de uma empresa e o alcance de resultados por ela almejados. Ela conta com quatro pilares fundamentais que definem sua função: Planejamento, para efetuar tarefas, utilizando a menor quantidade de esforços, recursos e tempo possíveis, prevendo erros, futuros problemas e conseqüentemente, obtendo sucesso nelas. Organização, de funcionários, arquivos, até os recursos e produtos, que é essencial para o desempenho da empresa. Direção, que conta com o apoio dos cargos gerenciais, com a função de direcionar os colaboradores para que todos trabalhem com um único objetivo e seguem um caminho comum a todos. E, por último, controle, que é a garantia de que o planejamento feito anteriormente está dando certo e sendo cumprido à risca. O profissional desta área, o administrador, terá a maior responsabilidade de fazer a indústria crescer e evoluir no mercado, o que, o torna um profissional indispensável em qualquer empresa que atuar.

Uma definição muito válida é a de Chiavenato (2007 p.3), "A Administração é o veículo pelo qual as organizações são alinhadas e conduzidas para alcançar excelência em suas ações e operações para chegar ao êxito no alcance de resultados."

Sendo assim, a administração nada mais é que um conjunto de práticas e técnicas que usam dos recursos disponíveis, para desenvolver e melhorar uma corporação no mercado.

Além de garantir que os colaboradores, supervisores, gerentes estejam trabalhando em prol de um objetivo, o sucesso da empresa no mercado, ela apresenta conceitos na base fundamental de uma empresa: Produção, Financeiro, Marketing e Recursos Humanos e Logística.

## **2.2 DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA**

Dentre tantas áreas da administração, a logística é uma das mais importantes quando se trata de ter uma boa gestão e planejamento. Segundo Netto, "é a arte que trata do planejamento e da realização de projeto e desenvolvimento, obtenção armazenamento, transporte, distribuição [...]". (MARCO .2017, pág. 2).

É uma especialização da área administrativa, que visa a execução da evacuação de material, desde a entrada do produto na fábrica, até a entrega dele ao cliente.

Tornando-se assim, uma área que envolve muitos procedimentos que devem ser apurados de forma muito cuidadosa, tendo um olhar estratégico para todas essas etapas e processos anteriormente citados.

Sendo assim, a logística como um todo, se dá a partir da necessidade de um cliente em comprar algo, pois sem essa necessidade, não haveria transporte e nem produção, o que gera até um elo entre marketing e finanças.

## **2.3 EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA DIRETA**

Desde a Pré-História, os seres humanos já necessitavam de ter um bom planejamento de alimentos para sua sobrevivência, passando assim, a criar ferramentas de caça que facilitariam sua sobrevivência diária, como lanças e arcos.

Fora que ainda tinham que lidar com o fator do frio extremo, resultando na descoberta do fogo, trazendo novas formas de se alimentar e permitir com que os alimentos durem mais tempo.

O que gerou um pequeno esboço a eles do que seria "gestão". Uma vez que tinham que preparar, caçar e planejar antes de tudo isso, a quantidade necessária de provisões para se manterem vivos.

Com o passar do tempo, quando os povos foram evoluindo e se expandindo numericamente e tecnologicamente, começaram a haver guerras entre si, ocasionando a escassez de comidas e suprimentos, gerando novamente a necessidade de se ter a logística implantada em cada região e cidade, a fim de suprir todas essas demandas e recursos necessários para esses confrontos bélicos.

É curioso mencionar, que no período da idade média, a logística ganhou uma evolução enfatizada em feudos e castelos, já que em ambos a armazenagem era um dos pontos mais importantes de se ter em bom estado, pois demandava uma cautela em relação a alimentação e cuidado de toda a população.

Avançando ainda mais em sua linha de evolução, a logística teve seu ápice mesmo, na Revolução Industrial, onde aqui, o conceito de planejamento, linha de produção, estocagem e transporte, ganharam força. Pois como as empresas eram extremamente focadas na rapidez e na alta produção, tudo tinha que ser plenamente calculado e planejado. Basicamente sem erros.

E desde esse período, tudo o que conhecemos de logística, se deu graças a todas essas trocas e meios de sobreviver. Hoje, com o crescimento do mercado, da população, e principalmente da Internet, cada vez mais a área da logística cresce, trazendo novos estudos e técnicas capazes de suprir as necessidades de armazenar, produzir, transportar, otimizar e planejar. Tudo, claro, dentro do menor prazo possível.

## **2.4 LOGÍSTICA DIRETA X LOGÍSTICA REVERSA**

A Logística Direta se difere da Logística Reversa em alguns pontos. A principal diferença os próprios nomes já revelam, segundo o Minidicionário Escolar da Língua Portuguesa (2017, p. 281), em uma das definições da palavra "reverso", há "lado oposto ao principal", logo, a Logística Reversa percorre inversamente todo o percurso que a Logística Direta faz.

Como dito anteriormente, a Logística tem por foco gerir todos os processos empresariais envolvidos com a produção de produtos, desde a escolha de

fornecedores para a compra de matérias-primas até a entrega do produto ao consumidor final, buscando melhores alternativas de agregar valor e para que ocorra a otimização de recursos, tempo e custo.

Em contraste, a Logística Reversa está mais focada na recuperação dos resíduos eletrônicos após o tempo de vida útil desses produtos, coletando-os dos consumidores e seguindo um fluxo reverso desses produtos que passam por diversos processos até serem reaproveitados ao máximo, trazendo assim diversos benefícios e cuidados ao meio ambiente, pois além de reaproveitamento há diminuição de chances desses resíduos poluírem o meio ambiente, trazendo problemas a ele e à sociedade, e benefícios à imagem empresarial que é feita uma vez que os clientes percebem esse compromisso da empresa com o meio ambiente e a sociedade, o que pode ajudar muito no sucesso empresarial.

Na tabela abaixo conseguimos, de forma mais sucinta, diferenciar as duas:

**Tabela 1 – Diferenças entre logística direta e logística reversa**

<b>Logística direta</b>	<b>Logística reversa</b>
Fluxo direto de produtos	Fluxo reverso de produtos
Trabalha com matérias primas/ produtos prontos para o uso/ consumo	Trabalha com produtos que já foram usados e passaram do seu tempo de vida útil
Agrega valor ao produto	Recupera o valor do produto
Transformação da matéria prima em produto	Transformação dos produtos em matérias primas
Possível controlar qualidade e demanda	Difícil de controlar qualidade e demanda
Preocupação com a entrega do produto ao cliente no prazo	Preocupação com o descarte correto/ aproveitamento de recursos

Fonte: Autores

### **3 DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA**

#### **3.1 LOGÍSTICA REVERSA E SUA RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL**

O desenvolvimento econômico de um país, região ou cidade, está predominantemente associado ao fortalecimento das relações econômicas entre empresas, governo e unidades familiares. Este crescimento é atingido uma vez que os preços e os volumes dos bens produzidos pelo país atingem certas condições, tal como gerar volume de vendas suficientes para que a empresa possa auferir lucros. Tais lucros, associados a investimentos, podem gerar efeitos favoráveis: Maior contratação; aumento nas rendas familiares (devido à alta empregabilidade); aumento na arrecadação de tributos voltados ao governo, que o direciona a infraestrutura; e aumento de recursos para reinvestimento. Logo, o setor produtivo está intrinsecamente relacionado com a sociedade, uma vez que o setor produtivo gera bens e serviços que atendem a essa demanda social, impulsionando a sociedade a gerar capitais que paguem por esses bens.

Para funcionamento do setor produtivo, é necessário recurso proveniente da natureza, muitas vezes não renováveis. Nesse contexto, o crescimento econômico acontece quando tais recursos naturais são aplicados no setor produtivo e transformados em bens e serviços que atendem a crescente demanda da sociedade. Entretanto, se as relações entre o sistema produtivo e a sociedade se dão positivamente, as relações entre o sistema produtivo e o sistema natural se dão de forma contrária. Tal consumo insustentável surgiu como consequência da industrialização e o crescimento populacional no século anterior, gerando, por exemplo, um aumento exagerado na demanda de tais recursos. Por assim, surgiram depósitos enormes de resíduos sólidos, tratados de maneira irresponsável, e no setor de transporte e produção de tais bens, a problemática está relacionada a emissão de gases para atmosfera, poluição de rios, entre outros. Logo, no final de todas essas

cadeias, o sistema natural, que já foi afetado pela extração de recursos, é prejudicado pelas mais diversas facetas da poluição, gerando uma crise ambiental. Tal fato impacta diretamente no sistema produtivo, que depende diretamente do sistema natural, também impactando na sociedade e no setor econômico num geral, assim ameaçando a qualidade de vida, o crescimento econômico, e também, de forma mais ampla, o futuro do ser humano no planeta.

Percebe-se então que o setor produtivo, na produção de bens e serviços para atender a sociedade, está limitado pelo sistema natural. Logo, tendo o sistema natural em posição "envolvente" sobre o setor produtivo e a sociedade, faz com que o conceito de desenvolvimento sustentável apareça como uma forma de reflexão para que a sociedade realize escolhas mais sustentáveis, socialmente responsáveis e economicamente viáveis.

### **3.2 LOGÍSTICA REVERSA E A SUSTENTABILIDADE**

Segundo o a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED), o desenvolvimento sustentável é definido como:

Um novo tipo de desenvolvimento humano capaz de manter o progresso humano não apenas em alguns lugares e por alguns anos, mas em todo o planeta e até um futuro longínquo [...]. É aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as necessidades de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. (WCED, 1987).

Essa definição altera radicalmente a tomada de decisões dos agentes de desenvolvimento (governadores, empresários etc.), uma vez que os mesmos apenas consideravam fatores econômicos. Entretanto, os mesmos agentes precisam considerar agora fatores sociais e ambientais (triple botton line).

Em específico sobre a tomada de decisões, em relação do uso de recursos não renováveis ou a retirada de resíduos que afetam negativamente o meio ambiente, o desenvolvimento sustentável se traduz por meio da reciclagem, reuso, recuperação e gerenciamentos desses resíduos sólidos. Para viabilizar tal processo, a empresa cria canais de distribuição reversa, que reincorporam esses bens ao ciclo de negócios ou produtivo. Logo, trata-se de planejar, operar e controlar tais processos logísticos de

modo que haja agregação de valor social, econômico, ecológico ou de imagem. Desse modo, a gestão desse sistema reverso pode gerar vantagem competitiva sobre outras empresas uma vez que o relacionamento com os outros agentes da cadeia produtiva, clientes e governo, melhoram, podendo até se converter em ganho econômico.

Esta preocupação com o processo reverso desses materiais vem sendo objeto de estudo desde os anos de 1970, sendo empregado diferentes termos para tratar do assunto, como os termos “canais reversos” e “fluxos reversos”, criados pelos trabalhos de Gultinan e Nwokoye (1974). A partir de 1990 desenvolveu-se várias outras concepções, com destaque para o termo “logística reversa” por Rogers e Tibben-Lembke (1998), caracterizando-o como o processo contrário da logística. Tal termo foi definido como um processo eficiente e de baixo custo, de planejamento e controle do fluxo de materiais, do ponto de consumo até a origem, para que se obtenha agregação de valor ou descarte eficiente.

### **3.3 CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS NA LOGÍSTICA REVERSA**

Os bens provenientes do sistema produtivo, para atender as demandas sociais, tem como origem recursos provindos do sistema natural, e termina no pós-consumo. Tais bens podem ter uma destinação final (aterro, incineração etc.) ou retornar ao setor produtivo (reciclagem).

O ciclo de vida de um produto pode ser compreendido como um conjunto de fases que compõe a história do produto, valendo ressaltar que se difere da definição do ciclo de vida de um produto no mercado, que contam com as fases do lançamento, crescimento e declínio do mesmo. Nesse sentido, para oferecer um produto mais sustentável, os atores de todas as fases do ciclo de vida deste produto necessitam procurar caminhos para um desenvolvimento ambiental, social e econômico melhor, a fim de atingir a sustentabilidade do produto.

É importante que se tenha uma visão ampla das fases desse ciclo de vida, uma vez que tal perspectiva pode levar ao aprimoramento da tomada de decisões de alguma solução em um problema de alguma fase, sem que prejudique outra. Por exemplo, na produção de algum bem deve-se levar em conta como se da sua produção, de modo que não se utilize de trabalho escravo, exploração infantil e de

terras indígenas, e também em seus pós consumo (descarte, reciclagem etc.). Essa gestão de todas as fases do ciclo de vida de um produto tem como resultado a sustentabilidade da empresa. Uma das ferramentas que podem ser utilizadas no auxílio de tal gestão é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a própria logística reversa, dentre outros.

A logística reversa em si contempla diversas fases desse ciclo, bem como a reciclagem, o reuso, reparo e destinação final. Portanto ela se mostra uma ferramenta essencial no ganho ambiental, social e econômico, dentro da gestão do ciclo de vida dos produtos. A reciclagem, por exemplo, atua na diminuição da demanda de recursos naturais, representa a inclusão social, gera renda para catadores e ainda proporciona uma redução nos custos do setor produtivo.

### **3.4 LOGÍSTICA REVERSA NO ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES NO CICLO DE VIDA**

Atualmente o cenário atual é de grande conscientização ecológica e pressões sociais e governamentais acerca da temática, fazendo com que a logística reversa seja um atrativo competitivo para as empresas, uma vez problemas ambientais relacionados a resíduos são provenientes de redes dispersas e excessivas. Entretanto, torna-se necessário distinguir duas diferentes situações envolvendo a necessidade da logística reversa.

Para exemplificar, no primeiro caso temos uma empresa que gera resíduos e emite gases acima do normal. Este é um caso simples de se atribuir responsabilidade, pois trata-se de um problema estruturado, cuja solução baseia-se na necessidade de uma gestão interna ou da gestão da cadeia de suprimentos.

Como segundo exemplo, temos uma cadeia de suprimentos onde seu produto final é muito pulverizado, como é o caso das sacolas plásticas. Caso haja grande dispersão e elevado número de usuários desse bem, torna-se desafiador para a logística reversa atribuir alguns ou um agente responsável dentro dessa cadeia, uma vez que não se trata de um problema estruturado. A forma ideal de lidar com este problema é a governança da sustentabilidade, que buscar englobar todos os agentes envolvidos nesta cadeia.

Dentro desse contexto de gestão e governança, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) traz o conceito da responsabilidade de todos os atores responsáveis no ciclo de vida de um produto, definida como:

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. (Lei nº 12.305/2010).

Quando a logística reversa de um determinado ciclo de vida de um produto é cercada de vários atores nas diversas fases de seu ciclo, com interesses próprios, as decisões não podem ser tomadas sem antes considerar os fatores de engajamento e relação entre todas essas fases. Logo, a busca por estratégias compartilhadas para lidar com problemas da logística reversa, envolvendo a gestão e governança, é o melhor caminho para um gerenciamento eficiente do ciclo de vida dos produtos. Ademais, associados as etapas desse processo logístico (reciclagem, reuso, reparo e recuperação), esse gerenciamento proporciona ganhos ambientais, uma vez que diminui o descarte ineficiente de resíduos e diminui a demanda por recursos naturais; impactos econômicos positivos, por meio da redução do impacto do setor produtivo no natural, e maximizando a qualidade do uso dos recursos; e ganhos sociais, com enfoque para os catadores, aumentando o emprego e renda. Contribuindo assim para uma sociedade de baixa emissão de gás carbônico, eficiente uso dos recursos naturais e socialmente inclusiva, denominada pela UNEP de economia verde (UNEP, 2011).

### **3.5 LOGÍSTICA EMPRESARIAL DIRETA E REVERSA – DEFINIÇÃO CLÁSSICA**

A logística empresarial direta é o modelo tradicional de gestão da cadeia de suprimentos utilizada por empresas a fim de garantir o alto padrão de produtividade, qualidade e bom funcionamento da sua organização. O Conselho de Gestão da

Logística (*Council of Logistics Management, in ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999*) define a logística empresarial direta da seguinte maneira:

O processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e custo-efetivo de materiais virgens, inventários intraprocessos, bens finalizados e informações relacionadas, do ponto de origem para o ponto de consumo com o propósito de conformar-se aos requisitos dos clientes. (TIBBEN-LEMBKE, 1999)

Com a intenção de garantir seu objetivo, é importante que a logística empresarial direta utilize técnicas que buscam a alavancagem da velocidade de produção, diminuição de custos totais de operação, assim como a qualidade total, tecnologia da informação e *just in time*.

Já a logística reversa, é um instrumento de execução da PNRS (*Política Nacional dos Resíduos Sólidos*) que realiza exatamente o fluxo inverso da logística direta, ou seja, enquanto esta última busca trabalhar para o produto final chegue adequadamente ao seu consumidor, a logística reversa tem o objetivo de fazer o produto ou resíduo obsoleto (após o uso do consumidor final) retorne à cadeia produtiva a fim de ser transformado e reutilizado. Reduzindo assim, os custos operacionais, otimizando a produção e diminuir demasiados impactos ambientais.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS, Lei nº 12.305/2010), define a logística reversa como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (PNRS, Lei nº 12.305/2010)

Segundo Leite (2003), a logística reversa tem o poder de influenciar em diferentes áreas, como: econômica, social, relações corporativas e até mesmo na imagem empresarial, entre outras. Segundo assim, a logística reversa objetiva agregar valor ao produto obsoleto descartado pós-venda ou pós-consumo, através da gestão de processos, da gestão estratégica empresarial e com a utilização de diferentes canais de distribuição reversos.

Entretanto, nenhuma organização que tenha uma efetiva gestão empresarial, investirá em algum projeto sem a esperança de haver algum tipo de retorno. Portanto, para tornar-se atrativa e então ser aplicada, é necessário que o todo o processo reverso resulte numa otimização da produção, assim como a redução de custos totais, incentivos fiscais ou então agregar valor na imagem corporativa.

Desta maneira, em síntese, ainda de acordo com Leite (2003), a logística reversa envolve o processo de planejamento, implantação e controle de um fluxo de materiais, de produtos em processo, de produtos acabados e de informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem. De forma que os resíduos sólidos obsoletos retornem à cadeia produtiva ou à destinação final adequada de forma que seja benéfica para a corporação, para a sociedade e para o meio ambiente.

### **3.6 DIFERENÇA ENTRE LOGISTICA REVERSA E LOGISTICA VERDE**

Ao contrário do que popularmente é conceituado, a logística reversa difere-se da logística verde. Ambas procuram reduzir os impactos ambientais e sociais que o processo de produção pode trazer. Entretanto, enquanto a logística reversa procura fazer a cadeia produtiva ao contrário, isto é, fazer com que o resíduo obsoleto retorne à cadeia produtiva e então volte a trazer retorno financeiro para a organização em questão; a logística verde busca reduzir os impactos ambientais dentro do processo de produção, sendo assim, quando aplicada com eficiência, foca na diminuição do desperdício de materiais, reutilização de insumos e redução dos impactos ambientalmente negativos. Portanto a logística verde não compactua apenas com a logística reversa, como também é aplicável ao sistema produtivo da logística empresarial direta.

Em resumo, Donato (2008) classifica a logística verde como a parte da logística que se preocupa com os aspectos e impactos ambientais causados pela atividade logística, que pode trazer ganhos ambientais, pois tem como finalidade o desenvolvimento sustentável.

### 3.7 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-VENDA E PÓS-CONSUMO

Leite (2003) define a logística reversas em três grandes áreas: os bens de pós-venda, bens de pós-consumo e resíduos industriais. Além de subáreas, como: garantia e qualidade, aspectos comerciais, substituição de componentes, fim de uso e fim de vida útil.

No Brasil há em vigor o Código de Defesa do Consumidor que fornece garantias para o consumidor referente ao produto comprado. Um dos aspectos defendidos pelos Código é o de garantia e qualidade, que impõe ao fabricante a responsabilidade a quaisquer problemas que o produto sofrido no processo de fabricação, armazenamento, transporte e/ou distribuição.

A recorrência de devolução ou troca de produtos faz-se necessário um sólido problema de retorno desses materiais à sua origem. Em caso de o produto estar danificado, ele deve ir à análise técnica que consiste em:

A) Realizar os reparos necessários para que o produto volte ao mercado ou então;

B) Caso o produto esteja danificado em sua totalidade, o mesmo irá ser encaminhado para o desmanche a fim de realizar o reaproveitamento de peças.

Ainda segundo Leite (2003), um produto pode tornar-se obsoleto por aspecto comercial com a ocorrência de erro de expedição, excesso de estoque, mercadoria em consignação, mudança de estação ou ter seu prazo de qualidade vencido. Neste último caso, o ideal é que tenha a análise e reciclagem dos materiais ainda hábeis a utilização e o resto, encaminhado diretamente para a destinação final ambientalmente correta. Nos outros casos, podem ser distribuídos em mercados secundários, transformados em outros produtos ou então realizar a estocagem até a próxima estação.

Já alguns produtos, originam-se da substituição de componentes, situação em que ao longo de seu ciclo de vida, o produto sofreu diversas manutenções e alterações, neste caso, ele é enviado para remanufatura, reciclagem ou destinação final.

Agora referente aos bens de pós-consumo, ainda segundo Leite (2003), o bem pode chegar ao seu fim de uso, quando não é mais útil ao seu dono anterior, sofrendo manutenção e passado adiante até chegar em seu fim de vida útil. Já esta fase, é quando o produto não serve mais a nenhum proprietário, porque não resistiu às manutenções, ao tempo e/ou ao uso, sendo encaminhado para o desmanche para que tenha o reaproveitamento de peças, e os materiais que não podem ser utilizados ou reciclados são levados diretamente para a destinação final.

E por último, os resíduos industriais são aqueles resíduos que são descartados ou desperdiçados dentro da própria indústria no processo de fabricação. Algumas empresas utilizam-se de tecnologias para realizar o reaproveitamento desses resíduos dentro da própria cadeia produtiva, fabrica produtos secundário como forma de ter retorno financeiro, vende esses resíduos para outras empresas ou então o que não pode ser reaproveitado, é encaminhado para os aterros sanitários.

Um ponto importante a ressaltar, é que as vezes esse processo de retorno ou destinação, pode não ser financeiramente rentável caso seja em uma quantidade pequena em comparação com o gasto realizado. Por isso é imprescindível a parceria de empresas que possuam resíduo obsoleto comum, tornando a garantia de retorno financeiro mais sólida, previsível e planejada.

### **3.8 CADEIA DE SUPRIMENTOS E SUA RELAÇÃO COM O CICLO REVERSO**

Normalmente, a cadeia de suprimentos é tratada como a transferência dos materiais dos fornecedores para os fabricantes e, então, para a rede de distribuidores. Entretanto, a cadeia não necessariamente acaba quando chega no consumidor final. Mesmo após o uso, muitos produtos ainda possuem valor agregado, ou seja, ainda, de alguma forma, ainda é útil. Seja após reparos, manutenção ou até para desmontagem e reaproveitamento de peças. Sendo assim, é necessário readaptar e replanejar a cadeia de suprimentos a fim de incluir novos processos agregados à logística reversa. (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999)

Segundo Valle e Souza (2013), os produtos que se deslocam para fora da cadeia de suprimentos tradicionais para transações comerciais adicionais: Produtos usados são vendidos em mercados secundários, produtos desatualizados são

atualizados para atender às mais recentes normas; componentes avariados são reparados para servir como peças de reposição; estoques não vendidos são recuperados; embalagens reutilizáveis são retornadas e recarregadas, produtos utilizados são reciclados e transformados e transformados em matérias-primas novamente. Portanto, um conjunto de processos que só acomoda o fluxo para frente (*forward*) de produtos em um esquema convencional da cadeia de suprimentos não é responsável pelo que acontece com os produtos após chegarem ao cliente.

Sendo assim, nota-se uma enorme lacuna na cadeia quando ela chega ao consumidor final, mas não se responsabiliza em realizar o processo inverso, ou seja, recapturar os produtos em circulação para agregar novamente o valor econômico, ambiental e social. Dessa forma, é imprescindível um conjunto de processos e gerenciamento para um bom funcionamento desse sistema reverso e melhoria do desempenho empresarial, uma vez que, apesar de novo a logística reversa mostra-se mais econômica e viável do que a extração da matéria-prima, como será abordado mais adiante.

### **3.9 ADMINISTRAÇÃO AGRAGADA A RESÍDUOS**

Vilhena et al. (2010) define a constituição do gerenciamento integrado de resíduos sólidos como:

Um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve com base em critérios sanitários, ambientais, e econômicos, para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de sua cidade. (VILHENA ET AL. 2010)

Porém, na própria definição mostra-se outra lacuna presente no sistema, pois o gerenciamento integrado garante basicamente a coleta de tais resíduos e uma disposição ambientalmente adequada, entretanto, não garante o retorno destes para o ambiental industrial e corporativo, principal lema da logística reversa.

Em contraste à definição de gerenciamento integrado, tem-se uma definição transdisciplinar da logística reversa segundo Valle e Souza (2013):

A logística reversa é o processo de recuperação dos resíduos de pós-venda ou de pós-consumo, pela coleta, pré-tratamento, beneficiamento e distribuição, de forma a ou retorná-los à cadeia produtiva, ou dar-lhes destinação final adequada. Deve focar a minimização dos rejeitos e dos impactos ambientais, sociais ou econômicos. Este processo incorpora as atividades operacionais, de gestão e de apoio que, de forma integrada e envolvendo os diversos atores, planejem e viabilizem a implementação das soluções mais adequadas para os resíduos. (VALLE E SOUZA, 2013)

Portanto, torna-se necessário que a interdisciplinaridade esteja presente em todo o sistema de logística reversa, a fim de pensar em todo o ciclo de vida do produto e pensar em todas as variabilidades que envolvem tal sistema. Desta maneira, torna-se possível realizar uma gestão mais englobada e eficiente.

### **3.10 LOGÍSTICA REVERSA E O GERENCIAMENTO DE FLUXOS DE MATERIAIS**

O caminho do resíduo sólido a ser seguido depende das condições físicas e potenciais deste material. Podendo seguir com algumas possibilidades de acordo com seu estado, sendo elas: reuso direto, reembalagem, revenda, desmanche, remodelagem, remanufatura, recondicionamento, reciclagem industrial, incineração, destinação final. (VALLE; SOUZA, 2013)

- A. Reuso direto: quando o produto após a utilização inicial ainda está em condições de funcionamento sem necessariamente sofrer manutenção ou melhoramento;
- B. Reembalagem: ocorre, por exemplo, quando o produto não é utilizado e não possui ou ainda está dentro do prazo de utilização. Neste caso, apesar a reembalagem já é o suficiente para o reuso;
- C. Revenda: é a reinserção do bem ao mercado quando este já não é mais útil para o consumidor anterior. Geralmente, neste caso, acaba utilizando-se de mercados secundários;
- D. Desmanche: também chamada de canibalismo, esta parte destina o resíduo sólido à desmontagem das peças e verificação da qualidade e condições das mesmas para serem destinadas a outros produtos, seja para um novo ou para a reparação de outro. Por isso que a tecnologia e inovação ao desenvolver um produto, pois quando os produtos são feitos visando seu desmanche, é notável a viabilidade e rapidez do processo, garantindo um melhor custo viável;
- E. Remodelagem: ocorre a melhoria do produto, atendendo a demanda do mercado e necessidades ambientais e sociais;
- F. Remanufatura: acontece quando os elementos provenientes do processo de desmanche industrial ou substituição de peças de matérias de bens duráveis passam por um processo de alta tecnologia, provendo sua reutilização de qualidade quase igual ou igual a de produtos novos;
- G. Reconcondicionamento: semelhante a remanufatura, porém o processo é menor, necessário apenas uma limpeza ou manutenção simples;

- H. Reciclagem industrial: é o reaproveitamento de resíduos industriais em final de sua vida útil para a utilização na fabricação de novos produtos, produtos originais ou por outras indústrias;
- I. Incineração: tem como objetivo tratar os resíduos a fim de diminuir sua nocividade ao meio ambiente. É a incineração dos materiais químicos ali presentes;
- J. Destinação final: é quando nenhum dos processos anteriores não podem mais ser aplicados. Neste caso, é comum a destinação aos aterros sanitários, onde os materiais serão tratados e destinados corretamente sem haver poluição ao solo e à água, por exemplo.

### **3.11 NORMAS DA LOGÍSTICA REVERSA**

Com as legislações ambientais cada vez mais rígidas, além de estudos crescentes que demonstram como o avanço técnico-científico pode ser desastroso ao meio ambiente e a sociedade do agora e do futuro, somado à incentivos fiscais e melhor custo-benefício do processo a longo prazo, as organizações estão cada vez mais preocupadas em aplicar a gestão logística reversa a fim de buscar melhor desempenho corporativo e um melhor desenvolvimento sustentável.

Para atingir a eficiência, a questão ambiental passa a ter um papel significativo dentro da organização, envolvendo o planejamento, a implementação e operação, verificação e análise pela administração, no sentido de sempre estar alcançando a melhoria contínua (VALLE; SOUZA, 2013). Neste âmbito, o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) torna-se fundamental para atingir uma maior eficiência.

A norma 14001, por exemplo, especifica os aspectos essenciais de um sistema da gestão ambiental deve conter, habilitando assim, a organização estudar, planejar, desenvolver e implementar objetivos e políticas que capacitem o plano da gestão de processos entrar em ação. O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) mostra-se grande capacidade de ferramenta que auxilia neste processo (VALLE; SOUZA, 2013).

### **3.12 INTEGRAÇÃO DE PROCESSOS**

O conceito de processo pode haver diferentes definições de acordo com cada autor, Cortês; Chiossi (2001), por exemplo, define que processos incluem o desenvolvimento, a fabricação, a montagem do produto, a obtenção de recursos, o preenchimento do pedido, a emissão de crédito e o serviço ao consumidor. O processo integra pessoas, ferramentas e métodos para executar uma sequência de passos com o objetivo definido de transformar determinadas entradas em determinadas saídas.

Portanto, o processo integra ferramentas necessárias, metodologia, objetivo, planejamento, entradas e saídas, tempo, espaço físico e coordenação de todos esses

aspectos para garantir uma estrutura adequada a fim de ministrar produtos de qualidade e eficiência aos consumidores.

### **3.13 CADEIA DE VALOR**

Com o ambiente corporativo cada vez mais incerto, instável e complexo, Valle e Souza (2013) destacam algumas mudanças que as organizações têm passado nos últimos tempos:

- Fragmentação e ausência de continuidade;
- Ausência de linearidade do comportamento das variáveis;
- Multiplicidade de influências e relações (muitas causas e muitos efeitos);
- Amplitude da ação organizacional.

Valle e Costa (2009) ainda destacam a importância de entender o sistema organizacional como um todo. Desprendendo-se do sistema antigo em que cada um faz o seu e no final tem-se um todo. É imprescindível a elaboração de um macro visão organizacional com a intenção de não focar apenas nos objetivos imediatos, mas com uma visão ampla e futurística.

Porter (1991) define a cadeia de valor da seguinte maneira:

É o conjunto de atividades econômicas inter-relacionadas que criam valor para o cliente, segmentado em um conjunto de atividades primárias e outro de atividades de suporte. As atividades primárias são aquelas relacionadas à produção de bens ou serviços e à logística de entrega de insumos e produtos. As atividades de suporte, ou de apoio, dizem respeito à gestão de recursos e de infraestrutura para produção. (PORTER, 1991)

Com isso, ele quis dizer que a cadeia de valor é um dos modelos existentes que são capazes de representar um macro visão da corporação. Podendo abranger a junção das atividades inter-relacionadas que visam o desenvolvimento de valor e atenção para o cliente, incluindo desde o processo de produção, entrega à infraestrutura do espaço para produção. Para Porter, a essência da vantagem

competitiva está inserida na habilidade para gerir as interfaces entre todos os processos da cadeia de valor.

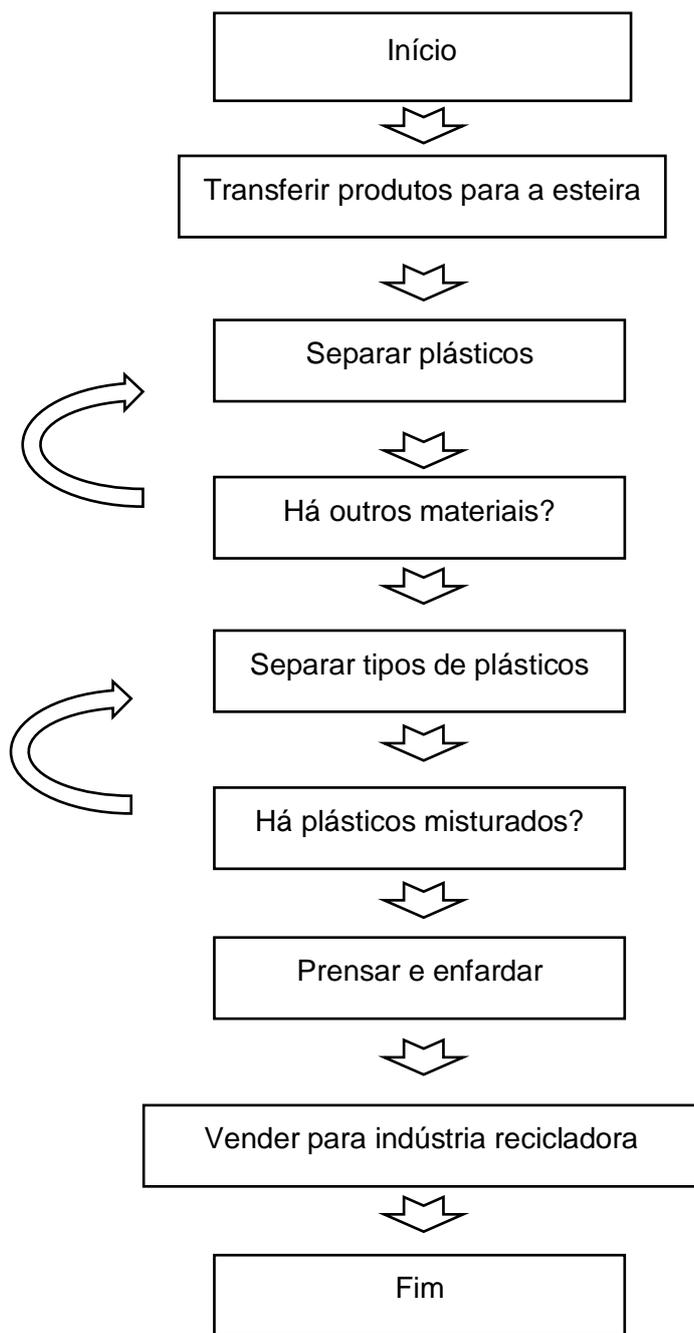
### **3.14 TÉCNICAS ELABORADAS DENTRO PROCESSO**

A partir do planejamento e desenvolvimento da cadeia de valor, é possível organizá-la detalhadamente de modo a facilitar a organização e comunicação tanto interna quando externamente. Isto porque através de um fluxograma, por exemplo, é possível analisar passo a passo toda a cadeia e seus caminhos.

Kettinger et al. (1997) apresentou em seu estudo mais de 72 técnicas possíveis para modelagem de processos. Sendo que apesar de serem sólidas e claras o bastante para serem aplicadas no mundo empresarial, não é possível afirmar que funcionarão para todo tipo de negócio. Por isso é essencial que a organização estude a melhor forma de adequar cada técnica -podendo inclusive fazer um mix de técnicas, caso seja necessário- ao seu plano de negócios.

Um modelo de técnica é o fluxograma. A seguir é possível analisar um exemplo de fluxograma vertical desenvolvido por Valle e Souza (2013):

**Figura 1 - Fluxograma**



Fonte: Rogério Valle e Ricardo Souza, 2013

### **3.15 ANALIZAR E MOLELAR PROCESSOS**

Ao analisar, organizar e planejar o comportamento dos processos através da implementação de técnicas estudadas por Kettinger et al. (1997) é possível:

- A) Identificar a ocorrência de problemas dentro e fora do processo;
- B) Identificar causalidade não previstas;
- C) Identificar as oportunidades de obtenção de melhoria contínua, por meio da comparação de indicadores e índices estabelecidos como padrão (VALLE; SOUZA. 2013).

A técnica de modelagem de processos tem como proposta promover discussões a respeito a relevância e viabilidade das etapas existentes no processo. Provocando reflexões e avaliação de diversos setores especializados a fim de garantir a otimização da produção, do sistema reverso e a boa manutenção dos valores ambientais e sociais.

### **3.16 EMPECILHO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO**

Um estudo realizado por Rogers e Tibben-Lembke (1998) destacou que os aspectos que dificultam os esforços de logística reversa são desencadeados pela falta de sistemas de informação, por questões de competitividade e pela falta de atenção na gestão.

Com isso, torna-se imprescindível a análise de fatores como burocracia e processos que há para a implementação do sistema de logística reversa. Além de técnicas seguras e eficazes de acordo com cada sistema com a intenção de garantir o fluxo correto do ciclo produtivo, garantindo a confiabilidade na gestão do processo. Para que a cadeia funcione de modo fluído e eficaz, é ainda preciso constante avaliação de medidas de desempenho e monitoramento em tempo real da forma mais

adequada para promover a revalorização de produtos e materiais (VALLE; SOUZA. 2013).

## **4 GESTÃO ADMINISTRATIVA NA LOGÍSTICA REVERSA**

A administração, como curso, tem em sua base princípios que visam planejar, organizar e gerenciar o uso dos recursos pessoais e financeiros de uma organização. Sendo assim, uma empresa pode apresentar diversos sistemas e processos que necessitam de um administrador que possa conduzir e gerenciar toda uma cadeia produtiva. Deste modo, a logística reversa apresenta-se uma parcela específica que compete às funções administrativas.

### **4.1 SUPERVISÃO E COMPROMETIMENTO DE PARECERIAS**

Na última década, o gerenciamento da cadeia de suprimentos (supply chain) tornou-se um tópico vital na ciência da gestão e na indústria. Métodos para planejamento colaborativo e diretrizes para cooperação entre parceiros correspondentes -de fornecedores a clientes - foram desenvolvidos e atualizados em curtos prazos. Além disso, devido às mudanças nas atitudes ecológicas dos stakeholders e nos regulamentos ambientais legais, todas as empresas tiveram que ampliar seu sistema de gestão para incluir aspectos ambientais.

A teoria das partes interessadas, ou stakeholders, é uma visão do capitalismo que enfatiza as relações interconectadas entre uma empresa e seus clientes, fornecedores, funcionários, investidores, comunidades e outros que têm participação na organização. A teoria argumenta que uma empresa deve criar valor para todas as partes interessadas, não apenas para os acionistas. De acordo com Freeman, o século 21 é o “gerenciamento para as partes interessadas”, sendo a tarefa dos executivos criar o máximo de valor possível para as partes interessadas sem recorrer a compensações. Sendo assim grandes empresas perdurariam, pois conseguiriam alinhar os interesses das partes interessadas na mesma direção.

Desta maneira, a manutenção e o êxito das corporações dependem da forma como ela administra o relacionamento com estes stakeholders, sendo esse um ofício da gerência. A tarefa gerencial é comandar as expectativas, supervisionar

reclamações, os seus perfis e não exclusivamente o bem-estar de seus acionistas (shareholders). Entretanto, o contato entre a organização e o stakeholder está mais presente à competência operacional e conseqüentemente, tal proximidade revela a necessidade de um modelo de gestão de stakeholders difundido ao longo de seu sistema produtivo, resposta que dará conforto às diversas variáveis controladoras, as parcerias.

Sendo assim, com o ambiente cada vez mais ligado, fornecedores, clientes, consumidores, acionistas, empregados, governo e competidores foram apontados como intervencionistas das empresas e junto a outros conjuntos que influenciam ou podem influenciar a corporação estão reformulados na figura 2.

**Figura 2 - intervencionistas das empresas**



Fonte: Carrol; Oliveira; Freeman. 2004; 2008; 2010.

Estudos mostram (Álvarez-Gil et al., 2007) que uma junção de fatores organizacionais, externos e particulares atuam no êxito do estabelecimento da logística reversa nas empresas. Além disso, as gerencias detêm grande responsabilidade em garantir que as exigências dos stakeholders sejam atendidas prontamente e apresentam satisfação (representação do fator externo), por meio de soluções viáveis nos compromissos da logística reversa.

Paralelamente ao exposto, é possível estabelecer que o melhor gerenciamento de partes interessadas flui quando os diferentes stakeholders são envolvidos nos processos como intervenientes da empresa. Desta maneira, é essencial estabelecer uma relação forte entre os stakeholders que poderão agregar recursos a logística, além de, por exemplo, tomar decisões adequadas e estratégicas para a vitalidade de relações com as parcerias e vantagem empresarial como mostra a figura 3.

**Figura 3 - relacionamento com stakeholders**



Fonte: Álvarez- Gil et al. (2007).

Na figura observa-se reivindicações de diversos stakeholders e as estratégicas respostas para o bom funcionamento de suas parcerias e para a vitalidade da empresa. Separadamente, cada stakeholder tem a sua exigência e, conseqüentemente, as respostas deverão ser diferentes para cada um desses grupos: os acionistas buscam lucro nas empresas que visam a investir, e, como resposta, a organização apresenta o reuso e recondicionamento dos produtos, pois a partir dessas técnicas trará mais lucratividade para os acionistas. Os clientes, por sua vez, podem requerer garantias de manutenção e ordenação dos produtos comercializados, tendo como retorno a implementação de políticas de procedimentos e garantias para reparo dos produtos.

Além da manutenção de parcerias por meio de tomada de decisão estratégica, a empresa também pode solicitar um feedback e solidificar suas relações, proporcionando respostas adequadas para cada situação e grupo. O objetivo desta política é fornecer uma estrutura para reunir, entender e analisar informações sobre as percepções das partes interessadas, sobre a qualidade e eficácia das atividades para uso em processos de desenvolvimento, revisão e garantia de qualidade, a fim e

mostrar o comprometimento com a sociedade. Além disso, a consulta às partes interessadas pode ser usada para avaliar as reações e rastrear as percepções das atividades de uma empresa e garantir a colaboração e parceria com todos os stakeholders. A eficácia a longo prazo de uma organização pode depender de seus relacionamentos com as partes interessadas, garantindo comprometimento e adesão a quaisquer estratégias e desafios futuros. Isso contribui para uma organização mais informada que responde às necessidades de todos os seus usuários.

## 4.2 GESTÃO DE INFORMAÇÃO DENTRO DO CICLO REVERSO

O processo das informações logísticas inicia-se com a identificação das informações essenciais à logística reversa, seguida da coleta de dados referentes ao sistema, uso de produtos e fabricação dos produtos. Essa pesquisa se prolonga do início ao fim do ciclo de vida útil do produto, com a intenção de buscar respostas referente à demanda, recursos disponíveis para produção, quais tecnologias estão atualmente disponíveis que poderão aprimorar a linha de produção e distribuição, capacidade produtiva da empresa, propriedade dos produtos e recursos, riscos, custos, receitas, expectativas e necessidades das partes interessadas, legislação e normas técnicas, especificação de produtos e processos e gerenciamento ideal para a cadeia de distribuição. Com as respostas exploradas e apurados, é feito a consolidação e a análise das informações para serem transformados em dados direcionados aos agentes da empresa responsáveis pelo processo, profissionais da logística que auxiliam a tomada de decisão com relação ao preparo, condicionamento, coleta, ajustes técnicos do transporte, tratamento e destinação dos produtos e materiais retornados por meio da logística reversa. Processo representado na figura 4.

**Figura 4 - Gestão da informação**



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

#### **4.2.1 A GESTÃO DE INFORMAÇÃO: LOGÍSTICA TRADICIONAL E LOGÍSTICA REVERSA**

Enquanto na logística tradicional apresenta um fluxo de produção direta, a logística reversa mostra-se circular e cabe ao gestor administrar conceitos que anteriormente não eram analisados e contabilizados no fluxo direto do produto, como por exemplo: aprimoramento de sistemas para integração entre fornecedor e cliente, busca de tecnologias para a desmontagem e separação dos materiais, estratégia gerencial para o recolhimento dos produtos pós-consumo, identificação regional de centros de consolidação de desmanche, remanufatura e custo de transporte e desmontagem dos produtos.

Sobre o aspecto do transporte, o pouco interesse pelo estudo dos canais de distribuição reversos, deve-se, até recentemente, ao fato de representarem pequena parte econômica dos canais de distribuição diretos. De acordo com Leite (2017), os volumes transacionados nos canais reversos seriam, em sua maior parte, uma fração dos canais diretos dos bens produzidos. Sendo assim, o valor referente aos materiais ou dos bens retornam parcialmente baixos ao comparar com os bens originais, nem sempre dimensionados corretamente. Além disso, pela razão de nem sempre as condições naturais do mercado permitirem reconhecer e equacionar os diversos fatores que impedem o fluxo de maiores volumes. O retorno de produtos de pós-venda, até então, é julgado, em alguns setores empresariais e em certas regiões, uma "dificuldade" a ser resolvida, embora em outras ocasiões pode-se transformar o problema em oportunidade através de centros de lucratividade e de amplificação do valor empresarial, transformação que se inicia na coleta de dados e termina em inovações organizacionais administrativas.

### **4.3 OBTENÇÃO DE INFORMAÇÃO NA LOGÍSTICA REVERSA**

Como já abordado anteriormente a coleta de dados na logística pode trazer uma série de benefícios para as empresas. Entre os mais relevantes estão a gestão eficiente, aperfeiçoamento operacional e a produção de relatórios mais completos.

Ser capaz de coletar e acessar uma grande quantidade de dados permite otimizar a gestão do setor logístico, pois os gerentes podem obter uma compreensão abrangente das necessidades do segmento e desenvolver ações corretivas para melhorar o desempenho do segmento. Além disso, o acesso a grandes quantidades de dados simplifica o planejamento em toda gestão logística. Os gerentes terão mais confiança no desenvolvimento de estratégias que podem ajudar a atingir as metas organizacionais.

#### **4.3.1 TRANSMISSÃO DE DADOS NA LOGÍSTICA REVERSA**

Os detalhes e informações sobre um produto é essencialmente importante para a logística reversa. No entanto, não é válido retratar e processar dados excessivos se estes não estão acessíveis e comunicados aos gestores, agentes do processo e tomadores de decisão. Tem -se relevante, portanto, os dados de projeto, fabricação e uso de produtos que sejam armazenados e oferecidos para centros de consolidação de desmanche e remanufatura ou demais atores no ciclo reverso.

Outrossim, é preciso tornar dados disponíveis não apenas à agentes ligados à logística reversa da empresa para transformar os dados em atitudes empresariais, mas qualquer colaborador que pode ter certa influência sobre os retornos. Podendo ser incluído procedimentos de marketing, de armazenamento, operacional, qualidade e inclusive de vendas. Todavia, a fim de compreender de que maneira são influentes no volume de retornos ou como as informações impactam seu trabalho dentro do processo, todos responsáveis dessas áreas podem ter a didática de receber dados, mas apenas o necessário - ou seja, não especificamente na sua totalidade - mas que fique dentro da sua área de interferência.

Um exemplo que pode decorrer pela precária comunicação e decorrer problemas com a empresa é o caso que acontece com algumas empresas de eletrônicos, referentes ao sistema de suporte e gesto de vida útil do aparelho: continuamente o mercado tem desenvolvido padrões diferentes e variáveis para um produto feito para demonstrar procedimentos de fabricação. No entanto, a nível de recuperação de aparelhos, esses dados não são suficientes, pois requerem informações referentes à história do produto, componentes químicos e desmontagem. Tal realidade revela um dos principais problemas porque até hoje a indústria de reciclagem continua, em sua grande parte manual e semiautomática.

Sobre esse aspecto a empresa HP investiu na comunicação com o cliente em sua plataforma digital. No próprio site da empresa o consumidor pode ter informações detalhadas sobre seu produto, ficha técnica, relatório de problemas, disponibilização de configuração e atualização, manuais do usuário e o diferencial competitivo: um espaço da plataforma destinado apenas para orientações sobre a reciclagem de seus produtos.

#### **4.4 DEFINIÇÃO DA GESTÃO DE RISCO**

De acordo com a ISO 31000, o risco representa possível de ocorrência de um evento, com resultados negativos ou positivos, expresso pela combinação entre a probabilidade de ocorrência e a magnitude das consequências.

A análise dos riscos deve ser realizada por meio de parâmetros, inicialmente delimitados, que expõem as diversas situações variáveis e que estejam alinhados com os objetivos, políticas e metas da organização, frequentemente levados critérios econômicos, operacionais, estratégicos, legais, técnicos, sociais e ambientais em consideração, além, é claro, das suas variações e, função do momento, circunstância, lugar ou cenário. Em seguida, tornada conhecida a natureza dos riscos e o propósito do processo, deverá ser traçada a estrutura lógica alinhada com a precisão dos componentes e etapas integrantes estruturadas e dimensionadas de maneira a assegurar que os principais riscos sejam convenientemente identificados e resolvidos. (COMITÊ OB – 007, 2004).

Considerando que toda organização está condicionada às adversidades e sujeita aos riscos, na gestão de logística reversa não é diferente, considerando três tipos de postura que uma organização pode adotar diante aos riscos: ignorar, blindar ou aceitar. No primeiro caso, a empresa não acredita ou não reconhece a existência de possíveis ameaças, no segundo, ela reconhece e se previne através do seguro derivativo e na última condição, ela analisa as circunstâncias, mapeando-as, do modo que possa tratar da melhor maneira possível.

Os riscos, entretanto, podem ser tanto uma ameaça, quanto uma oportunidade. Logo, é necessário abordar ameaças a fim de minimizá-las e maximizar as oportunidades. Quando reconhecemos a coexistência desses dois lados, é possível investigar os ganhos e perdas intrínsecos às atividades.

#### **4.4.1 DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA GESTÃO DE RISCOS**

De modo geral, a maneira como uma empresa controla os riscos e explora-os incentiva investidores a aplicarem seus recursos na organização enquanto a organização por si só pode se beneficiar por meio de premissas básicas (figura 5): velocidade de respostas aos riscos, lições aprendidas, qualidade dos recursos humanos, bom fluxo de caixa, flexibilidade da organização e informação de qualidade.

Ao tratar-se de gestão de risco é determinante a velocidade de respostas aos riscos, uma vez que está intimamente ligada com a qualidade de informação. Quando a empresa não possui plano de mitigação e contingência bem preparados, isto é, planos de prevenção e de respostas aos riscos, todas as medidas diante do perigo podem ser ineficientes. Uma resposta veloz e adequada à vista de crises fortifica a instituição perante os stakeholders.

Quanto a lições aprendidas, é um fator essencial, pois a experiência e o conhecimento até então já adquiridos representam ativos das corporações. Organizações que melhor respondem às crises têm em seu contingente profissionais mais experientes e sensatos, que conseguem tomar decisões rápidas e com aptidão.

Já referente aos recursos humanos, critério que está intimamente ligado aos fatores enumerados, representa-se fundamental à administração de riscos devido aos conhecimentos que os colaboradores podem trazer ao processo. Além de

conhecimento, o capital humano pode apresentar lições aprendidas e informação de qualidade, fator importante para o diferencial na gestão de riscos.

Em relação a flexibilidade da organização, também é um quesito para se considerar, pois a habilidade de transformar rapidamente processos de produção, marketing e operação sucede a capacidade com que a organização possa assumir maiores riscos e vantagens competitivas, comprovando a tese de que atender as demandas de mercado pode ser um diferencial na gestão de riscos.

A informação de qualidade pode representar-se como um ótimo diferencial competitivo dentro de uma organização. Isso significa saber sobre as inovações das tecnologias sustentáveis, geopolítica mundial, atualidade e novos desenvolvimentos de pesquisas nas academias. No entanto, é necessário ter uma equipe que faça uma boa triagem dessas informações para que tenha um bom direcionamento e evite informações desnecessárias.

Por fim, desfrutar de um satisfatório fluxo de caixa possibilita que as empresas possam arriscar em ser mais ousadas, encadeando um possível fator de sucesso em meio à crise.

**Figura 5 - Gestão de Riscos**



Fonte: Chun, Pontes. (2009).

#### **4.5 DIFERENCIAL COMPETITIVO NA CRIAÇÃO DE PRODUTOS**

Através da criação de novos bens e serviços inovadores ou pelo desenvolvimento de bens ou serviços são atividades que alteram ou complementam as estratégias de negócios. Mais precisamente, o desenvolvimento de produtos é um sistema que se constitui por atividades feitas para elaborar especificações de projeto e de produção dos bens ou serviços.

No entanto, para a política da empresa se adequar a logística reversa é necessário o desenvolvimento de bens e serviços mais sustentáveis, o que não dá para dissociar da administração da logística reversa.

A integração entre logística e produção constitui diversas a empresa. A logística procura racionalizar ou reconfigurar os sistemas operacionais em busca de se tornar mais relevante ao cliente, o que é alcançado pelo aumento da produtividade e qualidade dos produtos (BOWERSOX; CLOSS, 1997) que também é tarefa da área de produção.

De acordo com Wheelwright e Clark (1992), três atores sustentam o desenvolvimento de novos produtos, que são: a intensa competitividade internacional, demandas de mercado fragmentadas e diversidade e rápida mudança de tecnologias.

Com a globalização, o crescimento das indústrias e o mercado com expansão internacional forçam o desenvolvimento de produtos novos e diferentes no mercado que necessitam de um diferencial competitivo. Já as demandas são essenciais, pois os consumidores estão cada vez mais atentos a produtos que são adequados às suas necessidades particulares, levando sempre em conta fatores como desempenho e confiabilidade.

A diversidade e rápida mudança de tecnologias abriu um leque de oportunidades e inovações não antes conhecidas. Com o crescimento tecnológico-científico, atingiu-se novas oportunidades no atendimento às diversidades de mercado e demanda.

## **4.6 GESTÃO CONTÁBIL-FINANCEIRA E ORÇAMENTÁRIA**

A logística reversa de pós-consumo tem como intenção econômico-financeira gerar capacidade de melhores resultados financeiros por meio de: comercialização do bem de segunda mão na condição em que se apresenta, remanufatura do bem ou de parte do bem e do reaproveitamento de materiais constituintes dos bens de pós-consumo, assim como materiais são usados para substituir insumos primários, na fabricação de outros.

No geral, reinseridas ao ciclo produtivo, tais medidas são resultantes de preços menores obtidos pela comercialização de matérias-primas secundárias, recicladas ou de produtos usados, da diminuição do consumo de insumos energéticos, de possíveis reduções nos investimentos impostos pelas operações que utilizam matérias-primas secundárias, em vez de primárias e da redução do desgaste de máquinas e equipamentos usados para a transformação de produtos a partir de materiais já usados, por força da economia de energia gasta para essa transformação.

Dessa maneira, o sucesso econômico-financeiro da logística reversa deve-se justamente a gestão contábil-financeira e orçamentária dado que, por meio da gestão de informações vindas de todos os setores da empresa, consegue-se gerar relatórios capazes de auxiliar os setores de planejamento, controle, avaliação e operação da logística reversa para assim, ser possível tomar uma decisão.

### **4.6.1 ADESÃO E ADMINISTRAÇÃO DE FATOS CONTÁBEIS RELACIONADOS COM A LOGÍSTICA REVERSA**

O registro de contabilidade resume-se em reunir todos os eventos financeiros e econômicos que envolve uma empresa, fazendo com que o empreendedor e o contador tenham ciência sobre os benefícios, direitos, receitas, obrigações, e despesas do negócio. É por meio do registro contábil que o gestor pode consultar como a saúde financeira da empresa está, os bens acumulados, se segue

precisamente a meta de lucro e verificar quais são os rendimentos que estão acessíveis para saque.

A imposição legal para a elaboração desses demonstrativos depende do tipo de enquadramento contábil-fiscal. Como o processo de logística reversa pode ser aplicada a um número variado de empresas e com configurações diferentes, o importante é enfatizar que a base da estrutura de informações financeiras voltadas para gestão: balanço patrimonial (Tabela 2) e demonstração dos resultados (Tabela 3).

Resumidamente, o balanço patrimonial mostra os ativos, passivos e o patrimônio líquido da empresa em um determinado período. É o demonstrativo contábil que tem como finalidade mostrar a posição econômica e financeira da empresa em um certo momento.

**Tabela 2- Balanço patrimonial**

<b>BALANÇO PATRIMONIAL ATIVO</b>	<b>PASSIVO</b>
<b>BENS: caixa, estoques, veículos.</b>	<b>OBRIGAÇÕES: Fornecedores, duplicatas a pagar.</b>
<b>DIREITOS: duplicatas a receber.</b>	<b>PATRIMÔNIO LÍQUIDO : capital e lucros acumulados.</b>

Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

A demonstração do resultado (Tabela 3) representa um relatório que mostra todos os exercícios (operações) em um dado período. A DRE demonstra o resumo financeiro dos resultados operacionais e não operacionais da instituição estando presente valores referentes à receita bruta de vendas e serviços, simultaneamente com as suas deduções e os impostos incidentes sobre as operações de vendas e outros abatimentos. Essa demonstração propicia analisar na horizontal e na vertical. Com a análise na horizontal é possível entender o desenvolvimento tanto dos gastos

quanto dos ganhos, assim podem ser avaliadas momentaneamente receitas e despesas.

**Tabela 3 - DRE**

	Receita bruta
-	deduções
=	receita líquida
-	custo da mercadoria vendida
=	lucro bruto
-	despesas com vendas
-	despesa administrativa
-	despesas financeiras
=	resultado operacional líquido
-	despesas extra operacionais
=	resultado antes do IR e Contribuição Social
-	provisões Imposto de Renda e Contribuição Social
=	resultado líquido

Fonte: Pedro Escobar. (2022).

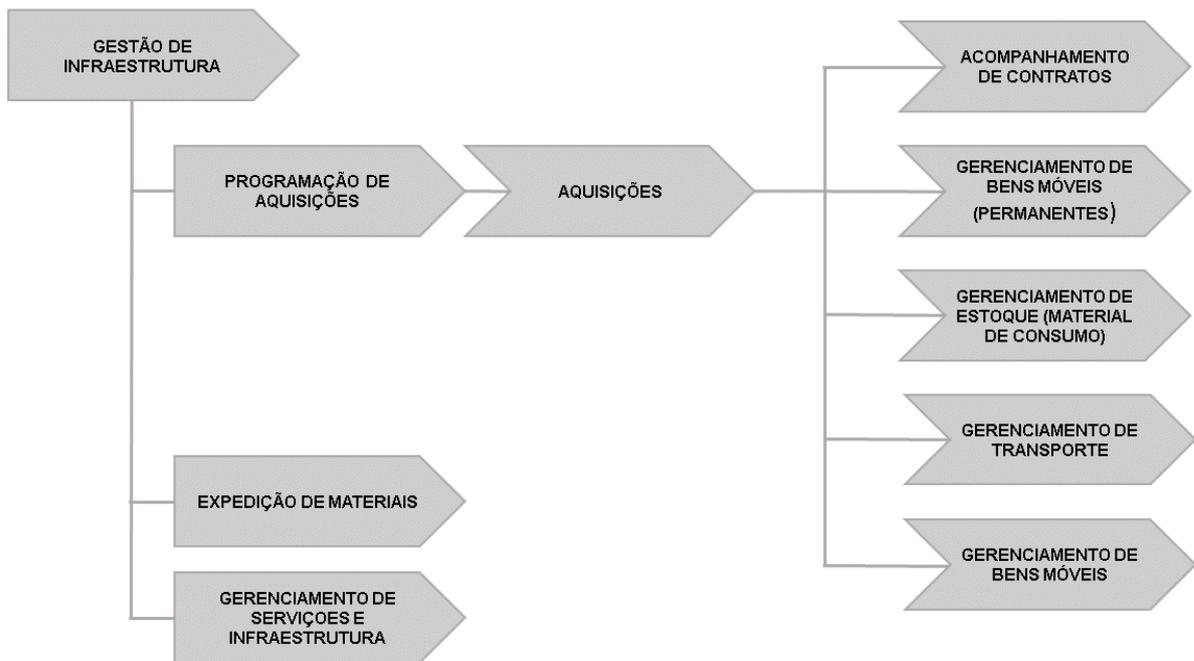
#### **4.7 INFRAESTRUTURA E ESPAÇO NA LOGÍSTICA REVERSA**

A gestão de infraestrutura da logística reversa, denominada de macroprocesso, tem a finalidade de assegurar o funcionamento da infraestrutura necessária ao bom desenvolvimento da logística reversa.

De modo geral, este processo abrange várias etapas: programação de aquisições (máquinas, equipamentos, insumos etc.); aquisições acompanhamento de contratos (parceria, terceirização, coleta, cessão e de negociação de resíduos); gerenciamento de bens móveis (máquinas, equipamentos, veículos): gerenciamento de estoques (material de consumo, resíduos para transformação e transformados etc.); gerenciamento de transportes; gerenciamento de bens imóveis (centros de

coleta, centrais de triagens, centros de beneficiamento, aterros etc.); expedição de materiais (resíduos, materiais estocados, materiais transformados); gerenciamento dos serviços de infraestrutura. (Mendonça; Infante, 2009).

**Figura 6 - Gestão de infraestrutura**



Fonte: Rogério Valle; Ricardo Souza. (2013)

As principais finalidades dos processos apresentados na figura 6, são:

- Programação de aquisição: tornar a aquisição prevista no planejamento organizacional mais rápida e menos custosa. As demandas reconhecidas no planejamento da empresa são as entradas desse processo, quando se trata de uma empresa de logística. Esse sistema gera documentos incluindo agenda, cronogramas de aquisições e contratações como saídas.
- Processo de aquisições: esse processo abrange as atividades de aquisição de bens e serviços. Tem por finalidade adquirir ou contratar recursos materiais e serviços necessários à realização das atividades previstas no planejamento operacional da logística reversa da organização, respeitando a legislação vigente e as instruções normativas da organização. De modo geral, as entradas constituem ao planejamento de aquisições de móveis, equipamentos,

máquinas, contratações, atendimentos programados para programação das aquisições e outros pedidos. Quando as saídas, elas representam as próprias aquisições solicitadas.

- Acompanhamento de contrato: garantir o cumprimento e a realização dos termos contratuais, que siga a legislação e os critérios de qualidade e desempenho. Engloba as atividades de assistência dos contratos findados junto a fornecedores, prestadores de serviços, terceirizados ou clientes, no que diz respeito à contratação de estrutura física para atividade de centrais de coleta, triagens, beneficiamento de resíduos, aterros, máquinas, equipamentos, veículos, serviços terceirizados e venda de produtos transformados ou beneficiados.
- Gerenciamento de bens móveis: assegurar a administração dos bens móveis, bem como tambores, bags, plataformas, empilhadeiras, silos de recepção, mesas de triagem, equipamentos de proteção, ferramentas etc. Gerenciamento tem como base garantir a conservação do estado físico e a destinação correta após perder suas funções, por desgaste ou obsolescência. As atividades englobam gerenciar, receber, classificar, dar baixa, implementar cessão, fazer acompanhamento do estado de conservação (relatório) e solicitar novas aquisições.
- Gerenciamento de estoque: é responsável por manter os estoques da empresa em níveis ideais, capazes de suprir a demanda de produção de forma que não tragam prejuízos à mesma. Além disso, é importante ter em mente a disposição de espaço e o condicionamento dos produtos e materiais. As atividades englobam receber, conferir e aceitar os resíduos (podendo ser os próprios eletrônicos da logística reversa), atender pedidos de outros setores, registrar, armazenar, analisar o fluxo destes materiais, condicionar de acordo com as normas da instituição e legislação vigente e realizar inventário dos materiais estocados.
- Gerenciamento de transporte: garantir o funcionamento do transporte da logística reversa, desde a coleta até o ponto de destino dos resíduos, de maneira que promova mais controle, redução dos custos e melhor eficiência de uso. As atividades integram: gerenciar de transporte próprios e locados, controlar o uso, fazer manutenção, abastecer, acompanhar documentação, licenciamento anual e documentação dos motoristas, fazer vistoria de veículos

para verificação de equipamentos e garantir o pagamento de infração ou multas.

- Gerenciamento de bens imóveis da logística reversa: assegurar a gestão dos bens imóveis, próprios ou locados para o sistema de logística reversa. As atividades englobam: pagar encargos e taxas incidentes, elaborar estudos e projetos de engenharia, atualizar registros patrimoniais, a ceder informações necessárias para elaborar inventários e a vistoriar bens imóveis; solicitar reparos, reformar e fazer manutenções e outras ações quando tem o intuito de desfazer-se de algum imóvel.
- Expedição de materiais e de produtos: garantir a emissão e o acompanhamento da venda ou cessão de resíduos, de maneira a atender às necessidades da empresa, considerando sempre a qualidade e o tempo mínimo necessário. As atividades relacionadas são: registrar, controlar saídas de produtos e arquivar documentos relacionados a estas saídas.
- Gerenciamento de serviços de infraestrutura: garantir o ambiente de trabalho em condições dignas para o uso e finalidade de gerenciar a base para as últimas atividades na logística reversa. Estão integrados: fazer de manutenção de máquinas e equipamentos usados pela logística reversa ou pela empresa de logística reversa, fazer manutenção das instalações, serviços de limpeza, reprografia, serviços gerais, e descartar adequadamente resíduos gerados pelas próprias atividades.

#### **4.8 GESTÃO DE DESEMPENHO.**

A respeito do contexto específico que se propõe avaliar, a avaliação de desempenho é o processo que constrói conhecimento decisório. Empregando atividades que identificam, organizam, mensuram, e reúnem os meios para observar o impacto das ações e seu gerenciamento. (ENSSLIN, 2010).

Desta forma, a medição é o primeiro passo essencial para o controlar e apresentar melhorias. Se alguma atividade não for medida ou gerenciada, essa não

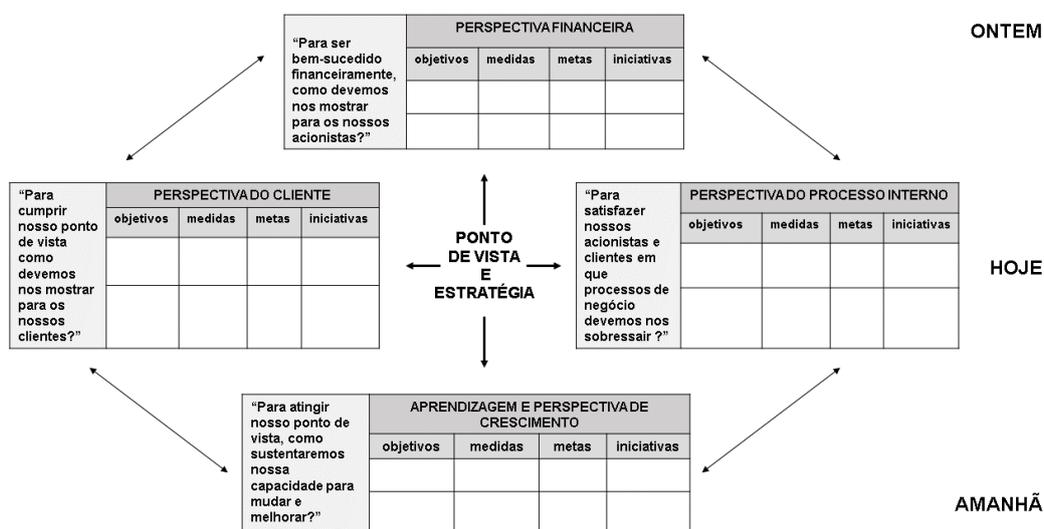
poderá ser totalmente compreendida, e conseqüentemente sem uma compreensão precisa não será possível melhorá-la. (HARRINGTON, 1991).

Sob esse aspecto, a questão fundamental que rege a formulação do macroprocesso de avaliação de desempenho organizacional é analisar as variadas dimensões e maneiras inovadoras de colher informações, acompanhar resultados, controlar a produção e entender sobre desempenho.

Embora existir novos e atuais modelos gerenciais, das ideias de flexibilidade para melhor responder as circunstâncias e da horizontalidade criada pela gestão de processos, os métodos de avaliação existentes abordam poucas dimensões de análise, além de estarem voltados para atender as necessidades decisórias de poucos agentes produtivos.

Para minimizar a dificuldade avaliativa, alguns autores vêm elaborando modelos que privilegiem os aspectos multidimensionais e interativos da avaliação de desempenho, como a proposta do Balanced Scorecard (BSC) de Kaplan e Norton (1997).

**Figura 7 - BSC**



Fonte: Olve et al. (1999)

Nesse estudo, é ilustrado o dimensionamento do desempenho no contexto do gerenciamento da estratégia. O BSC divide os objetivos estratégicos em quatro perspectivas e associa medidas de desempenho que derivam de algumas variáveis.

As quatro perspectivas: financeira, clientes, processos internos e aprendizado e crescimento – trazem um modelo amplo, em que se integra a estratégia em objetivos, indicadores, metas e iniciativas que proporcionam aos administradores instrução dos principais aspectos do negócio.

#### **4.8.1 DIVERSIDADES DA LOGÍSTICA REVERSA E COMO AVALIAR O SEU DESEMPENHO**

A logística reversa, no entanto, apresenta algumas diversidades que podem dificultar a realização das estratégias e planos. Na logística reversa, a demanda é um empecilho para ser calculada com facilidade, o transporte não segue uma linha direta e única sempre, a administração de estoques e os registros contábeis são mais substanciais e os preços de serviços e custos de operação podem variar mais que no sistema direto. Além disso, é importante levar em conta os indicadores de sustentabilidade para mensurar o desempenho do gerenciamento da cadeia reversa. Desta forma, a logística reversa impõe exigências próprias à medição de desempenho.

A relevância da logística reversa cresce proporcionalmente ao aumento da oferta de produtos e à redução do ciclo de vida dos produtos e serviços. Sendo assim, esse cenário pode representar uma oportunidade de negócio, podendo compor o portfólio de estratégias das em presas (SHEIK; ABDUL KADER. 2012). Contudo, requer a formulação de meios e técnicas específicas, que permitam entender os processos de estabelecimento de estratégias na logística reversa (FROTA NETO. 2008).

Embora muitos autores criticassem o modelo BSC, foram feitas análises que possibilitaram a criação de um modelo (Tabela 4) que une a técnicas do BSC e do prisma de desempenho que possa qualificar e resolver a dificuldade de realização de estratégias em parâmetros de ciclo reverso e sua complexidade.

**Tabela 4 - Avaliação de desempenho da LR**

Perspectiva de desempenho	Foco	Medida de desempenho	Definição
Financeira	Alcance do sucesso financeiro	Custo total LR	Custo total de LR incorrido no processo de retorno dos produtos
		Capital total aplicado	Depreciação associada aos investimentos para melhoria e eficiência da LR
		Vendas anuais de produtos retornados	Montante anual de produtos vendidos que são retornados
		Receita superada	Valor monetário recuperado a partir das operações de retorno de produtos medido ao longo do tempo
Processos (internos e externos)	Atendimento às demandas dos stakeholders e alcance de efetividade e eficiência dos fluxos de trabalho	Tempo do ciclo de LR	Tempo médio do ciclo compreendido entre o retorno do produto a partir do cliente e sua colocação à venda ou o descarte final
		Capacidade da rede	Escolhas de infraestrutura e de recursos alocados para obter custos efetivos e rede eficiente de LR
		Capacidade de transporte	Planejamento e gerenciamento de carga dos veículos para minimizar problemas de retorno de produtos e para maximizar a utilização dos veículos
		Taxa de eficiência de recuperação	Eficiência na recuperação e taxa da capacidade da empresa em simultaneamente compatibilizar custos, qualidade e impactos ambientais e conservar recursos de maior valor
Stakeholder	Provimento de valor para os stakeholders	Satisfação dos clientes	Alcance de demandas de clientes
		Satisfação do governo	Cumprimento dos requerimentos das políticas e regulamentações governamentais
		Satisfação dos empregados	Nível de satisfação dos empregados
		Satisfação dos investidores	Alcance das expectativas dos investidores quanto ao sistema de LR
Inovação e crescimento	Obtenção contínua do aprimoramento via inovação e aprendizado	Gerenciamento das iniciativas e competência dos funcionários	Gerenciamento do provimento de suporte, treinamento e habilidades para aperfeiçoar a eficiência e efetividade da LR
		Informação, tecnologia e capacidades	A tecnologia de informação e comunicação associada às necessidades da LR, tal como o compartilhamento entre parceiros da LR e dados sobre retorno de produtos, dados financeiros e de desempenho da LR

Perspectiva de desempenho	Foco	Medida de desempenho	Definição
Inovação e crescimento	Obtenção contínua do aprimoramento via inovação e aprendizado	Tecnologia de processos e inovação das capacidades	Automatizar os fluxos físicos, financeiros e de informação resulta em uma cadeia reversa sem descontinuidades O uso da tecnologia apura processos e procedimento através da cadeia de parceiros da empresa
		Revisão do ciclo de vida dos produtos	Realizar a revisão do ciclo de vida dos produtos, avaliando impactos e procurando resguardar potenciais da LR para a empresa e para a sociedade
Ambiente	Convergência entre a regulamentação e a manutenção da eficiência	Risco ambiental geral	O nível de monitoramento contínuo da regulamentação de riscos e questões relacionadas ao ambiente
		Utilização de materiais	Materiais reutilizados de produtos recuperados, ou percentual de produtos regenerados
		Utilização de energia	Controle do consumo de energia para produtos recuperados
		Ordenamento de capacidades	Capacidades de garantir a segurança e proteção ambiental para partes do produto não reutilizados ou recuperados
Social	Convergência de expectativas da comunidade e da sociedade	Imagem corporativa	Reputação no mercado e imagem geral para o público
		Relacionamentos	Manutenção de relações e alianças no longo prazo entre parceiros de LR
		Segurança	Objetivos relativos a operações seguras de empregados, produtos e equipamentos
		Proteção	Metas de incremento de proteção, índices de redução de crimes e melhoria na forma de detectar e responder aos acidentes

Fonte: Abdul-Kader Shaik et al. (2012, p. 30).

## 5 RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

### 5.1 INTRODUÇÃO

A revolução tecnológica acelerada nos últimos anos produziu muitos dispositivos de grande porte com usos diversos, aumentando assim o número e diversidade de equipamentos e eletroeletrônicos. Tudo isso é resultado da constante necessidade do ser humano de inovações que facilitem seu cotidiano, reduzindo esforços e encurtando distâncias. Esses dispositivos surgiram com o intuito de facilitar a vida da população, provendo conforto e utilidade, além de proporcionar entretenimento para a vida das pessoas, sem os quais não sobreviveriam sem.

Entretanto, tais mudanças tecnológicas vêm gerando cada vez mais alterações no meio ambiente, que deixou de ser um ecossistema simples de interações químicas, biológicas e físicas para se tornar um sistema muito mais complexo. Barbieri (2007) crítica os “tecnoecossistemas urbano-industriais”, uma vez que eles não produzem os alimentos que a população necessita, e muito menos limpam o ar e reciclam a água que utilizam. Esses problemas cresceram proporcionalmente à Revolução Industrial, levando ao aumento da escala de produção e consumo e, principalmente, à diversidade de substâncias e materiais que não existiam na natureza na época.

Nos últimos anos, os humanos sintetizaram 10 milhões de substâncias diferentes, alterando a capacidade de absorção do meio ambiente e de reintroduzi-los ao ciclo de renovação ambiental. Desde então, a escala de exploração sobre os recursos naturais e de geração de resíduos só aumentou. Tal quantidade é muito maior que a capacidade de renovação da natureza, gerando assim grandes impactos ambientais hoje explícitos, como as alterações climáticas, desertificação, contaminação das águas, entre vários outros impactos ambientais (BARBIERI. 2007).

Rodrigues (2003) destacou a quantidade de aparelhos eletrônicos (televisões, celulares, DVDs, brinquedos eletrônicos, etc.) criados para facilitar a vida moderna, e que hoje são descartados na medida em que ficam tecnologicamente ultrapassados em um ciclo de vida cada vez mais curto ou devido a inviabilidade de manutenção. Como resultado, houve um crescimento dos resíduos eletroeletrônicos (muitas vezes referido como lixo), abrangendo todos os tipos de equipamentos, desde grandes

eletrônicos até peças pequenas contidas em telefones celulares e computadores. Tal fato gerou a necessidade de estudar os problemas ambientais trazidos pela industrialização, obrigando a sociedade a começar a se preocupar com o destino correto desses produtos eletroeletrônicos.

## 5.2 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Estamos passando por um processo de alta modernização do trabalho e dos meios de produção. Vale ressaltar que os antigos métodos mecânicos, incorporados na Revolução Industrial, deram lugar a novas estruturas baseadas em tecnologia da informação que buscam rapidez e eficiência. Computadores, telefones celulares e uma variedade de dispositivos eletroeletrônicos estão se desenvolvendo rapidamente, atendendo a diversas áreas, tal como a da saúde, mobilidade, educação, comunicação, segurança, dentre outras.

Os Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) são todos os equipamentos em que o funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos. Esses equipamentos podem ser divididos em quatro categorias:

- **Linha Branca:** geladeiras, fogões, lavadoras de roupa e louça, condicionadores de ar;
- **Linha Marrom:** monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS;
- **Linha Azul:** liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, aspiradores de pó, cafeteiras;
- **Linha Verde:** computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares.

Todos os equipamentos acima estão irão se tornar Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE). Porém, tal decisão é tomada baseada na percepção do proprietário, não necessariamente no final de sua vida útil.

De acordo com o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o equipamento em condição de uso preferencialmente não deve ser descartado como resíduo, mas sim encaminhado para o reaproveitamento por meio de algum processo especializado, para dessa forma fornecer um novo propósito para esses equipamentos, seguindo a hierarquia de gestão (reduzir, reutilizar, reciclar).

Tais equipamentos são descartados como resíduos quando o proprietário decide que o equipamento não é mais útil (devido a falhas, capacidade técnica, substituição, etc.) e assim o encaminhando para o sistema de logística reversa. Nesse caso, é possível reaproveitar componentes, realizar testes e reparar equipamentos para doação ou revenda. Esgotadas as possibilidades de reaproveitamento, ele é encaminhado para reciclagem e, da mesma forma, vão para destinação final os resíduos sem essas possibilidades alternativas.

Logo, em outras palavras, Resíduos Eletroeletrônicos são caracterizados por serem equipamentos eletroeletrônicos descartados ou obsoletos, onde tais equipamentos podem conter substâncias perigosas e de difícil degradação, como o chumbo, mercúrio, cádmio, dentre outros, que se descartados incorretamente podem gerar graves problemas ambientais.

### **5.3 DIFERENÇA ENTRE LIXO, RESÍDUO E REJEITO**

Saber a diferença entre resíduos, rejeitos e lixo pode proporcionar uma gestão eficiente e de qualidade. Lixo, resíduo e rejeitos são sinônimos comumente usados, entretanto, há diferenças entre eles. Saber diferenciá-los pode mudar a forma como as empresas veem os processos e atividades organizacionais.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) caracteriza o lixo como os restos das atividades humanas, considerado pelos proprietários indesejáveis ou descartáveis, podendo estar nas formas sólida e líquida, desde que não sejam passíveis de tratamento. Logo, a definição de lixo tem a ver com tudo que é inútil para quem o joga fora. Entretanto, o que não tem serventia para um pode ser a matéria-prima para um novo produto ou processo, ou seja, resíduos sólidos.

Resíduo, portanto, é tudo aquilo que pode ser reaproveitado e reciclado e, para tanto, o material precisa ser separado por tipo para que possa ser utilizado para outros fins. Eles existem nas formas sólida, líquida e gasosa.

De acordo com a ABNT, NBR 10004:2004, 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. (NBR 10004, 2004)

Por fim, o rejeito é um tipo específico de resíduo, onde quando esgotadas as possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem e não há solução final para o item (ou partes dele), a única destinação possível é o encaminhar para um aterro ou à incineração, que deve ser feita de forma a não prejudicar o meio ambiente.

## **6 FORMULAÇÃO ESTRATÉGICA DE LOGÍSTICA REVERSA**

Em geral, toda formulação estratégica visa estabelecer um processo dinâmico e contínuo, com um conjunto de ações coordenadas e orientadas para o cumprimento da missão institucional.

Esse macroprocesso abrange as definições das estratégias de longo (definição de missão, visão, objetivos, metas e indicadores de desempenho) e médio prazo. Tudo isso sob um enfoque organizacional que identifica os níveis de responsabilidade, os recursos (tecnológicos, orçamentários, humanos e logísticos) e aproveita tais recursos e oportunidades existentes.

Dentro do contexto da LR, muitas empresas começam a considerar a adoção do sistema de logística reversa como uma forma de obter vantagem sobre seus concorrentes, uma vez que essas atividades podem proporcionar um diferencial competitivo, auxiliando a empresa a identificar novas oportunidades de negócios e ganhos econômicos.

Para as empresas que já estão em operação e procuram adotar da logística reversa, torna-se necessário toda uma revisão da estratégia de negócios da empresa e a revisão dos próprios processos de trabalho, que agora devem considerar todo o ciclo de vida dos produtos e serviços.

### **6.1 DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIA**

Como apontam Sobral e Peci (2008), as organizações contemporâneas operam em um ambiente cada vez mais dinâmico, complexo e competitivo. Nesse contexto, para sobreviver, a organização precisa de uma direção, um rumo, e é por meio de planejamentos que os gestores definem para onde a organização deve seguir. Nem toda organização possui um plano formal, mas ele se torna fundamental para enfrentar os desafios ambientais com eficácia e, portanto, permanecer rumo ao sucesso.

Segundo Porter (1996), um bom desempenho organizacional só pode ser alcançado se houver um equilíbrio entre a eficácia de buscar o desempenho ótimo

das atividades padrão e as estratégias que definem as atividades e como elas devem ser executadas (o que fazer e como fazer). Para este autor, a estratégia define um posicionamento único e valioso a partir de um conjunto diferenciado de atividades que devem ter conexões harmoniosas e sinérgicas. Nesse sentido, as pessoas devem buscar vantagem criando conexões harmoniosas, levando ao reposicionamento estratégico e eliminando conexões inconsistentes ou dissonantes.

## **6.2 VARIAÇÕES DE PLANOS E SEUS TIPOS**

O planejamento formal inclui a definição de metas e planos. Os objetivos definem os estágios futuros que a organização busca alcançar, e os planos estabelecem os meios para atingir esses objetivos. Os planos são uma tradução formal do planejamento em documento que especifica como os objetivos serão alcançados, descrevendo como os recursos serão alocados e quais atividades serão realizadas.

Em termos de escopo, os planos podem ser estratégicos, táticos ou operacionais, dependendo do respectivo nível organizacional. No nível estratégico encontram-se os administradores de topo, que tem um foque na organização como um todo; forte orientação externa e de longo prazo; e objetivos gerais e planos genéricos. No nível tático há os gerentes, que focam em unidades ou departamentos da organização, definindo as melhores ações a empreender para cada unidade (orientação de médio prazo). E, no nível operacional, os servidores de primeira linha, que tem como foco as ações tarefas rotineiras e definem procedimentos e processos específicos.

O planejamento estratégico refere-se a toda a organização, abrange decisões sobre metas e estratégias de longo prazo e serve como base para o planejamento tático e operacional. Esse tipo de planejamento tem uma forte orientação externa e ajuda a organização a se posicionar em relação ao seu ambiente externo (concorrentes, clientes, etc.). Em geral, os objetivos são gerais, enquanto os planos não são específicos em termos de atividades e recursos necessários.

### 6.3 5 P'S PARA ESTRATÉGIA DE MINTZBERG

Mintzberg (1987) apontou que o termo estratégia é usado implicitamente de diferentes formas. Compreender as cinco diferentes definições propostas pelos autores facilitará a compreensão desse complexo campo.

- **Estratégia como plano:** Uma estratégia é um plano, algum curso de ação consciente, uma diretriz (ou conjunto de diretrizes) para lidar com uma determinada situação. De acordo com essa definição, as estratégias têm duas características básicas: são decididas antes das ações às quais serão aplicadas e são feitas de forma consciente e proposital.

- **Estratégia como pretexto:** Este é um caso específico de estratégia como plano. A vitória sobre um concorrente ou adversário é uma "manobra" específica.

- **Estratégia como padrão:** se as estratégias podem ser desenvolvidas, elas também podem ser alcançadas. Não basta definir um plano estratégico, é preciso também a inclusão da definição do comportamento resultante. A estratégia como padrão corresponde à consistência no comportamento de uma organização em suas ações, sejam elas intencionam ou não. É um modelo baseado em experiências bem-sucedidas e iniciativas pessoais que podem eventualmente ser formalizadas em um plano.

- **Estratégia como posição:** É uma forma de posicionar uma organização em seu ambiente. Representa a força mediatriz ou a "combinação" entre o ambiente interno e externo organizacional.

- **Estratégia como Perspectiva:** O conteúdo da estratégia inclui não apenas uma posição escolhida, mas também uma maneira fixa de se ver o mundo, é a visão ampla ou "personalidade" da própria organização. É importante ressaltar aqui que a estratégia é uma visão compartilhada pelos membros de uma organização por meio de suas intenções e/ou ações.

O tipo de estratégia citado por Mintzberg (1987) descreve a diferença entre a estratégia pretendida de uma organização e a estratégia que é finalmente implementada. Um plano é uma estratégia deliberada que orienta a realização. No entanto, as estratégias executadas também incluíam um conjunto de estratégias emergentes que se diluíam na consciência coletiva da organização e envolviam padrões, perspectivas e relações com o ambiente externo. Nesse sentido, é

importante que o desenvolvimento da estratégia (plano) envolva uma diversidade de atores para que o que será executado seja o mais próximo possível das expectativas.

#### 6.4 MEIOS PARA DETERMINAR A FORMULAÇÃO ESTRATÉGICA

Diversas ferramentas podem ser utilizadas para desenvolver a estratégia de uma organização:

A análise SWOT é uma ferramenta de gestão utilizada para realizar a análise de cenários (ou de ambientes) e é utilizada como base para a gestão organizacional e o planejamento estratégico. A expressão SWOT resulta das palavras Strengths (pontos fortes), Weaknesses (pontos fracos), Opportunities (oportunidades), e Threats (fraquezas).

A análise de cenários permite que os pontos fortes e fracos da organização sejam combinados com as oportunidades e ameaças do ambiente externo, possibilitando medidas estratégicas para reduzir o risco de ameaças ou explorar oportunidades. Os resultados de uma análise SWOT são geralmente apresentados em forma de tabela.

**Tabela 5 - análise SWOT**

		Ambiente interno	
		Predominância de	
		Pontos fracos	Pontos fortes
Ambiente externo	Predominância de	Sobrevivência	Manutenção
	Oportunidades	Crescimento	Desenvolvimento

Fonte: Rogério Valle; Ricardo Souza. (2013)

Tal análise de cenário se divide em:

- Ambiente interno (pontos fortes e fraquezas): Os principais aspectos que diferenciam a empresa de seus concorrentes (tomada de decisão e níveis de desempenho gerenciáveis);

- Pontos fortes: As vantagens internas da empresa em relação às empresas concorrentes;

- Pontos fracos: Fraquezas internas da empresa em relação às empresas concorrentes;

O ambiente interno pode ser controlado pelos diretores da empresa, pois é resultado das estratégias de atuação definida pelos membros da própria organização. Portanto, durante a análise, quando uma força é percebida, ela deve ser destacada o máximo possível; e quando uma fraqueza é identificada, a organização deve tomar medidas para controlá-la, ou pelo menos minimizar seu impacto.

- Ambiente Externo (Oportunidades e Ameaças): Corresponde à perspectiva de evolução dos fatores do mercado e do ambiente envolvente (o ambiente decisivo fora do poder de decisão da empresa). Se os pontos fortes e fracos são determinados pela posição atual da empresa e são relevantes, com poucos fatores internos, oportunidades e ameaças se tornam expectativas para o futuro relacionados a fatores externos;

- Oportunidades: Aspectos positivos do ambiente que têm o potencial de aumentar a vantagem competitiva de uma empresa;

- Ameaças: Aspectos negativos do ambiente que podem prejudicar a vantagem competitiva de uma empresa.

O ambiente externo está completamente fora do controle da organização. Porém, embora fora de controle, as empresas devem entender e monitorar com frequência para aproveitar as oportunidades e evitar ameaças. Entretanto evitar ameaças nem sempre é possível, no entanto, um plano pode ser desenvolvido para enfrentá-las e minimizar seu impacto.

A combinação desses dois ambientes (interno e externo) e suas variáveis (pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças) facilitarão as decisões sobre a estratégia de negócios da empresa.

Sobral e Peci (2008) ressaltam que tais análises devem ser dinâmicas e permanentes, pois as evoluções nos ambientes organizacionais continuam apresentando novas oportunidades para as organizações que estão prontas para explorá-las.

## 6.5 O MODELO DAS CINCO FORÇAS COMPETITIVAS DE PORTER

Michael Porter (1979) criou um modelo para apoiar a formulação da estratégia, onde a atratividade de uma indústria depende de cinco forças competitivas. De acordo com o autor, a origem da competição está na economia subjacente e nas forças competitivas que atuam na empresa e não apenas em seus concorrentes.

Portanto, uma organização deve desenvolver sua estratégia de negócios analisando as cinco forças competitivas da estrutura da indústria em que opera: a ameaça de novos entrantes, a ameaça de produtos substitutos, o poder de barganha dos fornecedores e dos clientes, e a rivalidade entre os concorrentes. A Tabela 6 lista os fatores que Porter acredita que afetam as cinco forças competitivas.

**Tabela 6 – Fatores que influenciam as cinco forças competitivas**

AMEAÇA DE NOVOS ENTRANTES	AMEAÇA DE PRODUTOS SUBSTITUTOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de barreiras à entrada:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Economias de escala</li> <li>- Diferenciação do produto</li> <li>- Exigências de capital</li> <li>- Acesso a canais de distribuição</li> <li>- Política governamental</li> </ul> </li> <li>• Retaliação dos concorrentes instalados:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Posse de recursos para retaliar</li> <li>- Comprometimento da indústria</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade dos produtos substitutos de satisfazerem as necessidades dos clientes</li> <li>• Existência de custos de mudança de produto ou fornecedor</li> <li>• Qualidade dos produtos substitutos</li> <li>• Grau de diferenciação dos produtos</li> <li>• Relação entre preço e desempenho dos produtos substitutos em comparação com os produtos da indústria</li> </ul>

- Baixa taxa de crescimento da indústria	
<b>PODER DE BARGANHA DE FORNECEDORES E CLIENTES</b>	<b>RIVALIDADE ENTRE CONCORRENTES ESTABELECIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade e grau de concentração de fornecedores ou clientes</li> <li>• Produtos são diferenciáveis ou únicos</li> <li>• Existência de custos de mudança de fornecedor ou comprador</li> <li>• Possibilidade de integração vertical das atividades realizadas pela indústria</li> <li>• Importância dos produtos para a estrutura de custos de produção do comprador</li> <li>• Volume de transações com a indústria</li> <li>• Existência de produtos substitutos</li> <li>• Posse de informação completa sobre preços, custos, procura etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de concorrentes</li> <li>• Taxa de crescimento da indústria elevada</li> <li>• Custos fixos elevados</li> <li>• Diversidade de estratégias e objetivos</li> <li>• Equilíbrio de forças entre os concorrentes</li> <li>• Diferenciação entre os produtos ofertados</li> <li>• Existência de barreiras à saída: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custos fixos de saída</li> <li>- Posse de ativos especializados</li> <li>- Relações estratégicas com outros negócios</li> <li>- Restrições legais e sociais à saída</li> <li>- Barreiras emocionais etc.</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: Porter et al. (1979).

## 6.6 BALANCED SCORECARD

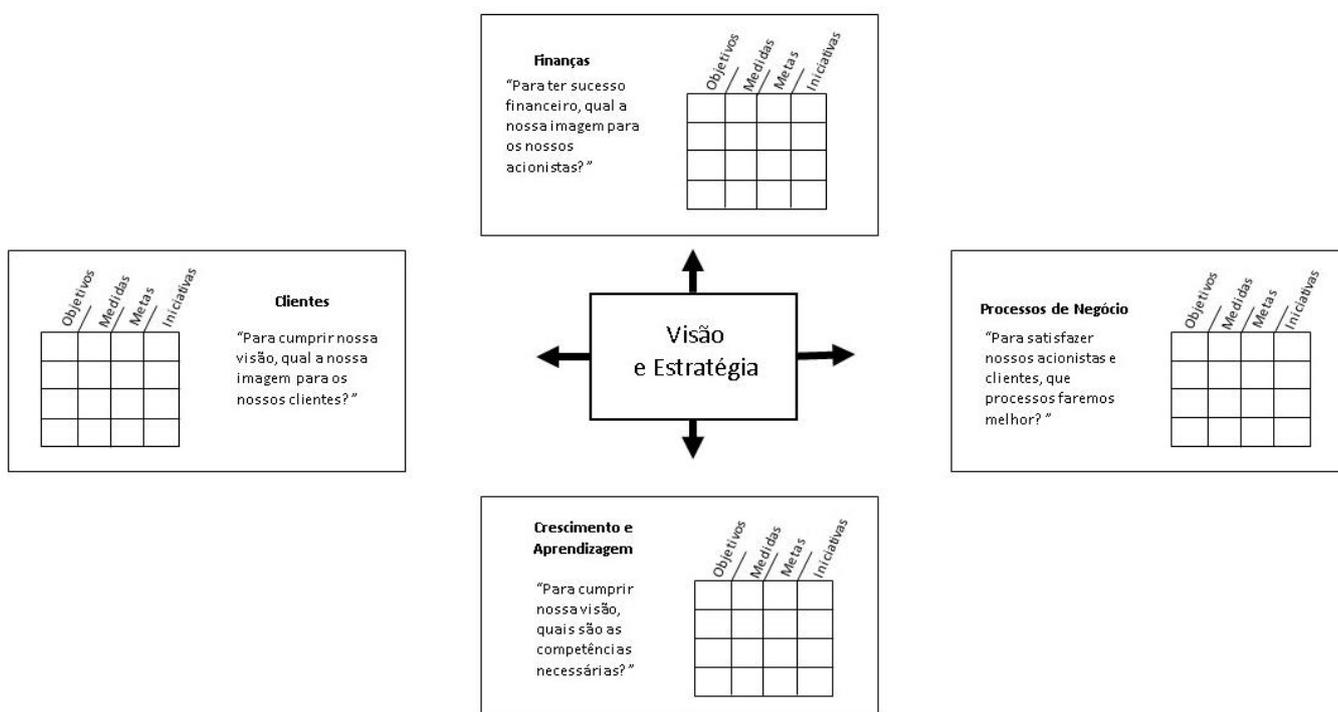
O Balanced Scorecard (“quadro balanceado de indicadores” ou BCS) foi inicialmente desenvolvido por Kaplan e Norton (1996) como um sistema de monitoramento de desempenho, mas sua enorme utilidade em todo o processo de planejamento estratégico foi rapidamente percebida. A ferramenta traduz a visão estratégica em uma tabela que alinha os objetivos estratégicos com suas respectivas metas, métricas de monitoramento e iniciativas ou ações planejadas.

Como concluem Sobral e Peci (2008), o BSC busca coordenar as atividades estratégicas e operacionais para garantir que os objetivos estratégicos sejam alcançados. Para fazer isso, combina métricas tradicionais de desempenho financeiro com três outras lentes – satisfação do cliente, processos internos e aprendizado e inovação – que contribuem para a vantagem competitiva sustentável a longo prazo.

Assim, em seu formato padrão, são construídas quatro tabelas (scorecards), cada uma associada a um ponto de vista, constituindo a visão estratégica da organização.

A figura abaixo mostra a abordagem abrangente e equilibrada que o Balanced Scorecard usa para traduzir uma estratégia em um conjunto de metas específicas e medidas de desempenho que podem ser quantificadas e avaliadas adequadamente.

**Figura 8 – As perspectivas no Balanced Scorecard**



Fonte: Rogério Valle; Ricardo Souza. (2013)

Esses pontos se aplicam à maioria das organizações privadas. Eles têm uma hierarquia clara que caracteriza a relação causa-efeito entre seus objetivos estratégicos. Entretanto, é muito comum e preferível que as organizações determinem suas próprias visões estratégicas com base nesse padrão, adaptando-as a partir do padrão ou definindo novos padrões.

Por exemplo, para o setor público é comum renomear a perspectiva do cliente para social ou demográfica. Além disso, por sua própria natureza, as estratégias do setor público tendem a colocar a perspectiva do cliente acima ou no mesmo nível da perspectiva financeira. Logo, para o setor privado, os objetivos estratégicos finais

estão relacionados à minimização de custos e maximização de lucros, enquanto para o setor público, o objetivo final está relacionado à satisfação da população, apesar de que também possam incluir a minimização de custos.

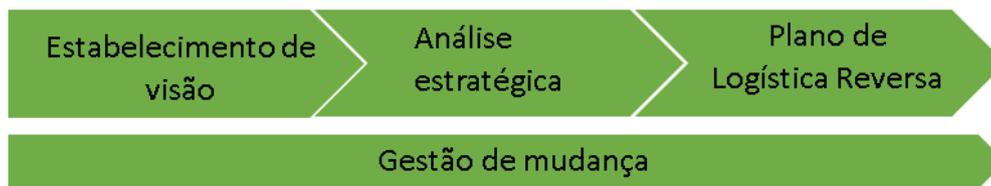
Outra característica importante do BSC é a construção de um mapa estratégico, que comunica a hierarquia estratégica de metas para toda a organização, facilitando a percepção e compreensão da estratégia da organização e definição de objetivos estratégicos. Normalmente, nesses mapas, há um fluxo de causa e efeito que vai de baixo para cima, além de uma relação do curto prazo com o longo prazo que vai da direita para a esquerda. A Figura 8 apresenta o modelo básico de mapa estratégico de Kaplan e Norton (2004), detalhando as categorias de objetivos estratégicos que podem ser considerados em cada perspectiva. Essa figura é uma referência riquíssima para a definição de objetivos estratégicos, mas está sujeito a eventuais ajustes de acordo com a realidade de cada organização; logo, dimensões adicionais podem ser incorporadas à análise do BSC para melhor representar a realidade de uma determinada organização.

## **6.7 PASSOS PARA DEFINIÇÃO DE VERTENTE ESTRATÉGIA NA FORMULAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA.**

Existem vários modelos de planejamento estratégico definidos para as organizações em geral. E, embora seja comumente aceito que não existe um modelo único que possa responder a todos os desafios estratégicos que as organizações enfrentam cada vez mais rapidamente, é aceito que sem analisar a situação enfrentada, sem estabelecer algumas orientações estratégicas e sem um plano inicial, torna-se mais difícil para as organizações ganhar e manter sua vantagem competitiva.

Para tanto, apresenta-se a seguir um modelo de planejamento estratégico para empresas que utilizam ou pretendem utilizar da logística reversa. O modelo possui quatro etapas, conforme mostrado na Figura. Baseia-se na proposta de O'Laughlin e Copacino (1994) e foi originalmente desenvolvido para logística direta.

Figura 9 – Passos do planejamento estratégico de logística reversa



Fonte: Rogerio Valle; Ricardo Souza. (2013)

### 6.7.1 PASSO 1 – ESTABELECIMENTO DA VISÃO

O primeiro passo é estabelecer a visão de logística reversa da empresa, incluindo o desenvolvimento sistemático de um consenso organizacional sobre os principais pontos do processo de planejamento da logística reversa. Também pode ser usado para identificar abordagens em potencial ou alternativas. Tal consenso define uma forma única de pensar que amplia a perspectiva de todos os envolvidos, assim abrindo novos horizontes para a ação organizacional.

Os exercícios de definição de visão são uma forma eficaz de chegar a um consenso sobre três pontos-chaves que definem o processo de planejamento estratégico:

- Esclarecer a direção estratégica e o impacto da logística reversa e descrever detalhadamente as suas necessidades.
- Compreender os serviços necessários para responder aos diferentes contextos e segmentos de clientes e outras partes interessadas.
- Explorar as condições de fatores externos que possam afetar a logística reversa, tal como custos de transporte, restrições ambientais e regulatórias, legislação social, fatores competitivos dentre outros fatores externos.

Nesse sentido, as ferramentas apresentadas anteriormente – análise SWOT, 5 forças de Porter e BSC – são muito pertinentes para entender melhor o ambiente interno e externo, os interesses das diferentes partes interessadas e os fatores competitivos que afetam o mercado em que a organização opera.

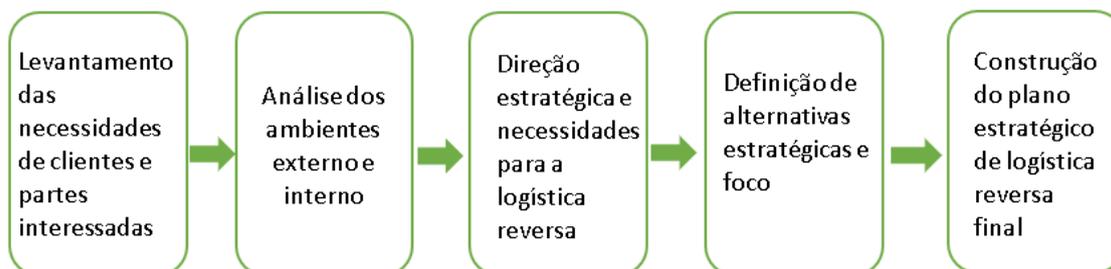
A importância das diferentes partes interessadas no planejamento das atividades de logística reversa deve ser enfatizada. Conforme destacado por Álvarez-Gil et al. (2007), as atividades de logística reversa envolvem diversos relacionamentos entre stakeholders e empresas. Portanto, é muito importante entender o papel de cada uma dessas partes no sistema de logística reversa.

Normalmente, as atividades de definição da visão envolvem de duas a cinco sessões de trabalho. Um grupo de trabalho estratégico deve ser formado para poder desenvolver um plano estratégico para a logística reversa da organização até o final da reunião. Durante as reuniões de trabalho, deve-se:

- Definir e identificar as necessidades das partes interessadas e a missão e objetivos da logística reversa;
- Definir o propósito das atividades estratégicas de logística reversa para o longo prazo (2 anos, por exemplo);
- Explorar alternativas para cada atividade planejada para o curto prazo (no ano seguinte, por exemplo);
- Questionar, revisar e confirmar os detalhes do plano estratégico que foi desenvolvido.

A Figura a seguir mostra o processo básico para construir uma visão de logística reversa.

**Figura 10- visão de logística reversa**



Fonte: Rogério Valle; Ricardo Souza. (2013)

## 6.7.2 PASSO 2 – ANÁLISE ESTRATÉGICA

A segunda etapa no processo de planejamento da logística reversa é a análise para que você possa oferecer melhor suporte à escolha de alternativas.

Para isso, é importante entender como os elementos do sistema de logística reversa criam valor para os clientes, outros stakeholders e a organização. Roberson e Copacino (1994) propõem dez elementos-chave para a estratégia de logística direta que, com algumas alterações, podem ser aplicados à logística reversa. Eles estão distribuídos em quatro níveis estratégicos que devem ser coordenados e integrados para alcançar um alto desempenho logístico.

**Figura 11 – Componentes-chave para a estratégia de logística reversa**



Fonte: Roberson e Copacino et al. (1994).

O primeiro nível representa a direção estratégica por meio do atendimento ao cliente. Uma compreensão clara das necessidades e demandas dos clientes e outras partes interessadas é essencial para desenvolver uma estratégia para atender a essas

expectativas. O que impulsiona o design de toda a cadeia de suprimentos e da cadeia de valor da logística reversa são as necessidades dos clientes.

O nível estrutural do sistema logístico define como as expectativas do cliente são atendidas através da cadeia de atividades e as funções necessárias para as instalações das atividades logísticas e da rede estrutural. Decisões estratégicas importantes sobre como atender os clientes são tomadas nesta etapa, tais como usar um intermediário ou desenvolver o serviço internamente.

Uma estratégia de rede física de instalação inclui definições sobre o número e localização das instalações, os tipos de clientes que cada instalação atenderá, os tipos de serviços de transporte que serão usados e como os fluxos entre as instalações serão organizados.

O terceiro nível engloba uma análise profunda dos componentes funcionais de uma estratégia de logística reversa, principalmente no que diz respeito ao transporte, armazenamento e gestão de materiais.

Para a logística reversa, deve-se considerar também o tipo de destinação pretendida, suas características, a necessidade de atenção especial, a necessidade de estruturas especiais de resíduos e a estrutura necessária desses resíduos. Muitos, por exemplo, são devidos ao seu transporte e armazenamento. Portanto, há algumas questões importantes neste nível, como:

- A empresa pode terceirizar algumas atividades de logística reversa?
- Para a empresa, qual é a melhor forma de lidar com resíduos específicos? Que recursos são necessários?
- Como se pode facilitar a logística reversa de produtos pós-consumo enquanto ao mesmo tempo há melhorias nos níveis de serviço ao cliente?

O quarto nível da pirâmide envolve a execução. Inclui sistemas de informação que dão suporte a logística reversa, políticas e procedimentos que orientam as operações diárias de logística reversa, manutenção de instalações de equipamentos de instalações, questões organizacionais e de pessoal.

Primeiro, os sistemas de informação contribuíram para o conceito de logística integrada. O acesso oportuno a informações acionáveis e a precisão das informações são essenciais para o gerenciamento de custos eficaz, oferecendo um atendimento excepcional ao cliente e estabelecendo a liderança organizacional. Escolher o

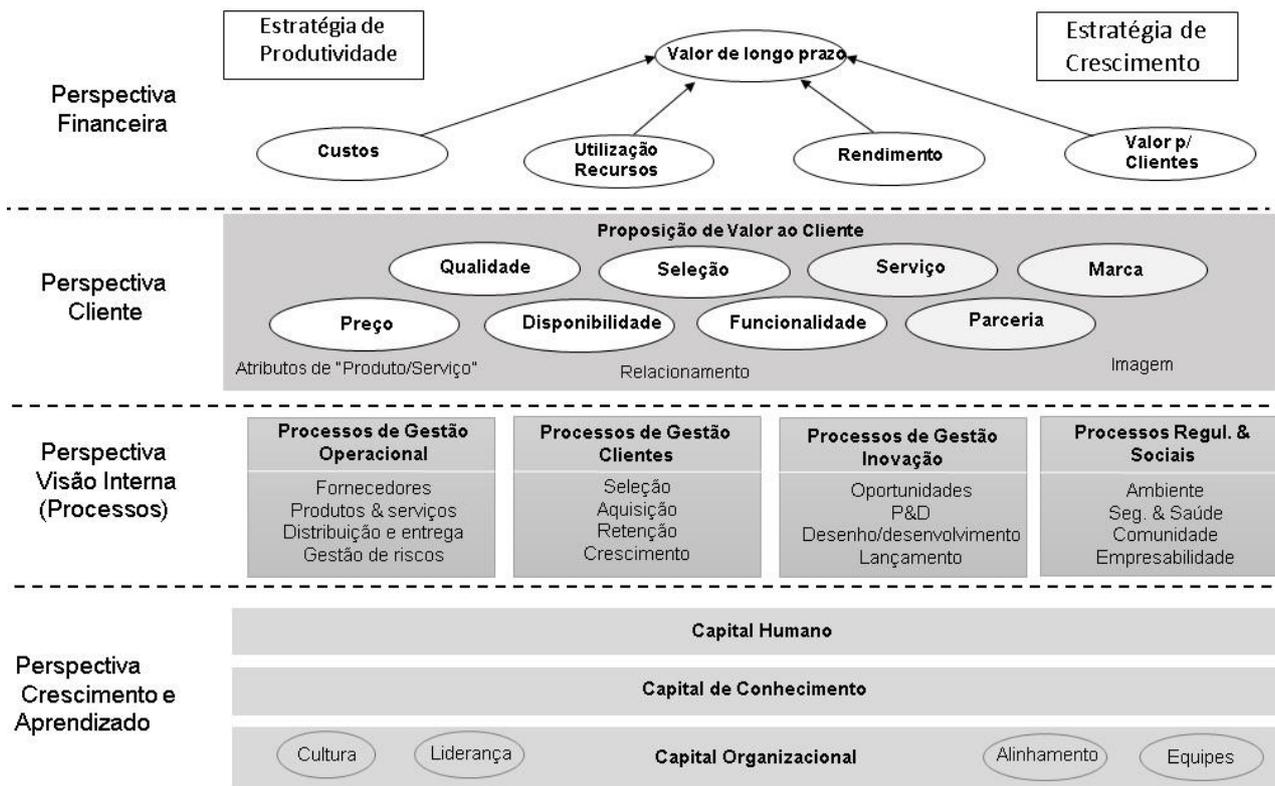
software e prestar atenção nas atividades de coleta de dados (capturar dados de cada transação executada) pode ser um importante diferencial para as empresas do seu setor.

Em segundo lugar, o processo de logística reversa deve ser cuidadosamente projetado. É importante ver o processo como um trabalho completo, fruto da interação de diferentes atividades, para evitar uma visão mais fragmentada. Nesse sentido, a perspectiva do ciclo de vida fornecida pelo gerenciamento do ciclo de vida é muito útil.

A organização do processo da LR envolve três elementos-chave da organização: estrutura (como a organização irá segmentar suas atividades operacionais), papéis e responsabilidades (como a organização irá desenhar seus relacionamentos) e medição de desempenho (como a organização avaliará os resultados que está alcançando).

Para ter um sistema logístico eficaz e integrado, as empresas devem alinhar os indicadores de desempenho com os resultados esperados. As métricas de desempenho são as mais negligenciadas na logística, mas apresentam algumas oportunidades para a maioria das empresas. Ferramentas como o BSC são úteis nesse momento, auxiliando na definição de métricas que podem conduzir uma empresa a agir de acordo com uma estratégia estabelecida.

### **Figura 12 – Modelo para mapas estratégicos do BSC**



Fonte: Kaplan e Norton et al. (2004).

### 6.7.3 PASSO 3 – PLANO DE LOGÍSTICA REVERSA

Após a análise estratégica, é desenvolvido um plano de logística reversa. O plano deve ser um guia delineando as tarefas e objetivos da logística reversa, e os planos e atividades para atingir esses objetivos. Também pode conter metas de desempenho para custo e atendimento ao cliente e especificações para métricas de desempenho.

As etapas de planejamento 1, 2 e 3 são processos iterativos (ou seja, repetidos com frequência) e sobrepostos. Isso significa que algumas tarefas e atividades no processo de planejamento estratégico (como pesquisas de satisfação do cliente, coleta de análise de configuração de rede ou análise de funcional de transporte) podem ser incorporadas ao plano como itens específicos.

Portanto, a atividade de desenvolver uma estratégia de logística reversa é um processo interminável que está sendo constantemente redefinido e refinado ao longo

do tempo. As atividades de planejamento devem ser vistas mais como um momento para estabelecer metas anuais e analisar o que deve ser feito durante o ano.

**Tabela 7 – Conteúdo do planejamento estratégico de logística reversa**

Missão e objetivos
Programas
Atividades
Cronograma
Responsabilidade
Medidas

Fonte: Roberson e Copacino et al. (1994).

#### **6.7.4 PASSO 4 – GERIR MUDANÇAS**

A etapa final do processo de planejamento estratégico envolve o gerenciamento da mudança, que é preparar a organização para implementar efetivamente uma melhor maneira de fazer negócios. Vários fatores são importantes para gerenciar efetivamente a mudança:

**Plano visível:** É necessário esclarecer a missão, objetivo e direção das atividades de logística reversa. Um processo formal para desenvolver uma estratégia é uma atividade importante para obter o compromisso corporativo. Além disso, um plano com metas e prioridades torna-se uma importante ferramenta de comunicação.

**Patrocinadores:** A mudança bem-sucedida é mais provável de ocorrer em líderes que representam objetivos estratégicos dentro e fora da organização. Para cada projeto definido no plano, também é exigido um líder responsável por aquela atividade.

**Treinamento:** Os líderes devem reconhecer que a mudança geralmente é difícil e pode exigir treinamento. O treinamento deve se concentrar no desenvolvimento do conhecimento e das habilidades necessárias para operar no novo ambiente.

## **7 ELABORAÇÃO E ACONDICIONAMENTO**

Considerado como um macroprocesso, ambos visam trazer a abordagem dos procedimentos que serão necessários no início da cadeia da logística reversa. Como:

- 1) A identificação das fontes de geração;
- 2) Amostragem dos resíduos;
- 3) Classificação;
- 4) Segregação na fonte geradora;
- 5) Acondicionamento;
- 6) Armazenamento temporário.

Todos estes processos são organizados de acordo com as necessidades básicas de um plano de gerenciamento.

### **7.1 IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE GERAÇÃO**

A identificação de uma fonte de geração não é nada fácil. Pois há uma vasta variedade de tipos, formatos, tamanho, entre muitas outras características, que acabam dificultando sua separação e identificação. Porém, separá-los de forma correta, é crucial quando se trata da logística reversa. Já que nela, toda a fonte de geração, acaba se tornando insumo podendo ser levado de volta para as empresas, consumidores, distribuidores e comércio, a fim de ser utilizado novamente. No entanto, como já mencionado, hoje por causa dessa identificação ser muito complicada de se realizar, na maioria da indústrias há uma extrema falta de organização, o que gera a necessidade de se ter um bom tratamento desses materiais; Porque sem um bom tratamento, isso pode acarretar em uma série de prejuízos, que vão desde a perda de renda com estes resíduos eletrônicos, até na integridade e infraestrutura da empresa em si, já que a maioria desses resíduos possuem

compostos químicos que quando não bem tratados, causam diversas doenças a toda a indústria, e no pior caso, a população.

Portanto, a identificação e a correta separação, devem ser extremamente planejadas e bem-feitas.

## **7.2 AMOSTRAGEM**

Quando se já não é possível identificar visualmente um produto, é indicado utilizar o método da amostragem. Que visa cientificamente, estudar seus compostos químicos e entender o melhor caminho para tratar um específico resíduo. Conhecendo as suas constituições principais, como temperatura, volume, estado físico e analisando como este resíduo reage com outros compostos químicos. Lembrando, que a técnica de amostragem, varia de produto para produto.

E como esta etapa é difícil de ser feita, geralmente esse processo é feito por um cientista, já que o procedimento deve ser realizado com muito cuidado e atenção, tendo todo o equipamento planejado e pronto para o uso.

## **7.3 CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO**

Depois de ter realizado a identificação e a amostragem, podemos começar a classificar cada resíduo de forma específica ou em conjunto, de acordo com suas características e periculosidades. Podemos classificá-los de acordo com a ABNT NBR 10004 como: Resíduo perigoso (Classe I) e não perigoso (Classe II), e que neste também possui subdivisão entre não inertes (Classe II A) e inertes (Classe II B):

1) Resíduos perigosos: são aqueles em que suas constituições físicas e químicas podem apresentar riscos à saúde pública, como doenças e risco ao meio ambiente.

Nestes tipos de resíduos, há uma classificação em relação à sua corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade e inflamabilidade;

2) Resíduos não perigosos: são os que não causam nenhuma das periculosidades mencionadas anteriormente;

3) Resíduos não inertes: são os resíduos que ao entrarem em contato com a água destilada à temperatura ambiente, seus compostos foram solubilizados;

4) Resíduos Inertes: São quaisquer resíduos que são submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada, em temperatura ambiente, e que conforme ABNT NBR 10006, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, dureza e sabor.

#### **7.4 SEGREGAÇÃO**

Segregação é um processo de separação dos resíduos em sua origem, com o auxílio de coletores de diferentes cores, segundo CONAMA 275:2001 (BRASIL. 2001).

Cada cor representa um respectivo material. Sendo assim:

- Azul (papelão/papel);
- Vermelho (plástico);
- Verde (vidro);
- Amarelo (metal);
- Preto (madeira);
- Laranja (resíduos perigosos);
- Branco (resíduos ambulatorios);
- Roxo (resíduos radioativos);
- Marrom (resíduos orgânicos);
- Cinza (resíduos comuns não recicláveis).

É importante mencionar, que a segregação de resíduos não perigosos, como garrafas retornáveis, significa que buscar/trazer uma valorização do seu valor econômico para a empresa.

Já os resíduos perigosos, segregar é impedir que haja a contaminação destes no meio ambiente, evitando doenças e prejuízos a sociedade.

Por fim, é válido dizer também, que a segregação deve ser acompanhada de um bom planejamento junto de uma fonte geradora, tendo sua instalação em locais pertinentes e de fácil acesso aos usuários, a fim de que eles depositem seus resíduos no local adequado, sem empecilhos e dificuldades nessa ação.

## **7.5 ACONDICIONAMENTO**

Este processo, também é de extrema importância para assegurar a preservação física e química de um resíduo.

Já que ele é um procedimento que tem por objetivo, preparar a mercadoria para à sua armazenagem, estocagem e transporte, levando em conta toda sua característica física e química. Tudo isso, para que o resíduo não sofra nenhum tipo de dano ao chegar em uma empresa ou cliente.

É importante mencionar, que no caso de resíduos perigosos, deve-se analisar e separá-los com cuidado de outros resíduos, tendo o planejamento de onde ele irá ficar, o cuidado com a sua volatilidade e vazamento, bem como sua reatividade.

Já nos resíduos não inertes e inertes, deve-se atentar a forma como eles estão sendo armazenados e transportados. O ideal, nestes casos, é o resíduo estar tampado, sempre evitando o acúmulo de água e deve estar sempre em pisos impermeáveis. Claro, que em ambos os casos, cada acondicionamento deve ser pensado de maneira específica para cada resíduo.

## **7.6 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO**

Consiste na manutenção dos recipientes, contendo os resíduos acondicionados. Geralmente, ocorre em locais próximos aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa.

É importante citar, que os casos em que não poderá ser feito armazenamento temporário dos resíduos, é quando eles estiverem com disposição direta dos sacos sobre o piso. Neste caso, é obrigatório ter a conservação dos sacos em recipientes de acondicionamento.

## **7.7 COLETA E TRANSPORTE**

É um outro tipo de macroprocesso, mas nesse há o início do fluxo logístico. Este processo, possui o objetivo de garantir que os resíduos sólidos sejam devolvidos para sua cadeia produtiva, sendo uma das etapas fundamentais para a logística reversa.

Nela, os produtos que foram coletados, já devem ser armazenados de forma correta, para que o sistema de transporte os encaminhe para o beneficiamento, reaproveitamento ou disposição final.

## **7.8 QUANTIFICAÇÃO DO RESÍDUO NO GERADOR**

É uma etapa da coleta e transporte, que visa quantificar em massa ou volume, os resíduos coletados, tendo como objetivo, estabelecer uma rotina para a coleta baseada na relação entre geração e capacidade de armazenamento do gerador.

## **7.9 RECEPTORES**

Depois de ter realizado a quantificação dos resíduos, se é possível obter o seu respectivo volume gerado em um determinado intervalo de tempo. Com isso em mãos, se faz necessário definir quais receptores atendem ao objetivo do gerador; para isso, através de observações, é possível definir quais aspectos em relação ao tipo de serviço prestado e a capacidade de processamento dos receptores, que se é fornecido.

É importante dizer, que os receptores são fundamentais no processo logístico, pois é através deles que podemos definir o ritmo logístico, analisando se há algum tipo de desperdício em relação a produção deste material.

## **7.10 TRANSPORTADORES**

Um dos itens importantes na área da logística, é o transporte dos resíduos. Porém, ele só pode ocorrer se for viável simultaneamente para os geradores e os receptores, além do mais, é necessário saber se a quantidade de cada resíduo acumulado a ser transportado, está em maior quantidade, de forma a evitar um maior número de viagens, trazendo à tona desperdícios e custos de transporte para a empresa. Por isso, é muito importante antes de tudo, planejar a forma como irá ocorrer o transporte; principalmente saber, onde os resíduos irão ficar, quantos são, a capacidade de armazenamento, e o trajeto a ser percorrido.

Ainda é válido dizer, que o transporte varia para cada classe de resíduo, tendo que tomar cuidado com suas propriedades físicas e químicas. E isso é importante pois cada empregador saber, já que por meio da Portaria nº 204 do Ministério do transporte, é possível compreender de que forma se deve realizar a coleta para cada tipo/classe de resíduo, nesta portaria, é instruído os métodos embalagem, compatibilidade química, correta denominação do produto e os aspectos de riscos.

Nesta etapa, ainda há um outro ponto importante de ser abordado, que é a divisão de umas imensas variedades de transportadores em dois tipos: os veículos coletores e os veículos coletores compactadores.

Basicamente, os veículos coletores possuem suas caçambas descobertas e geralmente possuem um guincho.

Já os compactadores, como o caminhão de lixo, possuem suas caçambas fechadas, pois necessitam proteger os resíduos em relação qualquer contato de diferentes reagentes.

## **7.11 COLETA**

A coleta é também junto do transporte, uma parte importante da logística, já que sua função acarreta muitas coisas dentro da logística reversa, como a parte financeira, o meio ambiente, a comunidade e as empresas. Fora que para realizá-la, não basta apenas ir e coletar algum resíduo, na verdade, deve-se atentar para os riscos e os diferentes problemas que eles podem acarretar ao recolher, como radiação, luminosidade intensa, cortes e feridas, gases infecciosos etc.

Por isso, é importante ter cuidado ao manejar, ao coletar e ao armazenar, já que cada resíduo é diferente entre si.

Um outro ponto importante que a coleta acarreta o processo logístico, é que segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços são viabilizados por um conjunto de ações que apoiam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial. Dessa forma, a coleta particular dos resíduos previamente segregados, ou preparados e acondicionados, atende à PNRS e ainda novas atividades econômicas.

## 8 PROCESSOS

### 8.1 BENEFICIAMENTO

O processo de beneficiamento, o qual vamos tratar agora, é um macroprocesso que realiza transformações físicas (pré-tratamentos e tratamentos) com o objetivo de agregar valor ao produto e deve vir antes do encaminhamento para a destinação final. Ele transforma o resíduo em matéria-prima, prontas para serem inseridas em novos ciclos de uma cadeia.

Pelo fato de ser uma ponte entre a segregação e a destinação final, e ser a atividade mais importante no que diz respeito ao meio ambiente (por minimizar danos causados a ele, protegendo-o de resíduos nocivos) ele deve ser tratado separadamente, com muito cuidado, seguindo as instruções corretas de tratamento para cada resíduo, recebendo, avaliando e separando os materiais (conforme essas instruções por tipo e divisão de aproveitamento) e podendo, se necessário, realizar limpeza dos resíduos, moagem, compactação e desmanche, em alguns casos. Armazenamento temporário e destinação correta, ao final do processo.

Pode ser dividido em cinco etapas: Recebimento, Armazenamento Temporário, Pré-Tratamento, Tratamento e Encaminhamento.

**Figura 13 – Etapas do processo de beneficiamento**



Fonte: VALLE, ROGERIO; SOUZA, RICARDO. (2013).

## **8.2 RECEBIMENTO**

Se assemelha a etapa de preparação e acondicionamento, a única diferença são as classificações: de Classe I, que representa os resíduos perigosos, Classe IIA, não perigosos e não inertes e Classe IIB, que são os não perigosos e inertes. Essa etapa é importante pois o processo de segregação pode ser realizado de uma maneira pouco eficiente. Além disso, ela auxilia na obtenção de materiais preciosos, que após a desmontagem são encaminhados para um novo ciclo produtivo, por ser novamente uma matéria-prima. Como o exemplo de um notebook, se possuir alguma avaria ou tecnologia ultrapassada pode ser considerado um resíduo, podendo fornecer materiais como PVC, prata, ouro e platina.

Nessa etapa também temos os critérios de segurança, cuja identificação de risco é realizada nas fases anteriores e direciona a amostragem, coleta e transporte, que por sua vez, se baseiam nelas com todos os procedimentos de emergência, cuidados e uso de EPI's necessários.

### **8.2.1 PRÉ-TRATAMENTO E ENCAMINHAMENTO**

Após a identificação, são definidos o beneficiamento e o encaminhamento que serão realizados, no exemplo do e-lixo, o desmonte será necessário em graus de especificidade, vale ressaltar que o beneficiamento não insere todos os resíduos a algum novo ciclo produtivo. Enviados para tratamento e disposição final adequada apenas materiais que apresentem riscos ambientais, além de resíduos contaminados que são logo levados ao destino final. Em alguns casos o beneficiador reaproveita parte dos resíduos e entrega o restante a um segundo beneficiador que tenha a tecnologia suficiente para aproveitar o resto. Essas informações são importantes para o planejamento estratégico e devem ser devidamente realizadas e documentadas.

### **8.3 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO**

Após o recebimento dos resíduos, é de extrema importância que os beneficiadores tenham um local próprio para a armazenagem dos mesmos para serem armazenados adequadamente, principalmente pela preservação e segurança dos produtos.

Visto que, alguns materiais precisam de cuidados especiais, o local deve estar sempre limpo, pavimentado, coberto e fechados lateralmente, estar livre de poeira para evitar lavagens desnecessárias que por sua vez podem levar a proliferação de fungos e bactérias, causando até algumas doenças ocupacionais.

Quando o resíduo for perigoso a armazenagem deve ocorrer seguindo as normas da ABNT NBR12.235:1992.

Armazéns também podem ter compactadores para antecipar a etapa de pré-tratamento, além de economizar espaço.

Dependendo da disposição dos materiais utiliza-se veículos de transferência, na descarga dos transportes de coleta ou dos mesmos que levaram os resíduos para a próxima etapa, diferentes para facilitar a movimentação dos mesmos no armazém. Empilhadeiras são usados no para movimentar materiais embalados ou compactados em pallets, quando estão em superfícies do terreno em forma de pilha, escavadeiras hidráulicas ou pás carregadeiras tem sua vez.

### **8.4 PRÉ-TRATAMENTO**

O pré-tratamento tem diversos caminhos diferentes que podem ser seguidos baseados nos tipos de materiais.

#### 8.4.1 SEPARAÇÃO OU TRIAGEM

Nessa etapa acontece a separação minuciosa dos resíduos, controlando a qualidade que é exigida pelas indústrias responsáveis por reciclar os mesmos. Boa parte do beneficiamento acontece nessa etapa, pois o resultado final é baseado nessa separação. As falhas nesse processo são comuns e resultam na presença de materiais indesejáveis, após a identificação do resíduo e de seu processo de beneficiamento, começamos a triagem.

A triagem é uma esteira de produção onde os funcionários, dispostos lado a lado, reconhecem manualmente os resíduos e os separam em locais adequados.

A triagem é responsável por:

- Colocar os resíduos na esteira transportadora;
- Avaliação manual de forma bem específica;
- Separação eletromagnética ou por aspiração ou por decantação;
- Recolhimento dos resíduos após triagem em dispositivos adequados.

Os plásticos são resíduos de difícil separação principalmente pela sua variação e impossibilidade de misturá-los o que resulta em perda de qualidade e devem ser separados em duas categorias: termofixos que não se fundem mais de uma vez e termoplásticos, que podem ser facilmente reconhecidos por símbolos em sua superfície. Igual ao plástico, os papéis também possuem grande variedade que deve ser identificado pela triagem. Os papéis contaminados e os não contaminados em dois tipos: papel e papelão, que no final auxiliam na produção de produtos de maior qualidade. Os alumínio, principalmente das latas, passam pela esteira transportadora que a separa de outros materiais por meio do magnetismo, pode ser reciclado inúmeras vezes sem perder a qualidade. Os vidros, por sua vez, devem ser separados por cores e transformados em grãos. Não devem conter cristais, pedaços de espelhos, porcelana, vidro de automóvel ou lâmpadas nessa mistura de grãos. As lâmpadas são um material perigoso por conterem mercúrio em sua composição, capaz de afetar o meio ambiente e a saúde humana. Algumas empresas extraem esse componente.

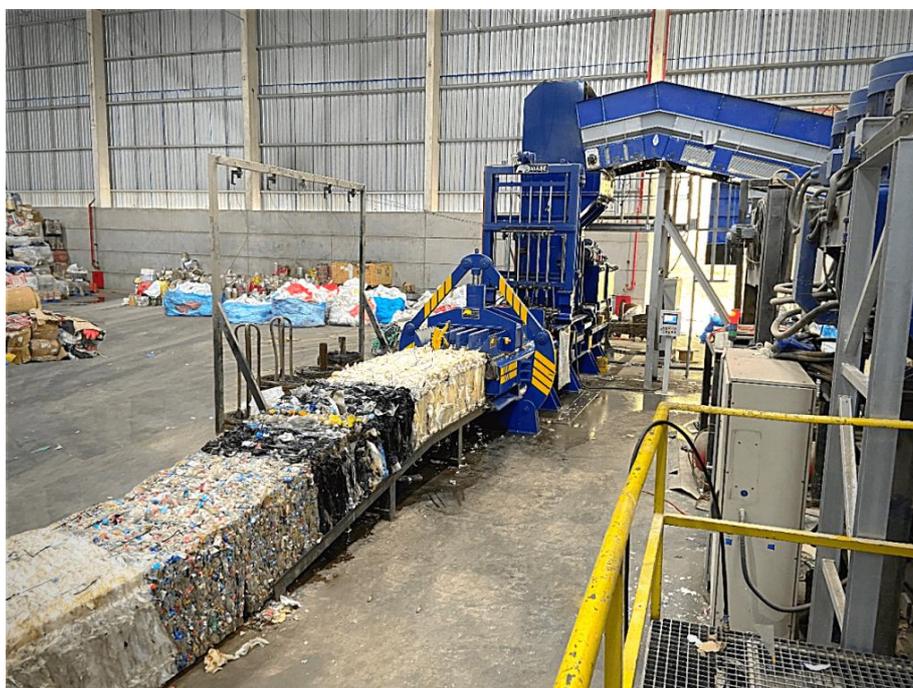
No caso do e-lixo, a triagem é composta por profissionais que desmontam e separam os equipamentos, classificada essa, como uma primeira etapa de transformação deles em matéria-prima.

A triagem em geral é uma garantia de atendimento a todas as exigências das empresas que realizarão a reciclagem desses materiais.

#### **8.4.2 REDUÇÃO DE VOLUME**

Dentro do pré-tratamento temos a redução de volume que vem antes da volta dos produtos a algum ciclo produtivo e conta com várias técnicas, entre elas a compactação, que economiza espaço e facilita na movimentação, e é realizada por uma prensa hidráulica em formato de cubos.

**Imagem 1 – Prensa de compactação de plástico**



Fonte: [www.lmabeiberica.com](http://www.lmabeiberica.com)

Outras técnicas são mais específicas para tipos diferentes de materiais, como por exemplo, a trituração de vidros antes da compactação.

É importante que essa etapa seja realizada antes da triagem para evitar prejudicá-la pois a mesma teria uma difícil, quase impossível realização com os materiais compactados.

### **8.4.3 LAVAGEM**

A lavagem desses resíduos é realizada com água em quantidade suficiente para remover conteúdos orgânicos e químicos. Essa etapa é considerada muito importante pois, dependendo da quantidade de resíduos no interior de embalagens, pode-se considerar inviável o reaproveitamento das mesmas, resultando em desperdícios gigantescos dos materiais e, conseqüentemente, prejuízos financeiros à organização, por isso, muitas empresas realizam esse processo antes do encaminhamento. Após a lavagem, a água usada gera um efluente líquido que deve ser bem gerenciado por meio de canais de escoamento, tanques de água e óleo, de forma que a mesma água seja reutilizada e não seja prejudicial ao meio ambiente.

### **8.4.4 DESMANCHE**

Um processo minucioso e utilizado em resíduos eletrônicos, que consiste em desmontar os aparelhos eletrônicos, separando os itens que serão reprocessados, como diferentes circuitos, baterias e peças.

Após isso, berílio, mercúrio, cromo, chumbo, entre outros são extraídos em processos complexos nas empresas especializadas e com tecnologia suficiente para realizar.

Além disso, ocorre também a mineração, que é o processo de recuperar materiais valiosos como ouro, prata, platina, entre outros, porém, por ser um processo de alta complexidade países como o Brasil ainda não tem a infraestrutura completa para realizar essa separação de maneira adequada e sem causar danos ao meio ambiente, como por exemplo, a China faz.

## **8.5 TRATAMENTO**

Nessa etapa, o material retorna para alguma cadeia produtiva novamente, sofrendo alterações físicas próprias para seu novo ciclo, portanto, é necessário pelo menos o básico para que o produto não cause danos ao meio ambiente quando não há possibilidade de retorno a nenhuma cadeia antes de enviá-lo à disposição final.

### **8.5.1 REPARO**

Essa é uma das alternativas de tratamento mais lógicas da logística reversa e se resume apenas no reparo dos danos no produto, acontece mais em eletrodomésticos e automóveis no dia-a-dia pela sociedade, que ao invés de, por exemplo, jogar o carro no lixo, leva ao mecânico para efetuar os reparos e retornar ao seu uso. Um dos maiores problemas dessa alternativa é o custo financeiro dele se comparado ao custo de um novo, que quando não se igualam, o custo de reparo é maior e pode levar o consumidor a comprar um novo e descartar o antigo.

### **8.5.2 RECONDICIONAMENTO**

Outra alternativa do tratamento é o condicionamento que consiste na substituição ou reconstrução de algum componente principal do produto e assim como o reparo, também visa recuperar as condições de um produto para que voltem a servir a seu propósito e é usado também em eletrodomésticos e automóveis.

### **8.5.3 RENOVAÇÃO**

Essa alternativa envolve o reparo e/ou recondicionamento, que, além de reparar e retomar as funções originais do produto, o embeleza e reequipa e pode envolver um acabamento estético ou uma modernização no produto.

### **8.5.4 REMANUFATURA**

Esse processo é industrial e consiste em desmontar, substituir peças, mas manter a partir de seu núcleo, o projeto original segundo padrões desejados pelo consumidor e permite que ele seja remanufaturado mais de uma vez (OIKO. 2012). E para ele a remanufatura tem cinco etapas-chaves: a desmontagem completa, a limpeza completa, a inspeção e classificação, o recondicionamento das partes e substituição por partes novas e por fim, a remontagem do produto e testes finais.

### **8.5.5 RECICLAGEM INDUSTRIAL**

Segundo NRC (1999) explícita em (KING et al. 2005), a reciclagem consiste na série de atividades em que os materiais descartados são coletados, triados, processados e utilizados na produção de novos produtos.

Abaixo disponibilizamos uma tabela de resíduos e suas cadeias de reciclagem.

**Tabela 8 - Resíduos e suas possíveis cadeias de reciclagem**

<b>Resíduo</b>	<b>Cadeia</b>
Embalagens longa-vida	Papel reciclado; plástico reciclado; placas e telhas.
Papel de escritório	Papel
Papel ondulado	Embalagens; papel cartão.
Latas de alumínio	Chapas para latas; fundição de autopeças
Latas de aço	Chapas de aço; folhas de aço para embalagens
Vidros	Embalagens de vidro, asfalto, sistemas de drenagem contra enchentes; espuma e fibra de vidro; bijuterias; tintas reflexivas.
Pneus	Tapetes de automóveis; mantas para quadras esportivas; pisos industriais; borrachas de vedação; asfalto
PET	Fios de costura; forrações, tapetes e carpetes; mantas de TNT, cordas e cerdas de vassouras e escovas; filmes e chapas para boxes de banheiro; termo-formadores; formadores a vácuo; placas de trânsito; sinalização; garrafas; adesivos; tubos para esgotamento predial; cabos de vassouras; torneiras

Fonte: CEMPRE (2012).

### **8.5.6 DESCONTAMINAÇÃO**

Esse processo trata da retirada de componentes perigosos e é, quase sempre, realizado por indústrias próprias que obtenham os equipamentos necessários e que os utilizam como insumos para a produção de novos produtos. Ela aplica-se também a efluentes líquidos e gasosos.

Pode contar com a esterilização, em casos de descontaminação de produtos que não possam ser beneficiados para evitar prejuízos ao meio ambiente.

Os processos de descontaminação de última geração ocorrem em autoclaves que operam a vácuo, onde são introduzidas as carcaças e partes ativas dos transformadores. O solvente de extração circula num sistema fechado o qual é destilado continuamente, sendo o PCB segregado na destilação enviado à incineração. (Tecori, 2010)

O site, Tecori, é a única empresa licenciada pela CETESB que atende as exigências do inciso IV (...) a qual exige que as unidades de destinação final de resíduos, faz menção a atualização dos processos de descontaminação e explica como ocorre esse processo. (Tecori)

### **8.5.7 INCINERAÇÃO**

A principal legislação no Brasil que rege as leis da incineração (Resolução CONAMA nº316/2002 e Norma ABNT NBR 11175) diz que para a organização conseguir legalmente realizar a incineração ela deve registrar dos resíduos recebidos sua origem, características físico-químicas, composição química, incompatibilidade com outros resíduos, características de mistura de resíduos, métodos para separação de misturas, composição em peso, taxa de eficiência para destruição e remoção (EDR), para PCB's e para principal composto orgânico perigoso (PCOP) com taxas superiores a 99.99%, Além de registros de logística, análise dos resíduos e amostras a cada seis meses para comprovação dessas informações aos órgãos ambientais.

Como esse processo é perigoso devido aos riscos de emissão de gases na atmosfera ele conta com muitos cuidados impostos por leis, além dos citados acima ainda temos o registro de temperatura na qual as máquinas irão atuar, cobertura da área que receberão os resíduos e do sistema de coleta e tratamento adequado ao chorume produzido, estudos técnicos de planos caso algo dê errado, existência de unidades de tratamento de gases e efluentes, cinzas e escórias, recepção armazenamento, alimentação. Responsável técnico habilitado, capacitação e treinamento de colaboradores, monitoramento de gases e controle dos resíduos.

### **8.5.8 COMPOSTAGEM E OUTROS PROCESSOS**

Muito utilizada no Brasil, a decomposição microbiana (biodigestão) já que, 60% é o número em massa dos resíduos orgânicos no lixo, a logística reversa entra no ciclo produtivo de húmus que pode ser usado como adubo.

Para resíduos sólidos aplica-se a compostagem, muito conhecida pelas pessoas, que consiste na decomposição aeróbia da matéria orgânica a partir de agentes biológicos microbianos (VILHENA. 2010).

A decomposição também pode ocorrer de forma anaeróbica, sem a presença de oxigênio por meio de reatores disponíveis.

### **8.6 ENCAMINHAMENTO**

Após o tratamento adequado ser aplicado em cada material ele é encaminhado para a destinação final, que pode ser a doação, reuso, comercialização e aterro que somente para rejeitos.

### **8.7 DEFINIÇÃO DE MODELO DE BENEFICIAMENTO**

Diferentes combinações no processo de beneficiamento é mais comum do que se imagina, e elas podem variar de acordo com quem as executa, de acordo com a natureza do produto e leis regionais que só permitem até certo ponto de beneficiamento ou práticas que não são permitidas.

Na tabela abaixo podemos ver diferentes combinações de beneficiamento:

**Tabela 9 – Opções para beneficiamento dos resíduos da logística reversa**

RESÍDUO	TIPO DE BENEFICIAMENTO
Papel	Reuso/redução de volume/comercialização Reciclagem (limpeza + alvejamento + refinação + adição)
Plástico	Reuso/lavagem/redução de volume/comercialização Reciclagem com separação das resinas (separação + regeneração + pós tratamento + transformação) Reciclar sem separação das resinas (regeneração + transformação) Incineração
Metais	Redução de volume/ comercialização Reciclagem (fusão + conformação) Reciclagem (briquetagem + refusão + transformação em lingote)
Vidro	Separação + trituração Reciclagem (produção de embalagens, tijolos, microesferas, lã, fibra, bolinhas ou espuma de vidro/fritas cerâmicas/asfalto) Reuso (material abrasivo ou de enchimento/aplicações artísticas)
Pneus	Recaptação + reuso Reciclagem (engenharia civil/regeneração da borracha/asfalto) Incineração + geração de energia
Lâmpadas	Reciclagem (destruição + separação + descontaminação + reciclagem/ reuso/comercialização) Separação por sopro + reciclagem Esmagamento + solidificação/encapsulamento Disposição em aterros
Eletroeletrônicos	Recondicionamento + reuso/revenda Desmontagem/desmanche + reciclagem Reciclagem (desmontagem + triagem + trituração + separação + transformação)
Pilhas e baterias	Devolução Reutilização/reciclagem/disposição final Reciclagem (trituração + separação + recuperação + reciclagem)
Embalagens de produtos tóxicos	Tríplice lavagem Incineração

Fonte: Rogerio Valle; Ricardo Souza. (2013)

Como acontece no processo de logística reversa de resíduos eletrônicos, em algumas etapas são separados materiais de diferentes naturezas que, logo são levados a seu ciclo produtivo, como por exemplo plásticos e metais.

## **8.8 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO BENEFICIAMENTO**

Segundo (LEITE; MONTEIRO. 2003; 2001) alguns critérios para a escolha do beneficiamento devem ser seguidos, são eles: a viabilidade técnica e orçamentária, qualificação e quantidade de mão de obra, caracterização, volume e grau de separação dos resíduos, localização em relação às fontes geradoras, impactos ambientais, destinação dos produtos e subprodutos gerados, legislação e fatores de mercado.

## **8.9 DESTINAÇÃO FINAL**

Infelizmente, quando algum resíduo não pode ser beneficiado, dentro da logística reversa, ele é levado a uma destinação final correta, para evitar prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente.

Ela é a última ponta da cadeia reversa de um resíduo depois de receber o tratamento devido, enquanto os resíduos beneficiados permanecem num ciclo produtivo.

### **8.9.1 DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS E REJEITOS**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos diz que os resíduos podem ser direcionados a diferentes destinações finais, de acordo com o que o gestor achar melhor. Essa etapa pode ser separada em duas: a destinação final de rejeitos, que são descartados em aterros depois da limpeza e descontaminação devida e a destinação final de resíduos que diz a respeito do encaminhamento através da doação, reuso ou comercialização de resíduos que mostraram valor em algum componente ou nele por inteiro. E pode ser recebido por qualquer indivíduo na sociedade.

## **8.9.2 DOAÇÃO, REÚSO E COMERCIALIZAÇÃO**

No caso da doação, esse resíduo é entregue a uma organização que utilize esse resíduo para algum fim lucrativo, ou não, de sua preferência.

O reuso, conduz equipamentos que podem passar pela remanufatura, recuperação de problemas, embelezamento entre outros processos realizados pelo destinatário e contribui para o alongamento da vida útil desses resíduos.

A comercialização, trata-se da revenda de resíduos já utilizados. E é o encaminhamento para uma ponta de um novo ciclo.

## 9 RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

### 9.1 INTRODUÇÃO

A revolução tecnológica acelerada nos últimos anos produziu muitos dispositivos de grande porte com usos diversos, aumentando assim o número e diversidade de equipamentos e eletroeletrônicos. Tudo isso é resultado da constante necessidade do ser humano de inovações que facilitem seu cotidiano, reduzindo esforços e encurtando distâncias. Esses dispositivos surgiram com o intuito de facilitar a vida da população, provendo conforto e utilidade, além de proporcionar entretenimento para a vida das pessoas, sem os quais não sobreviveriam sem.

Entretanto, tais mudanças tecnológicas vêm gerando cada vez mais alterações no meio ambiente, que deixou de ser um ecossistema simples de interações químicas, biológicas e físicas para se tornar um sistema muito mais complexo. Barbieri (2007) crítica os “tecnoecossistemas urbano-industriais”, uma vez que eles não produzem os alimentos que a população necessita, e muito menos limpam o ar e reciclam a água que utilizam. Esses problemas cresceram proporcionalmente à Revolução Industrial, levando ao aumento da escala de produção e consumo e, principalmente, à diversidade de substâncias e materiais que não existiam na natureza na época.

Nos últimos anos, os humanos sintetizaram 10 milhões de substâncias diferentes, alterando a capacidade de absorção do meio ambiente e de reintroduzi-los ao ciclo de renovação ambiental. Desde então, a escala de exploração sobre os recursos naturais e de geração de resíduos só aumentou. Tal quantidade é muito maior que a capacidade de renovação da natureza, gerando assim grandes impactos ambientais hoje explícitos, como as alterações climáticas, desertificação, contaminação das águas, entre vários outros impactos ambientais (BARBIERI. 2007).

Rodrigues (2003) destacou a quantidade de aparelhos eletrônicos (televisões, celulares, DVDs, brinquedos eletrônicos, etc.) criados para facilitar a vida moderna, e que hoje são descartados na medida em que ficam tecnologicamente ultrapassados em um ciclo de vida cada vez mais curto ou devido a inviabilidade de manutenção. Como resultado, houve um crescimento dos resíduos eletroeletrônicos (muitas vezes referido como lixo), abrangendo todos os tipos de equipamentos, desde grandes

eletrônicos até peças pequenas contidas em telefones celulares e computadores. Tal fato gerou a necessidade de estudar os problemas ambientais trazidos pela industrialização, obrigando a sociedade a começar a se preocupar com o destino correto desses produtos eletroeletrônicos.

## 9.2 DEFINIÇÃO DE ELETROELETRÔNICOS

Estamos passando por um processo de alta modernização do trabalho e dos meios de produção. Vale ressaltar que os antigos métodos mecânicos, incorporados na Revolução Industrial, deram lugar a novas estruturas baseadas em tecnologia da informação que buscam rapidez e eficiência. Computadores, telefones celulares e uma variedade de dispositivos eletroeletrônicos estão se desenvolvendo rapidamente, atendendo a diversas áreas, tal como a da saúde, mobilidade, educação, comunicação, segurança, dentre outras.

Os Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) são todos os equipamentos em que o funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos. Esses equipamentos podem ser divididos em quatro categorias:

**Linha Branca:** geladeiras, fogões, lavadoras de roupa e louça, condicionadores de ar;

**Linha Marrom:** monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS;

**Linha Azul:** liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, aspiradores de pó, cafeteiras;

**Linha Verde:** computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares.

Todos os equipamentos acima estão irão se tornar Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE). Porém, tal decisão é tomada baseada na percepção do proprietário, não necessariamente no final de sua vida útil.

De acordo com o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o equipamento em condição de uso preferencialmente não deve ser descartado como

resíduo, mas sim encaminhado para o reaproveitamento por meio de algum processo especializado, para dessa forma fornecer um novo propósito para esses equipamentos, seguindo a hierarquia de gestão (reduzir, reutilizar, reciclar).

Tais equipamentos são descartados como resíduos quando o proprietário decide que o equipamento não é mais útil (devido a falhas, capacidade técnica, substituição, etc.) e assim o encaminhando para o sistema de logística reversa. Nesse caso, é possível reaproveitar componentes, realizar testes e reparar equipamentos para doação ou revenda. Esgotadas as possibilidades de reaproveitamento, ele é encaminhado para reciclagem e, da mesma forma, vão para destinação final os resíduos sem essas possibilidades alternativas.

Logo, em outras palavras, Resíduos Eletroeletrônicos são caracterizados por serem equipamentos eletroeletrônicos descartados ou obsoletos, onde tais equipamentos podem conter substâncias perigosas e de difícil degradação, como o chumbo, mercúrio, cádmio, dentre outros, que se descartados incorretamente podem gerar graves problemas ambientais.

### **9.3 COMO A GESTÃO AMBIENTAL IMPACTA OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS**

Ao decorrer das últimas décadas, a gestão ambiental tem tomado cada vez mais espaço no ambiente organizacional. Uma vez que esta busca a redução de custos, inovação, além de garantir uma favorável imagem empresarial.

Isto acontece devido aos recentes movimentos em garantia de uma maior sustentabilidade afim de atingir benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Ao implementar uma gestão ambiental, os órgãos responsáveis são encarregados de toda uma gestão administrativa que podem impactar diretamente o projeto, assim como sua reinserção no mercado, fabricação, coleta e destinação adequada (GONZALEZ- TORRE et al. 2004).

O gerenciamento dos resíduos pode variar de acordo com a conscientização e legislação vigente em cada nacionalidade. Ao realizar a avaliação para sua aplicação,

alguns aspectos devem ser levados em consideração, tais como: limitação de recursos naturais e a limitação de espaço para a disposição dos materiais.

Cada categoria dos resíduos tende a necessita de ações corretivas e preventivas específicas. Em específico o manejo dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), já que estes possuem componentes de metais pesados, ocasionando ações nocivas a vida humana e ambiental, se manuseado de forma inadequada.

Os equipamentos Eletroeletrônicos são aqueles que dependem de corrente elétrica ou campo magnético para seu funcionamento, podendo ser: pilhas, televisão, computador etc. Já os REEE são os componentes que restam desses produtos no pós-consumo (RODRIGUES. 2007).

Ao longo dos anos 2000, algumas diretivas entraram em vigor, em suma, com o objetivo de separar os resíduos eletroeletrônicos em diferentes categorias de acordo com sua composição e sua nocividade. Algumas dessas diretivas são: REEE: a WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) e a RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances). Sendo obtidas pela Comunidade Europeia e entrando em vigor nos respectivos países membros, podendo sofrer alterações de acordo com as limitações de cada Estado (UE.2012).

**Tabela 10 - Categoria dos REEE**

<b>Categoria</b>	<b>Exemplo de equipamentos</b>
1. Eletrodomésticos de grande porte	Refrigeradores, freezers, fogões, máquinas de lavar e de secar roupas, micro-ondas, máquinas de lavar louças, equipamento de ar condicionado.
2. Eletrodomésticos de pequeno porte	Aspirador de pó, ferro de passar roupa, torradeiras, fritadeiras, facas elétricas, relógios de parede e de pulso, secador de cabelo.
3. Equipamentos de TI e Comunicação	<i>Mainframes</i> , impressoras, minicomputadores, computadores pessoais, <i>laptop</i> , calculadoras, aparelho de fax, netbooks, celular, telefone, tablet.
4. Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos	Aparatos para rádio e TV, câmera de vídeo, gravadores hi-fi, amplificadores de áudio, instrumentos musicais, painéis fotovoltaicos.
5. Equipamento de iluminação	Luminárias para lâmpadas fluorescentes (exceto luminárias domésticas), lâmpadas fluorescentes, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas de vapor de sódio, lâmpada de halogêneo.
6. Ferramentas eletroeletrônicas	Serras, esmeril, furadeiras, máquinas de corte, parafusadeiras, ferramentas de atividades de jardinagem, máquinas de solda.
7. Equipamentos de lazer, esporte e brinquedos	Trens e carros elétricos, vídeo game, console de videogame, computadores para ciclismo, corrida, e outros esportes, equipamentos de esporte.
8. Equipamentos médicos	Equipamentos de radioterapia, cardiologia, diálise, medicina nuclear, análise de laboratório, freezers.
9. Instrumentos de monitoramento e controle	Detector de fumaça, regulador de aquecimento ou resfriamento, termostatos, equipamentos de monitoramento para uso doméstico ou industrial.
10. Caixas de autoatendimento	Dispenseres (caixas de autoatendimento) de bebida, produtos sólidos, dinheiro, entre outros.
11. Outros	Outras categorias não consideradas anteriormente.

Fonte: XAVIER, LÚCIA; CARVALHO, TEREZA. (2014).

Assim como, a EPEAT – (Ferramenta para Avaliação Ambiental de Equipamentos Eletroeletrônicos), de iniciativa norte americana, separou os REEE's de modo a categorizar os resíduos conforme seu comprometimento a essenciais critérios de sustentabilidade ambiental ao longo de sua cadeia produtiva. A EPEAT usa como principais critérios:

- Redução e/ou eliminação de materiais tóxicos ao meio ambiente
- Seleção de materiais
- Projeto para o final da vida útil
- Extensão da vida útil do produto
- Conservação de energia
- Gestão do fim de vida útil (pós-consumo)
- Desempenho corporativo
- Embalagens

#### **9.4 CICLO DE VIDA DOS EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Resultante da crescente alta produção tecnológica e inovação a cada instante, aumentou-se exponencialmente o consumo. Ocasionalmente o ciclo de vida da vez mais curto aos produtos tecnológicos, diferentemente dos produtos domésticos, que possuem um ciclo de vida maior. Dessa maneira, as normas e vigências anteriormente estabelecidas, não mostrou eficiência a longo prazo, já que a demanda de produtos tecnológicos (como televisão, computador, smartphome) tornou-se muito maior se comparado a outros Eletroeletrônicos, como geladeira, máquinas de lavar e secar roupas etc. Acrescentando assim, um novo desafio ambiental: a gestão dos resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) pós-consumo.

A Convenção de Basileia, ocorrida na Suíça em meados da década de 90, restituiu algumas exigências para a ocorrência do gerenciamento ambientalmente adequada dos resíduos considerados nocivos, de forma a ser seguida por todos os

países que produzem e/ou consomem tais resíduos. Entretanto, a Convenção ainda remete a outra questão, sendo ela o fluxo de REEE dos países desenvolvidos aos países em desenvolvimento, em sua maioria de cunho clandestino, sendo ainda assunto em pauta pelas Organizações.

Da mesma forma, apesar dos equipamentos tecnológicos serem utilizados por todos os países, eles tendem a serem reconicionados e reutilizadas, em grande maioria, por países em desenvolvimento, incluindo a fase de pós -consumo. A partir dessa premissa, nota-se o efeito de consumo cascata, na qual os equipamentos acabam sendo utilizados de forma descontinuada (seja por apresentação de falhas ou simplesmente pela substituição por um aparelho mais tecnológico).

Portanto, os países em desenvolvimento são famosos pela sua experiência em reparos de manutenção. Assim, para melhor estudo, é preferível abranger um modelo de caso mais genérico, já que os aparelhos e suas variações, assim como seu consumo e abandono, pode variar de acordo com o país ou região (Griese et al (2004).

**Figura 14 - Ciclo de vida de EEE**



Fonte: UNEP. (2007).

O ciclo fechado apresentado acima pela UNEP, expõe o caminho dos REEE's na qual, os resíduos ainda em capacidade de funcionamento, tende a retornar para alguma etapa da cadeia produtiva. E os rejeitos são destinados à aterros, para que aconteça sua destruição ambientalmente adequada. Todo o ciclo tem como objetivo minimizar os efeitos nocivos dos EEE e reinseri-los no mercado.

A maioria das diretivas e convenções consagradas ao longo da última década, possuem em comum a minimização da aplicabilidade de metais pesados na fabricação de EEE, reduzindo seu impacto ao longo da cadeia. Outro ponto importante é a elaboração de designs sustentabilidade, com a intenção de amparar a "desmanufatura", ou seja, o processo de desmontagem, e o reaproveitando por parte

desses materiais, diminuindo o descarte de rejeitos e aumentando a taxa de reciclagem.

A gestão de resíduos começa seu trabalho a partir do momento em que o produto não possui mais utilidade ao seu consumidor do momento. Ela busca encontrar caminhos de destinação para esses de resíduos de maneira que eles possam, de alguma forma, tornar-se úteis novamente. Caso não seja possível, é papel da gestão realizar uma destinação final e dar fim ao resíduo de maneira que diminua seus efeitos nocivos. Para otimizar esse processo, é de suma importância o investimento em tecnologias de sustentabilidade e reciclagem, de forma a reaproveitar os resíduos obsoletos oriundos de todo o ciclo de vida do produto.

Com os dados apresentados atualmente, grande parte dos resíduos eletroeletrônicos que há no território brasileiro, é de origem da importação, apesar do Brasil conter diversas minas de extrações minerais ao longo da extensão de seu território. Isso acontece pela falta de investimento em sustentabilidade a longo prazo e também, pelo custo da extração ainda se mostrar mais pertinente em retorno financeiro e ser um sistema de negócio consolidado há muito tempo no país (ABINEE. 2012).

De maneira resumida, atualmente, muitos desses recursos minerais são exportados do Brasil e importados, principalmente, por países dos tigres asiáticos (que possuem tecnologia e mão de obra barata, mas carecem de insumos) e, enfim os produtos do segmento de Tecnologia, Informação e Comunicação (TIC), são importados e consumidos no país.

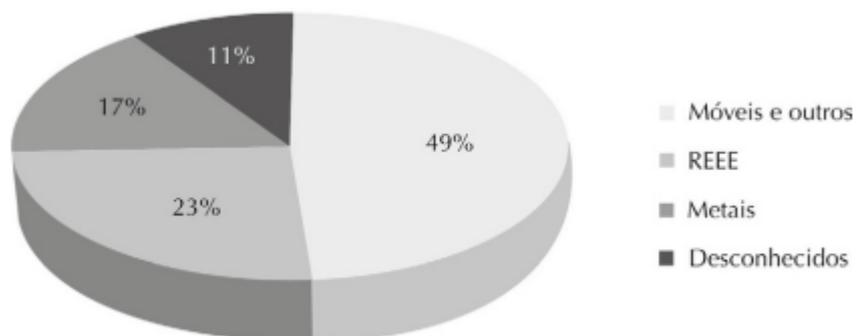
À questão de exemplificação da gravidade que a extração de minérios causa no meio ambiente, há o relatório do MME (Ministério de Minas e Energia):

Via de regra, a mineração de ferro constitui-se de extração a céu aberto com bancada sendo o minério transportado por caminhões fora de estrada para beneficiamento a seco ou úmido, com britagem, moagem, peneiramento, filtragem e classificação e homogeneização, e em alguns casos concentração. Os efluentes, sólidos e líquidos, são depositados em barragens normalmente com controle da vazão de efluentes e água no vertedouro. Para esses procedimentos o uso de energia elétrica é o utilizado como força motriz das usinas de beneficiamento. No tratamento do minério hematítico, os produtos são obtidos, após uma simples sucessão de etapas de britagem e classificação. O aproveitamento dos minérios itabiríticos de mais baixos teores obriga as empresas a investirem em circuitos de concentração. (Ministério de Minas e Energia, 2013)

Assim, deixa-se claro que os produtos não se tornam nocivos após seu descarte, mas sim, que desde sua origem primária, a extração de insumos necessários para a fabricação, pode mostrar perigos para o meio ambiente e sociedade.

De acordo com o relatório do Ministério de Minas e Energia (MME. 2009), o refino do ferro-gusa e do ferro-esponja com o objetivo de converter em aço, é feito nas aciarias, apresentando uma notória quantidade de sucata.

### Gráfico 1 - Preferência de produtos pós-consumo para reuso ou reciclagem na Europa



Fonte: Transwaste. (2010).

No gráfico acima percebe-se determinada parcela dos materiais procurados em sucatas para realizar o reaproveitando, é oriundo de móveis, eletrônicos e metais pós consumo. Isso mostra que os REEE possuem grande valor agregado, sendo refletido na gestão dos resíduos na cadeia de produção.

## 9.5 PRODUÇÃO E CONSUMO DE REEE

Em relação aos equipamentos de informática, calcula-se que em 2010 foram vendidos em torno de 347 milhões de computadores no mundo. Desse montante, 145,8 milhões (42%) eram computadores desktops e 201,2 milhões (58%) notebooks e notebooks. (IDC. 2011).

Levando em conta os dados apresentados acima, somado ao fato dos equipamentos eletroeletrônicos possuírem curto ciclo de vida útil, nota-se fundamental o fortalecimento da gestão de sustentabilidade e políticas públicas nesse setor que atendem as normas padrões internacionais de sustentabilidade.

Para melhor elaborar um plano de gestão, é preciso primeiro entender o ciclo de vida dos EEE:

- Extração de recursos (pré-produção): Recolhimento das matérias primas e insumos utilizados na produção.
- Produção: Manufatura dos componentes e montagem dos equipamentos.
- Distribuição: Três momentos principais caracterizam esta fase: embalagem, armazenagem e transporte.
- Uso: essa fase diz respeito ao uso propriamente dito do produto, até ele deixar de atender as necessidades do consumidor.
- Destinação: Após o produto torna-se obsoleto para o consumidor, ele será encaminhado para sua destinação direcionado de acordo com suas condições físicas e potencial de uso.
- Reutilização: Fase na qual é necessário apenas uma manutenção para seu reuso.
- Reciclagem: Ocorre a transformação do produto para sua reutilização.
- Disposição final: A disposição final é o encaminhamento do rejeito que não pode mais ser utilizado, seja porque perdeu sua funcionalidade ou por toxicidade, à aterros sanitários, onde serão tratados de maneira a diminuir sua periculosidade.

O processo de extração de recursos minerais é a fase mais agressiva do ciclo de vida EEE, uma vez que a captação de insumos se dá através da mineração. Estima-se que para o ano de 1999 foram extraídas quase 10 bilhões de toneladas de minerais comercializáveis em todo o mundo, praticamente o dobro do que foi extraído em 1970 (WWI. 2003).

Os principais materiais retirados do solo são: ouro, prata, cobre, ferro, alumínio, cádmio, níquel, chumbo, lítio, índio, berílio e tálio, entre outros. A extração é um trabalho antigo na sociedade e se intensificou nas revoluções industriais. Por isso,

visando o lucro e a alta produtividade a cada instante, um dos aspectos deixados de lado foi o impacto socioambiental.

A mudança de pensamento e a modelagem de um novo sistema produtivo veio com o novo pensar da sociedade moderna. A transformação da sociedade industrial para a sociedade da informação, trouxe o acesso ao conhecimento e ressignificação de padrões já estabelecidos. A União Europeia adotou uma política estratégica de gerenciamento de resíduos sólidos fundamentada em três pilares: prevenção, reciclagem e disposição final reduzida (European Union. 2002). Pensando na prevenção dos EEE no sistema ecológico, a política adotada pela União Europeia em 2002 é pensada a ser aplicada em metodologia de descarte de resíduos mais complexos e/ou mais tóxicos.

Em 2000, a OECD definiu medidas preventivas em três principais ações práticas: eliminação na origem, redução na fonte e reutilização do produto. Diferentes países da união europeia estabeleceram em sua PNRS medidas de prevenção ao uso e descarte incorreto dos resíduos sólidos. Entretanto, várias dessas políticas, tratadas de maneira isolada, mostrou-se ineficiente, devido à falta de concretização, má avaliação de desempenho e ausência de um plano estratégico abrangente.

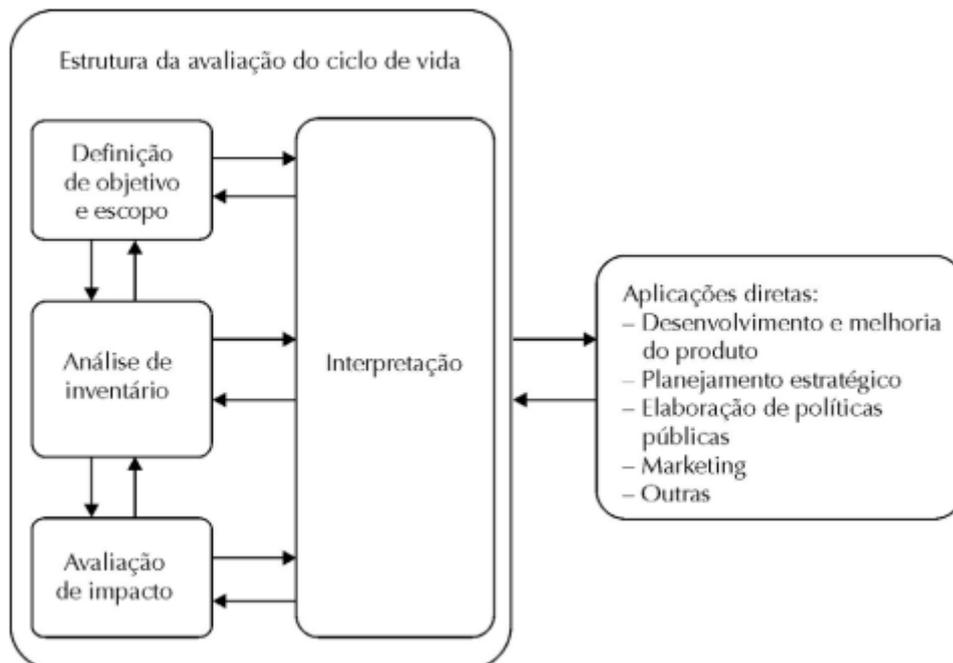
O conjunto de ações que englobam as medidas preventivas tem como função diminuir ou extinguir a toxicidade dos REEE que são aplicadas em diferentes fases do ciclo de vida do produto. Para sua boa funcionalidade, é essencial a aplicabilidade de indicadores de prevenção. Eles são responsáveis, justamente, por monitorar e auxiliar a evolução do sistema.

### **9.5.1 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA**

O principal objetivo da análise do ciclo de vida (ACV) é quantificar e qualificar os efeitos ambientais através de uma visão global de todo o sistema, apresentação melhorias e tecnologias auxiliares.

Seguindo a Norma NBR ISO 14040 (ABNT. 2001), temos quatro fases de estudo que apresenta de maneira participativa na cadeia:

**Figura 15 - Fases de uma ACV**



Fonte: Norma NBR ISO 14040:2001.

Um dos aspectos que restringe uma ACV é sua complexidade, por esse motivo, é necessário haver limitações pré-estabelecidas para estudo, tendo como foco o objetivo a ser atingido. De maneira a pensar em sua abrangência e capacidade, porém não se restringindo a todas as áreas de impacto e suas variáveis, pois pode tornar o estudo enigmático e de difícil aplicabilidade.

Nesse papel, a ACV tem função principal na promoção de tecnologias, pois o ciclo de vida é direcionado a fabricação de peças que justamente facilitem a reciclagem. Profissionais da área, como designers utilizam como ferramenta de estudo base a ACV com a finalidade de explorar combinação de materiais. Além de ser utilizada para viabilizar a redução do consumo de energia e insumos (antes, durante e pós-produção), otimizando o monitoramento das ações preventivas com um olhar sistêmico da cadeia.

## **9.5.2 INDICADORES DE IMPACTO E A MENSURAÇÃO DE QUALIDADE**

Os indicadores de impactos podem variar de acordo com a complexidade do sistema em questão e é dividido em três setores: econômico, social e ambiental (RDC ENVIRONNEMENT; BIO INTELLIGENCE SERVICE. 2009; 2008).

O indicador econômico, em síntese diz respeito ao impacto do setor estudado na economia, como seu crescimento ou diminuição econômica e a análise de custo-benefício. Já o setor social, diz respeito ao impacto na taxa de emprego ou desempregado gerado pelo sistema, englobando fatores de desigualdades sociais. E, por último, o ambiental, que pode trazer diversos efeitos ecológicos negativos, como: poluição local, mudanças climáticas, biodiversidade e exploração de recursos naturais.

Outro indicador é o indicador de resultado, que mede a eficácia das ações preventivas adotadas; e o indicador de recursos, que tem como função englobar os efeitos dos investimentos realizados na inserção das ações preventivas.

## **9.6 DESIGN E SUSTENTABILIDADE**

Na elaboração de um produto, sendo ele eletroeletrônico ou não, é priorizado atender a demanda da sociedade trazendo inovação e sofisticação. A priori, em grande maioria, não é levado em consideração pelo comprador, atender as necessidades ambientais. Entretanto, a empresa que elabora um plano de sustentabilidade e logística verde em sua cadeia produtiva, mostra-se com um diferencial competitivo no mercado.

### **9.6.1 GESTÃO AMBIENTAL E O SEU COMPROMENTIMENTO SUSTENTÁVEL COM A LOGÍSTICA REVERSA**

Com a inclusão da gestão ambiental na logística, criou-se o que chamamos de logística ambiental. Na qual busca exatamente trazer uma melhor gestão dos resíduos trabalhados, pensando sempre em alcançar a sustentabilidade.

Um problema criticado por Barba-Gutiérrez et al. (2008) em seu estudo é a emissão de gases poluentes na atmosfera que podem emanar na transportação incorreta de materiais.

Alguns estímulos no consumo podem agravar a compra dos resíduos e com uma logística ineficiente, piorar questões ecológicas. Como a obsolescência induzida (ocorre a substituição de produtos ainda em condições de uso, por um produto novo e mais moderno) e a obsolescência programada é a substituição de materiais menos resistentes na produção para reduzir o ciclo de vida e a funcionalidade do produto), ocasionando nos chamados resíduos sólidos urbanos, sendo resíduos tecnológicos ou resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEE – (MORALES; SANTOS, 2010).

Sustentabilidade na cadeia produtiva de eletroeletrônicos com as referências de regulamentação estabelecidas e discutidas mundialmente, disponibiliza um ponto de partida para a indústria elaborar planos de logística verde para o seu negócio. No caso do Brasil, há a lei PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos, implementada pela Lei nº 12.305 de 2010) que viabiliza uma série de normativas a serem seguidas. Apesar de ainda haver grandes falhas em sua abrangência, dá a oportunidade de adaptação para a indústria adaptar seu sistema à legislação vigente.

Levando em consideração o aumento subsequente da produção e da variabilidade dos modelos tecnológicos, é fundamental um sistema de coleta e separação eficiente para a destinação adequada dos resíduos.

Segundo Jinglei et al. (2009), métodos simples de reciclagem e a falta de ferramentas eficientes de controle da poluição, verificado em países em desenvolvimento, os tornam viáveis para a ocorrência da poluição ambiental, ocasionando impactos significativos à saúde.

## 9.6.2 DESIGN E A QUESTÃO SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE REEE

O sistema de reciclagem do REEE traz benefícios econômicos e sociais para o país, uma vez que gera mão de obra e o reaproveitamento de metais preciosos, ajudando na erradicação da pobreza. Entretanto, muitos países desenvolvidos ainda não realizam o reaproveitamento desses materiais justamente pela falta de incentivos e uma solidificação da legislação em questão. Então tais materiais, feito de maneira clandestina, são exportados à países em desenvolvimento, ocasionando problemas ecológicos e sociais (ROBINSON. 2009).

O design é uma ferramenta de revolução na logística verde, pois com ele, é possível pensar em diferentes leques que o produto pode ser sustentável, como: redução do consumo de energia, utilização de energia solar ou eólica, rápida desmontagem e melhor separação das peças. Com um design eficiente, é possível reduzir custos de operação, isto porque muitas peças precisam de máquinas e profissionais qualificados para fazer o trabalho, encarecendo o serviço.

Um exemplo de design revolucionário temos uma concepção do laptop verde desenvolvido por alunos da universidade de Stanford, nos Estados Unidos (imagem 2).

**Imagem 2 - Protótipo de laptop desmontável**



Fonte: <http://www.greenbiz.com/blog2011/02/01recyclable-laptop-designeddisassembly>

Esse projeto foi elaborado visando agregar valor às partes e peças do equipamento após o seu consumo, através otimização do tempo e da qualidade da desmontagem.

O produto permite uma desmontagem ágil e uma eficiente distribuição dos materiais, o que não é comum a maioria dos equipamentos eletroeletrônicos.

Portando, sob perspectiva da inovação tecnológica, os designers sustentáveis entram como uma onda para reduzir os impactos do acúmulo de resíduos pós - consumo, estimulando sua reutilização.

## 10 ASPECTO LEGAL DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

Historicamente falando, todas espécies são recorrentes de abandonar resíduos, desde os pré-históricos com restos de ossadas e ferramentas de agricultura e caça, até a modernidade com os equipamentos tecnológicos, prédios históricos e obras marcantes. O fato intrigante é que, assim como ossadas de milhões de anos atrás ainda estão presentes na Terra atualmente; os materiais descartados atualmente, continuarão existindo por milhões de anos e em sua maioria, não irá se decompor.

Justamente com a evolução da sociedade e sua complexidade, tornou-se necessário o desenvolvimento de normativas que visam regulamentar os resíduos pós-consumo pensando em sua consequência no presente e no futuro.

No Brasil entrou em vigência o artigo de lei PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos, implementada pela Lei nº 12.305 de 2010) que diz respeito a responsabilidade empresarial de desenvolver um sistema de logística reversa para os seus produtos. Apesar de ser usada como base para a construção de sistema de logística reversa, ainda há muitas falhas na legislação, incluindo a falta de especificação o que é propriamente dito os equipamentos eletroeletrônicos.

Com a quebra de paradigmas de sistemas solidificados que não visam a sustentabilidade, a logística reversa entra como uma ferramenta de manutenção da vida do presente e de futuras gerações.

Nos artigos da PNRS (art. 3º), os “resíduos sólidos” são definidos como “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido”, assim como os “gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos (...) exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (inciso XVI), ao passo que os “rejeitos” são tidos como os

Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (Inciso XV, 2010).

Desta maneira, antes do artigo vigente, não havia um órgão regulamentador para os resíduos pós-consumo, sendo descartado de forma incorreta e tendo destino "nas terras de ninguém". Podendo literalmente, parar na rua de qualquer cidadão periférico ou nas mãos de pessoas mal-intencionadas, caso o produto tecnológico contenha informações legais do consumidor antecessor. Com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, mesmo que ainda incompleta, trouxe o reconhecimento necessário ao resíduos pós -consumo, os tratando como uma questão socioambiental.

Tal entendimento é validado pelo art. 6º, VIII, da PNRS, ao reconhecer que o resíduo sólido reutilizável e reciclável deve ser tido como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. (LEMOS. 2012b, p. 88).

No aspecto aos resíduos direcionados à logística reversa obrigatória no âmbito normativo brasileiro, surgem diversos deveres para a cadeia produtiva (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes). Tendo o papel de divulgar informações relacionadas a como proceder para evitar, reciclar e descartar adequadamente resíduos ligados aos seus produtos [...] além, é claro, da obrigação de lhes dar destinação final ambientalmente adequada. Para tanto, essa cadeia produtiva deverá estruturar e implementar sistemas de logística reversa, para que o retorno dos produtos pós-consumo possa ser realizado, independentemente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (LEMOS. 2012b, p. 107).

## **11 ECONOMIA NA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS**

Por algum tempo, foi refletido a necessidade do desenvolvimento de um sistema que controlasse a superexploração de materiais finitos à Terra e suas demais variedades de contaminação. Com o objetivo de observar esse sistema, torna-se imprescindível analisar a viabilidade das alternativas tecnológicas e sustentáveis através da validação de seu desempenho econômico-financeiro.

A revalorização do EEE e dos metais preciosos que o compõe através da reciclagem, vê-se a oportunidade da criação de um novo nicho no mercado e um vantajoso crescimento econômico.

A PNRS - Lei Federal nº 12.305/2010 direciona a responsabilidade de desenvolver um sistema de logística reversa para seus resíduos obsoletos não apenas para a indústria (fabricantes), mas também para outros canais que são responsáveis pelo ciclo de vida do produto, como: importadores, distribuidores e comerciantes de produtos. No início da implantação da lei, muitos empresários precisaram se reinventar para atender a nova demanda da legislação vigente no país. Entretanto, apesar de partilhar as dificuldades, a médio e longo prazo, eles tendem a partilhar também, os benefícios estimados.

Alguns desses benefícios, podem ser citados como incentivo fiscal, inovação a abertura de um novo mercado, criação e adaptação de novos empregos, controle da exploração do meio ambiente e suas demais variáveis, além de haver maior visualização e renome da empresa no mercado, visando que cada vez mais, a sociedade encontra-se em debate sobre a conscientização ecológica.

### **11.1 ABORDAGEM CONSTITUCIONAL E ECONÔMICA**

De acordo com a referida lei, o processo de logística reversa começa após o descarte do primeiro usuário do equipamento. O então consumidor deveria transpor esse EEE aos canais de distribuição que irão realizar a destinação dos demais equipamentos para sua referida ordem reversa, até chegar no seu destino adequado.

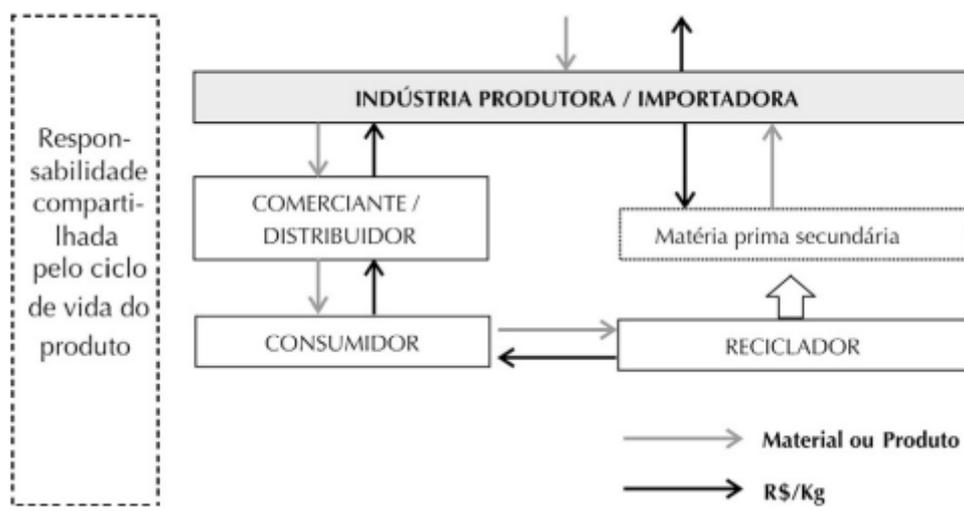
Entretanto, por falta de conhecimento, muitas vezes esses EEE vão parar em locais inadequados, como um terreno abandonado, em mercados secundários ou ficam estocados na residência do consumidor. Esses caminhos são comuns na sociedade brasileira, na qual muitas vezes não tem conhecimento dos caminhos adequados, há falta de segurança quanto seus dados armazenados no equipamento ou há o apego sentimental a esses resíduos. Apresentando assim, um recorrente problema no controle dos REEE's.

Conforme a Figura 5.1, considerando o fluxo direto, a matéria-prima virgem é enviada à indústria, após seus processos produtivos serem finalizados, os produtos eletroeletrônicos são distribuídos por meio dos canais de venda dos comerciantes e distribuidores, aos quais o consumidor tem acesso. Considerando o fluxo reverso, o qual inicia pelo descarte realizado pelo consumidor, há duas opções:

- 1) Entrega do REEE diretamente a um reciclador e;
- 2) Entrega do REEE nos Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) disponibilizados nos canais de venda (comerciante e distribuidor).

Por intermédio das duas possibilidades ilustradas, pode ocorrer a valorização dos resíduos, pois após sua triagem e desmontagem, os componentes podem ser separados, reciclados e voltar ao ciclo produtivo como matéria-prima secundária.  
(XAVIER, LÚCIA; CARVALHO, TEREZA)

### **Figura 16 - Organização econômica da cadeia da logística reversa**



Fonte: PNRS et al. (2010).

**Tabela 11 - Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem**

Materiais	Benefícios relacionados ao processo produtivo (R\$/t)		Benefícios (custos) associados à gestão de resíduos sólidos (R\$/t)		Benefício por tonelada (R\$/t)	Quantidade disponível nos resíduos coletados (t/ano)	Benefício potencial total (R\$ mil/ano)
	Benefícios econômicos	Benefícios ambientais	Coleta	Disposi- ção final			
Aço	127	74			88	1.014	89.232
Alumínio	2.715	339			2.941	166	488.206
Celulose	330	24	(136)	23	241	6.934	1.671.094
Plástico	1.164	56			1.107	5.263	5.826.141
Vidro	120	11			18	1.110	19.980
<b>Total</b>							<b>8.094.653</b>

Fonte: IPEA. (2010).

**Tabela 12 - Custos dos insumos para produção primária, preços de produtos e de sucata**

Materiais	Custos da produção primária (R\$/t)	Preços de mercado dos materiais (R\$/t)	Preços das sucatas de material de reciclagem (R\$/t)
Aço	552	932	423
Alumínio	6.162	4.725	3.447
Celulose	687	879	356
Plástico	1.790	2.186-3.516	440-750
Vidro	263	1.036	142

Fonte: IBGE; CEMPRE (2007; 2007).

Analisando as tabelas e a figura, compreende-se que o sistema de logística reversa contribui para o desenvolvimento ecológico, na qual à apresentação da vida, além de benefícios econômicos apresentados. A reciclagem de matéria-prima pode gerar o ganho de cerca de 25% de crescimento econômico e, além disso, apresenta a estimativa de custo dos insumos para produção do primeiro setor.

## **11.2 ENTRAVES E OPORTUNIDADES**

Pensando na relação de oferta e demanda, quanto menos produto tem disponível e mais procura, mais caro é o produto ou serviço. O valor se inverte se relacionarmos o processo proporcionalmente inverso. Sendo assim, para o sistema de reciclagem ser benéfica e economicamente viável, é preciso que a demanda dos resíduos a serem reciclados sejam em grande demanda. Desta maneira, a questão problemática do custo, se abate ao analisar a taxa de lucro efetuada no reaproveitamento esses materiais.

Outra barreira a ser notada, é a dificuldade burocrática presente no processo. Apenas das orientações realizadas pela Secretaria de Fazenda referente ao Código Fiscal de Operações e Prestações (CFOP), ainda há uma falta de gerenciamento de informações e otimização desse processo, dificultando a organização legal do comprometido em desenvolver um sistema de logística reversa de maneira eficiente e que respeite a lei.

## **11.3 PENALIZAÇÕES E INCENTIVOS ECONÔMICOS E FISCAIS**

A quem não tender a referida lei PNRS, não desenvolvimento um caminho de destinação para os resíduos pós -consumo, há penalizações que tratam como crime ambiental. De acordo com o art. 3º, parágrafo único, da referida lei, “a responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras,

coautoras ou partícipes do mesmo fato”. As penas previstas às pessoas jurídicas que desrespeitarem a Lei nº 9.605/1998 são:

- Multa.
- Restritivas de direitos: suspensão parcial ou total de atividades; interdição temporária de estabelecimento, obra ou atividade; proibição de contratar com o Poder Público, bem como dele obter subsídios, subvenções ou doações.
- Prestação de serviços à comunidade: manutenção de programas e de projetos ambientais; execução de obras de recuperação de áreas degradadas; manutenção de espaços públicos; contribuições a entidades ambientais ou culturais públicas.

Assim como o 54, § 2º, inciso V desta lei e art. 56, preveem pena de reclusão de um a cinco anos para quem causar problemas ambientais recorrentes do uso, manipulação e descarte irresponsável dos REEE, que pode acontecer em diferentes fases do ciclo de vida do resíduo.

Para quem respeita e obedece aos requisitos em lei, é reconhecido alguns incentivos fiscais, com o objetivo de justamente ocorrer o incentivo na criação de canais de sustentabilidade. A normativa de Lei nº 12.375 de 2010 (PNRS), determina que os estabelecimentos industriais farão jus, até 31 de dezembro de 2014, terão crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI – na aquisição de resíduos sólidos utilizados como matérias-primas ou produtos intermediários na fabricação de seus produtos. (XAVIER, LÚCIA; CARVALHO, TEREZA)

Conforme o Art. 6º da referida lei, o crédito presumido desta Lei:

- I – Será utilizado exclusivamente na dedução do IPI incidente nas saídas dos produtos que contenham resíduos sólidos em sua composição;
- II – Não poderá ser aproveitado se o produto que contenha resíduos sólidos em sua composição sair do estabelecimento industrial com suspensão, isenção ou imunidade do IPI;
- III – somente poderá ser usufruído se os resíduos sólidos forem adquiridos diretamente de cooperativa de catadores de materiais recicláveis com número mínimo de cooperados pessoas físicas

definido em ato do Poder Executivo, ficando vedada, neste caso, a participação de pessoas jurídicas; e

IV – Será calculado pelo adquirente mediante a aplicação da alíquota da TIPI a que estiver sujeito o produto que contenha resíduos sólidos em sua composição sobre o percentual de até 50(cinquenta por cento) do valor dos resíduos sólidos constantes da nota fiscal de aquisição, observado o § 2 do art. 5 desta Lei. (Lei nº 12.375 de 2010).

Infelizmente, muitas organizações ainda veem esse sistema de sustentabilidade como agregador de custos, despesas e trabalhos desnecessários, visando apenas a produtividade e a lucratividade já consolidadas na missão da organização. Entretanto, nota-se que esse processo é pertinente quanto à logística, à economia, e ao meio ambiente.

A logística nesse processo diz respeito ao processo inverso que o produto necessita ter, atrelando ao meio ambiente, já que, cientificamente falando, os resíduos produzidos na modernidade demorarão bilhões de anos para se decompor, devido aos materiais que o fundamentam. Em contraponto, os recursos da Terra são limitados, assim como o espaço, desta maneira, se não tratado e reutilizados, esses resíduos irão acumular enormes montanhas de resíduos obsoletos, causando problemas ambientais, sociais e financeiro.

Voltando ao princípio do capítulo, na qual diz respeito a oferta e a demanda, quando os recursos limitados acabarem e não estiver consolidado um processo reverso, os produtos irão se tornar muito caro ao mercado e a demanda social, ocasionando perda de lucratividade, já muitas poucas pessoas terão condições financeiras de pagar pelo tal, além de problemas como desigualdade e exclusão social. O que é extremamente arriscado, considerando que a sociedade moderna é conhecida pelo avanço técnico-científico informacional.

Portanto, apesar de ainda não consolidado e apresentar uma análise de risco acirrada, a logística reversa mostra-se proveitosa a médio e longo prazo quando levado em consideração aspectos ambientais, produtivos, sociais, econômicos e aprimoramento da imagem empresarial.

## 12 PARTICIPAÇÃO DOS PRODUTOS PÓS-CONSUMO E RESÍDUOS NA LOGÍSTICA REVERSA DE REEE'S

Em síntese, o procedimento de logística reversa dos resíduos tecnológicos pode ser compreendido através da etapa de recolhimento, triagem, separação e, por fim, destinação. Esta última etapa pode ainda ser dividida em subáreas na qual o resíduo pode ser destinado de acordo com suas capacidades físicas e funcionais, sendo elas: reuso, reciclagem, remanufatura, incineração, doação, venda ao mercado secundário ou encaminhamento para aterro.

Ainda de acordo com a PNRS, na qual constitui dois principais focos. Um é a consolidação de uma metodologia para a gestão pública e integrada de resíduos por meio da elaboração de Planos de Gestão e o segundo é a proposição de Sistemas de Logística Reversa que priorizem a recolha e destinação dos resíduos considerados especiais.

Os REEE's podem sofrer o caminho de ciclo aberto ou fechado, uma vez que, dependendo da quantidade de materiais que possuem uma valorização de materiais agregados, o processo pode-se mostrar economicamente viável ou não.

O ciclo aberto, basicamente, é responsável por realizar o ciclo reverso de materiais como metais, plásticos, vidros, papéis, embalagens, e outros ao ciclo produtivo na forma de matéria-prima.

Já o ciclo fechado, retorno de resíduos de pós-consumo e pós-venda de um determinado produto, quando ocorre a extinção da sua utilidade pelo primeiro consumidor, sendo dele extraído o material constituinte de forma seletiva para a fabricação de outro similar ao de origem. Podem ser citados como exemplo dos resíduos característicos dos canais reversos de ciclo fechado, os componentes dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, os quais possuem metais preciosos com alto potencial de recuperação e valor agregado (XAVIER, LÚCIA; CARVALHO, TEREZA, 2014)

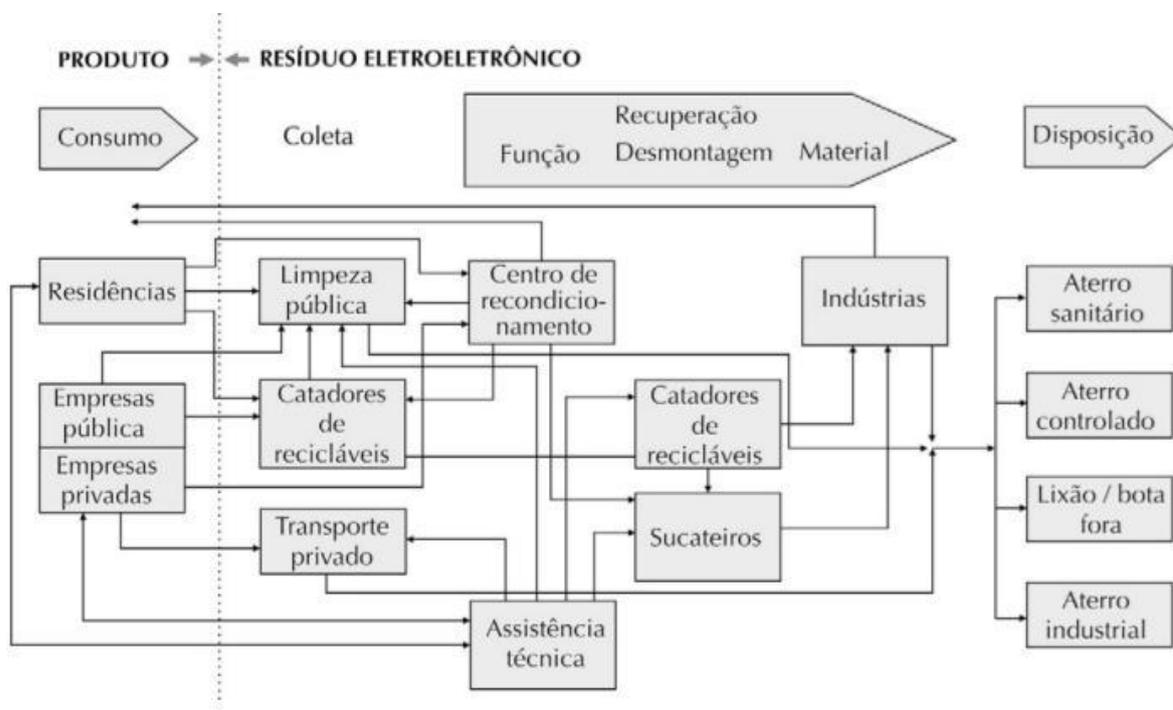
Desta maneira, torna-se claro que para o planejamento de um sistema de logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos, é preciso estabelecer uma metodologia de recolhimento, triagem, separação e destinação, de uma forma a pensar em suas possíveis variáveis e no demais ciclos que o REEE's pode ter e então determinar sua viabilidade.

## 12.1 O VALOR DO RESÍDUO NA CADEIA REVERSA

Já foi comprovado ao longo da tese, que os resíduos eletroeletrônicos quando manipulados de maneira adequada e objetiva, pode gerar lucros e benefícios mútuos entre sociedade e organização empresarial.

O fluxograma abaixo representa de forma visível os caminhos que os REEE's podem sofrer.

Figura 16 - Fluxograma do Ciclo do Resíduo Eletroeletrônico.



Fonte: E-WASTE GUIDE (2009).

Os catadores dos materiais que sofrem a reciclagem, têm papel importante em duas etapas do processo: na coleta e na recuperação do resíduo pós consumo. Eles coletam tais materiais e os encaminham para o setor de limpeza pública, contribuindo para a recuperação do resíduo.

Outrossim, os sucateiros também possuem importante papel na etapa de desmontagem dos resíduos entregues pelos catadores. Dessa forma, o material pode ser reconicionado ao reaproveitamento de peças na montagem de novos equipamentos ou manutenção de outros, além de também pode ocorrer a venda em feito cascata. Já o material que não puder ser reciclado, será encaminhado para sua determinada disposição.

## **12.2 ECONOMIA FINANCEIRA, FERRAMENTAS ADMINISTRATIVAS E SUA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE REEE**

Para planejar de maneira economicamente viável os processos da logística reversa é necessário fazer o uso das ferramentas clássicas da economia e administração financeira.

### **12.2.1 RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)**

Essa ferramenta permite avaliar o desempenho de qualquer investimento. Nele é realizado a comparação entre retorno previsto e retorno realizado, a diferença resulta consiste na taxa de retorno ou o retorno sobre investimento (ROI), esse retorno quantifica o valor do investimento em análise, geralmente simbolizado em porcentagem.

O uso dessa ferramenta é de grande utilidade para a logística reversa na definição do investimento no estabelecimento da infraestrutura para suas o processamento de REEE, transporte e armazenagem.

**Tabela 13 - Componentes dos computadores, % (porcentagem) de reciclagem e preço.**

**TABELA 5.3 Componentes dos computadores e % de reciclagem.**

Metal pesado	Parte onde é encontrado	% Em relação ao peso	% Reciclável	Preço por kg (*)
Alumínio	Estrutura, conexões	14,1723	80,00	0,24
Bário	Válvula eletrônica	0,0315	0,00	—
Berílio	Condutivo térmico, conectores	0,0157	0,00	—
Cádmio	Bateria, chip, semicondutor, estabilizadores	0,0094	0,00	0,24
Chumbo	Circuito integrado, soldas, bateria	6,2988	5,00	0,01
Cobalto	Estrutura	0,0157	85,00	0,02
Cobre	Condutivo	6,9287	90,00	0,68
Cromo	Decoração, proteção contra corrosão	0,0063	0,00	—
Estanho	Circuito integrado	1,0078	70,00	0,20
Ferro	Estrutura, encaixe	20,4712	80,00	0,02
Gálio	Semicondutor	0,0013	0,00	—
Germânio	Semicondutor	0,0016	60,00	0,20
Índio	Transistor, retificador	0,0016	60,00	—
Manganês	Estrutura, encaixes	0,0315	0,00	—
Mercuríio	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores	0,0022	0,00	—
Níquel	Estrutura, encaixes	0,8503	80,00	0,18
Ouro	Conexão, condutivo	0,0016	99,00	0,40
Prata	Condutivo	0,0189	98,00	0,21
Sílica	Vidro	24,8803	0,00	0,12
Tântalo	Condensador	0,0157	0,00	—
Titânio	Pigmentos	0,0157	0,00	—
Vanádio	Emissor de fósforo vermelho	0,0002	0,00	—
Zinco	Bateria	2,2046	60,00	—

Fonte: MCC – Microelectronics and Computer Technology Corporation; Miguez et al. (2007; 2010).

O cálculo tem diversas aplicações, podendo ser simples, ou complicadas:

$$ROI = (\text{Lucro líquido/Vendas}) * (\text{Vendas/Total de ativos})$$

Demonstra a correção entre lucratividade e o giro de estoques;

$$\text{ROI} = \text{Lucro líquido} / \text{Total de ativos}$$

Demonstra o retorno que todo o ativo aplicado oferece;

$$\text{ROI} = \text{Lucro líquido} / \text{investimentos}$$

Demonstra o retorno que o investimento oferece

Rentabilidade do ativo total médio ou taxa de retorno sobre ativo ou taxa de retorno sobre investimento total

$$\text{Taxa} = [(\text{Lucro líquido do exercício}) / (\text{Vendas líquidas})] * [(\text{Vendas líquidas}) / \text{ATM}] * 100 = [\text{Lucro líquido do exercício}) / \text{ATM}] * 100$$

$$\text{ATM} = \text{Ativo total médio} = (\text{Ativo inicial} + \text{ativo final}) / 2$$

### **12.2.2 VIABILIDADE ECONÔMICA DA LR**

É essencial uma análise da viabilidade econômica da Logística Reversa e a mesma deve ser sistêmica e em função do retorno econômico e de outros tipos de benefícios gerados, principalmente pelo cumprimento da legislação e estabelecimento de uma imagem corporativa positiva em relação a práticas ambientais.

Para a realização dessa análise, faz se necessário o uso de conceitos contábeis e administrativos financeiros para analisar a composição de toda a atividade do setor de contabilidade como, por exemplo, custos fixos, receitas, custos variáveis, entre outros.

A fim de aumentar a possibilidade de sucesso devem ser analisados vários elementos e que deve ser reavaliado em qualquer decisão de investimento, como envolve recursos financeiros, o cuidado e a atenção aos detalhes e mudanças devem ser dobrados.

### **12.2.3 CAPITAL DE GIRO DESTINADO ÀS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA REVERSA**

A necessidade de recursos dedicados a LR é um fator importante a partir do momento em que a organização decide adotá-la. Os controles das finanças e economias da Logística Reversa devem ser feitos separadamente do controle de outras atividades da empresa para facilitar as decisões tomadas na área, pois assim possibilitará a identificação da aplicação e resultados que provém dela.

No começo de qualquer projeto, recursos financeiros se tornam essenciais para a garantia da dinâmica do processo de negócios, o capital de giro se constitui nesse aspecto. O controle permanente desses recursos é necessário pois minimiza o impacto das mudanças no ambiente em que a empresa atua.

Sua constituição conta com ativos circulantes que representam a quantidade de dinheiro que a empresa usa para a movimentação de seus negócios. Relaciona estoques, dinheiro em caixa e em bancos, contas a receber, financiamento de clientes, salários, conta de água, luz, etc.

Gerir o capital de giro em atividades com meio ambiente se deve principalmente por:

- Variação dos custos absorvidos pela organização;
- Pelas instabilidades do mercado, o aumento de despesas financeiras;
- Volume de vendas baixo;
- Índices de inadimplência aumentando;
- Baixa entrada de produtos; e
- Níveis altos de estoques em períodos determinados.

Um controle orçamentário rígido e eficaz também é necessário de modo que não se consuma recursos sem uma previsão adequada evitando assim, a retirada de valores além dos previstos, tudo isso pois, no começo, todo recurso obtido deverá permanecer na organização ativando seu crescimento e sua expansão. O nível de capital de giro para a logística reversa e seus processos é suficiente para movimentar a operação da instituição em 18 meses.

#### 12.2.4 PONTO DE EQUILÍBRIO

Antes de decidir investir em logística reversa deve-se usar essa análise, e o resultado dessa análise deve ser suficiente para cobrir os custos associados a esses processos.

Seu uso é imprescindível porque representa o número de vendas que precisam ser realizadas por mês para que cubram os custos variáveis e as despesas que a organização gerar nesse período.

Em tese, um volume de vendas inferior ao ponto que equilibra os resultados com as despesas e custos levará a organização ao prejuízo, um volume de vendas superior revela que ela terá lucro e um volume de vendas igual ao ponto demonstra que ela conseguirá pagar seus custos e despesas sem prejuízos nem lucros.

Uma das fórmulas utilizadas para calculá-lo é:

$$\text{Volume de vendas} = \frac{\text{Despesas fixas}}{1 - \% \text{custo variável} + \% \text{desp. Comerciais} + \% \text{lucro}/100}$$

Mesmo com o lucro que cada produto oferece a empresa, em alguns casos os pagamentos dessas despesas fixas consomem todo o valor e ao final do mês o saldo da empresa pode ser nulo ou negativo, isso mostra que a margem de lucro por produto é insuficiente e deve ser alterada pelo bem-estar organizacional e para evitar a falta de recursos.

A logística reversa, quando implementada em uma organização impacta diretamente o volume de vendas, de gastos, preço, lucratividade e rentabilidade, por esse motivo o uso de ferramentas para cálculo de todos os processos dela é inevitável quando se pensa em evitar falência ou desistência dessa atividade.

### **12.2.5 RETORNO DE INVESTIMENTOS NA LR**

Algumas dessas análises devem ser feitas antes do começo da implementação da LR na organização, pois o planejamento é imprescindível para que o gestor saiba em quanto tempo aquela atividade começará a gerar lucro, claro, em longo prazo. Pela lógica, o acúmulo do lucro em longo prazo mostrará o retorno ou até mesmo o resgate do financiamento aplicado.

O lucro pode ser calculado por:

$$\text{Lucro} = \text{Receitas} - (\text{custo variável} + \text{desp. fixas} + \text{desp. comerciais})$$

Como complemento dessa análise, o cálculo de contribuição revela quanto cada tonelada de resíduos contribui para pagar as despesas fixas mensais e para formar lucro.

$$\text{Margem de contribuição} = \frac{\text{Preço de venda} - (\text{custos variáveis} + \text{desp. comerciais})}{\text{Preço de venda}} * 100$$

Para a coerência desses cálculos o conhecimento dos custos variáveis, despesas fixas e despesas comerciais é importante.

### **12.2.6 RETORNO DO INVESTIMENTO (TIR - TAXA INTERNA DE RETORNO)**

Grande parte do retorno com a Logística Reversa é bastante reduzido, principalmente no começo, no entanto é necessário levar em conta outros tipos de retorno.

O negócio de qualquer empresa se mostrará viável apenas quando ela for capaz de fazer a devolução do investimento aplicado. A taxa TIR equaliza o valor dos pagamentos com o valor dos recebimentos.

O resultado dessa fórmula evidenciará o percentual de retorno mensal do investimento, é usado também em comparação para possibilidade de investimento em certa atividade, o TIR demonstrará qual é a melhor e por meio dela verifica-se o prazo que esse investimento se converterá em lucro.

$$\text{Taxa de retorno do investimento} = \text{Lucro} * 100 / \text{Investimento}$$

Além disso, caso a empresa escolha investir em logística reversa terá que ter contato com uma contabilidade da área, como a contabilidade ambiental e a análise das demonstrações contábeis utilizadas nesse contexto.

### **12.2.7 CONTABILIDADE AMBIENTAL PARA A MENSURAÇÃO DA LR**

Ao aderir ao sistema de Logística Reversa é necessário registrar todos os fatos que geram impactos financeiros para fornecer essas informações ao gestor responsável para que ele saiba o que fazer e como resolver problemas. Podemos chamar esses registros de sistema de informações.

O sistema de informações é um conjunto de dados que consegue lidar com informações que se repetem, minimiza custos e oferece boas condições para o desenvolvimento das técnicas contábeis.

Ele disponibiliza informações à geração e o modo de operação de retorno dos resíduos como: controles de inventário desses resíduos, investimentos aplicados, quantidades que são geradas, locais que o geram, destinação final desses resíduos, mão de obra, entre outros.

O processo de instalação das atividades da Logística Reversa requer muita atenção pois podem trazer efeitos positivos e negativos para o ciclo do fluxo de caixa. Cabe às organizações a compreensão de que a estratégia pode sim trazer fluxos negativos no caixa em alguns períodos que são difíceis de prever, mas, quando as estratégias tiverem um bom planejamento por trás e uma execução impecável pode,

em longo prazo trazer retornos monetários consideráveis. A adoção desse sistema permite:

- Verificação do cumprimento da Legislação;
- Auxílio aos gestores nas decisões de objetivos e políticas ambientais da organização;
- Autenticidade da evolução do desempenho com o meio ambiente;
- Detecção de áreas da organização que precisam de mais atenção em relação a sustentabilidade;
- Fiscalização em relação ao cumprimento dos objetivos;
- Conhecer a vantagem competitiva que a organização pode ter.

## **13 CATADORES E SEU DESEMPENHO NO PROCESSO**

Devido ao processo de urbanização em desenvolvimento, muitos municípios enfrentam desafios para fornecer infraestrutura básica para coleta de lixo, reciclagem e reuso aos seus cidadãos. Em muitos lugares, esses serviços são prestados por um crescente setor informal (NEUWIRTH, 2006; SASSEN, 1994). Assim, os REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos) têm sido impulsores para geração de empregos e de potencial redução de seus impactos através da criação de sistemas de logística reversa que tende a revalorizar os resíduos e retorná-los a um novo ciclo produtivo. Desse modo, os resíduos, anteriormente considerados indesejados, passam a ser considerados materiais com valor agregado e, conseqüentemente, sujeito à geração de renda para comunidades em situação de vulnerabilidade socioambiental.

Em um outro aspecto, Ongondo (2011) ressalta a importância do debate que permite tomar consciência desse tema nos países em desenvolvimento – em que há grande exposição dos trabalhadores representando riscos à saúde e ao ambiente, principalmente em países onde há a escassez de recursos regulamentadores. No Brasil, os REEE apresentavam-se, até recentemente, um vazio regulatório. Contudo, a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em 2010, tem por finalidade aumentar a cooperação entre os diferentes segmentos da sociedade, como: empresas, governos, consumidores e recicladores, ainda que as atividades de reciclagem no Brasil continuam sendo realizadas na sua maioria de modo não estruturado e até na informalidade.

### **13.1 COMPOSIÇÃO E SEU IMPACTO**

Após o consumo, os produtos são descartados por diferentes motivos: não mais atendem às necessidades do consumidor, não são mais utilizados ou ainda são substituídos por produtos mais novos, econômicos e/ou eficientes.

Os aspectos ambientais provenientes da geração e destinação de REEE estão diretamente ligados ao potencial tóxico dessa classe de materiais que, por sua vez, procedem consequências negativas não só ao ambiente, mas também à saúde humana. Desta maneira, os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) têm causado preocupação a respeito da ocorrência do descarte ambientalmente inadequado por serem classificados como perigosos e apresentarem risco ao ambiente e à saúde, principalmente nos países em desenvolvimento (FRAZZOLI et al. 2010).

Com relação aos materiais que compõem os REEE's, são consideravelmente complexos, pois apresentam uma variedade substâncias perigosas, como os metais pesados: mercúrio, chumbo, cádmio, arsênio, bário e cromo; Gases de efeito estufa, como os clorofluorocarbonetos (CFC); substâncias halogenadas; bifenilas policloradas (PCB's); cloreto de polivinila (PVC) e retardantes de chama bromados (WIDMER et al. 2005).

Entretanto, o resíduo é tratado frequentemente como um novo negócio, no qual alguns segmentos da sociedade acabam se beneficiando, em sua maior parte aqueles que detém o poder econômico e político (PEREIRA; TEIXEIRA. 2011). Em fato, os REEE representam tanto um problema socioambiental quanto uma oportunidade econômica. Segundo o Banco Mundial (2012) os problemas advêm da formação de impactos ambientais negativos provenientes à gestão inapropriada no final de vida do resíduo; aos impactos ocupacionais devido à segregação manual; à contaminação do solo e da água por substâncias presentes nos REEE e à incineração inapropriada dos plásticos dos REEE, que gera dioxinas e outros contaminantes. Quanto as oportunidades econômicas, elas devem-se a: presença de componentes e materiais valiosos; novas regulamentações e responsabilidade estendida ao produtor e demandando a estruturação da logística reversa dos REEE.

**Tabela 14 - impactos econômicos e ambientais esperados com a implantação da logística reversa do REE**

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

Fonte: INVENTTA,2012

### 13.2 PAPEL DO CATADOR NO PROCESSO LOGÍSTICO

Os grupos de trabalhadores, conhecidos como catadores, se submetem a condições precárias e insalubres de trabalho e na maior parte das vezes são mal remunerados e não dispõem de condições mínimas de segurança. Deste modo, o estabelecimento de organizações como associações e cooperativas de catadores representou grandes avanços na organização do trabalho, substancialmente nos países em desenvolvimento, onde a mão de obra que se dedica a coleta e triagem de resíduos tem aumentado com o passar do tempo, principalmente como ocupação informal (WILSON; BESIOU et al. 2006; 2012).

Em países desenvolvidos, encontram-se estabelecidos regulamentos para o desempenho das atividades da cadeia de reciclagem seguramente aplicados nas diretrizes de sustentabilidade ambiental, embora os catadores possam atuar em uma ampla faixa de complexidade do processo e contribuir com soluções de baixo custo e de colaboração. A esse respeito, as normas europeias, por exemplo, estão reguladas em metas escalonadas de coleta e reciclagem de resíduos eletroeletrônicos. Desse modo, a gestão de resíduos eletroeletrônicos é desenvolvida a partir da aliança entre

empresas privadas e a municipalidade. Assim, o conceito de responsabilidade estendida pode ser pontualmente desenvolvido, visto que tal concepção propõe ações que contribuem significativamente para a eficiência do processo, uma prática que visa melhorias na coleta seletiva ou retorno para os produtores.

Por outro lado, a atividade designada para esses trabalhadores nos processos de manejo dos resíduos sólidos urbanos é de grande importância, por exemplo: na colaboração no processo de limpeza pública, diminuição do volume dos resíduos, ampliação da vida dos produtos e dos materiais, redução do custo de operação de aterros sanitários, reintrodução dos materiais na produção e na redução de consumo de matérias-primas, além de promover a inclusão social e a geração de renda para os catadores (SANTOS; GONÇALVES DIAS, 2011).

### **13.3 RISCOS A SEREM EVITADOS**

Gerenciar REEE requer considerar aspectos do gerenciamento de processos, como processos relacionados ao gerenciamento da coleta, processamento e descarte de REEE. As instalações de reciclagem e remanufatura apresentam riscos ocupacionais para os trabalhadores. Isso ocorre porque os consumidores podem ser expostos diariamente aos equipamentos e os funcionários podem ser expostos nas instalações de fabricação. Devido à falta de padrões documentados de exposição ocupacional e procedimentos para manuseio de equipamentos após o uso, poucos documentos se referem à definição de padrões de exposição ocupacional. Muitas vezes é necessário fornecer mecanismos para evitar choques elétricos ao manusear o material, bem como propor métodos para evitar a inalação de óxidos de chumbo ou pó de toner de impressão.

Por exemplo, na fase de coleta e reciclagem, os riscos estão diretamente relacionados ao manuseio de dispositivos pesados, cortantes e infecciosos de peças ou componentes específicos. Essas etapas também envolvem riscos de transporte e exposição a substâncias perigosas durante o processo de reciclagem (dioxinas e furanos da queima de resinas plásticas, metais pesados da abertura de monitor CRT, etc.).

A incineração e a disposição final em aterros devem, portanto, ser a última opção para a eliminação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos. O objetivo final deve ser garantir que a quantidade de resíduos elétricos e eletrônicos gerados seja minimizada e que os resíduos resultantes sejam reciclados e descartados da maneira mais adequada para reduzir o impacto na saúde humana e no meio ambiente.

#### 13.4 PNRS

O Decreto Federal nº 7.404 regulamentou a Lei nº 12.305/2010, em 23 de dezembro de 2010 (Brasil, 2010). Nesse documento, é estabelecido que:

O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda. (Lei nº12.305/2010)

**Tabela 15 - Alterações nas responsabilidades dos atores a partir da PNRS:**

ATOR	ANTES	DEPOIS
<b>PODER PÚBLICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de prioridade para o lixo urbano</li> <li>• Existência de lixões na maioria dos municípios Resíduo orgânico sem aproveitamento</li> <li>• Coleta Seletiva cara e ineficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municípios farão plano de metas sobre resíduos com participação dos catadores</li> <li>• Os lixões precisam ser erradicados até 2014</li> <li>• Prefeituras passam a fazer a compostagem</li> <li>• É obrigatório controlar custos e medir a qualidade do serviço</li> </ul>
<b>CATADORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploração por atravessadores e riscos à saúde</li> <li>• Informalidade</li> <li>• Problemas de qualidade e quantidade dos materiais</li> <li>• Falta de qualificação e visão de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catadores reduzem riscos à saúde e aumentam renda em cooperativas</li> <li>• Cooperativas são contratadas pelos municípios para coleta e reciclagem</li> <li>• Aumenta a quantidade e melhora a qualidade da matéria-prima reciclada</li> <li>• Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar produção</li> </ul>
<b>INICIATIVA PRIVADA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos das empresas Falta de incentivos financeiros</li> <li>• Baixo retorno de produtos eletroeletrônicos pós-consumo</li> <li>• Desperdício econômico sem a reciclagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco legal estimulará ações empresariais</li> <li>• Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem</li> <li>• Mais produtos retornarão à indústria após o uso pelo consumidor</li> <li>• Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda</li> </ul>
<b>CONSUMIDOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há separação do lixo reciclável nas residências</li> <li>• Falta de informação</li> <li>• Falhas no atendimento da coleta municipal</li> <li>• Pouca reivindicação junto às autoridades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências</li> <li>• Campanhas educativas mobilizarão moradores</li> <li>• Coleta Seletiva aprimorada para recolher mais resíduos • Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes</li> </ul>

### **13.5 INFORMALIDADE DO PROCESSO**

É necessário ressaltar que a reciclagem no Brasil só tem sido possível, em grande escala, devido à abrangência dos catadores para o recolhimento e separação dos resíduos que tornaram viáveis as tarefas de coleta seletiva por um baixo custo. Os altos índices alcançados não advêm da regulação, educação ambiental ou sistema de coleta seletiva adequados, nem mesmo de investimentos público-privados, mas sim da pobreza em que vive uma boa parcela da população (GONÇALVES DIAS. 2009).

Segundo levantamento realizado pela Inventta (2012), a renda obtida com os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos representa 15% do faturamento das cooperativas, competindo com a reciclagem de papelão, alumínio e plástico. Assim, infelizmente, o setor de reciclagem de resíduos eletrônicos brasileiro sofre de instabilidade no fornecimento de materiais, uma consequência da alta informalidade da coleta e da logística. Além disso, devido à escala relativamente reduzida, não é possível investir em tecnologia de ponta (INVENTTA. 2012).

Ainda sobre os trabalhadores, de acordo com a pesquisa realizada pelo IPEA (2010) é realidade supor que a renda média dos catadores não ultrapasse o salário-mínimo. Um intervalo sugerido para esta variável vai de R\$420,00 a R\$520,00. Vale observar que esse intervalo se refere apenas aos catadores organizados. Esses trabalhadores operam apenas com seu conhecimento tácito, muito pouco está formalmente organizado e existe pouca informação escrita, apesar de ter um amplo conhecimento da geração coleta e triagem de materiais. Por conseguinte, separar os REEE para tratamento e reciclagem final é mais complexo, custoso e impactante em comparação com outros resíduos considerados não perigosos.

Tabela 16 - Entraves para a atividade de catação.

TABELA 6.4 Entraves para a atividade de catação.

Fonte	Volume de materiais recicláveis	Método	Problemas	Solução	Efeitos da PNRS
Ruas e áreas urbanas	Variável, depende da preexistência de coleta de lixo urbano	Carrinhos e caminhões; pressupõe coordenação logística	Algumas prefeituras dificultam a presença e o tráfego de catadores	Estabelecer parcerias entre PMs e cooperativas de catadores	Estímulo à coleta e à organização dos catadores
Coleta seletiva	Ainda modesta	Caminhões ou doações <i>in loco</i>	Deficiências na destinação do material	Ordenação na destinação do material	Estímulo à coleta e à organização dos catadores
Grandes geradores	Bom volume, materiais pré-selecionados	Triagem e caminhões	Alguns não permitem o acesso	Exigência legal de acesso ao material	Potencial problema
Feiras e eventos	Eventual, mas volume considerável	Triagem e caminhão	Algumas feiras e eventos não permitem o acesso	Exigência legal de acesso ao material	Potencial problema
Coleta pública	Grande volume	Não têm acesso, em geral	Muitas prefeituras não permitem o acesso	Exigência legal de acesso ao material	Estímulo à coleta e à organização dos catadores
Empresas terceirizadas	Grande volume	Não têm acesso, em geral	O material reciclável recolhido é enterrado ou comercializado	Exigência legal de acesso ao material	Potencial problema

Fonte: IPEA, 2010.

## 14 PROCESSOS ATUAIS E SEPARAÇÃO

A composição dos resíduos eletrônicos pode variar de acordo com o ano, modelo e tipo de REEE, o que pode influenciar na escolha dos métodos de tratamento para recuperação de metais.

O lixo eletrônico pode ter diferentes anos e tipos de REEE, dado o grau de diversidade em sua composição que pode afetar diferentes REEE's.

Devido a essas diferentes estruturas de REEE, etapas de caracterização de materiais são necessários para definir processos mecânicos, hidro metalúrgicos e pirometalúrgicos que podem ser usados individualmente ou em conjunto para recuperar e reciclar materiais. No entanto, os processos mecânicos, hidro metalúrgicos e pirometalúrgicos têm como principal objetivo a reciclagem de materiais de valor agregado, favorecendo assim a minimização do consumo de recursos naturais, além de aumentar a vida útil dos aterros sanitários, uma vez que os materiais reciclados deixam de ser sucateados.

Os metais presentes na maioria dos resíduos eletrônicos podem ser divididos em:

- Metais preciosos, metais básicos e metais tóxicos (SHINKUMA; HUONG, 2009).
- Metais valiosos: ouro, prata, paládio e platina. Metais básicos: cobre, alumínio, níquel, estanho, zinco e ferro.
- Metais tóxicos: mercúrio, berílio, índio, chumbo, cádmio, arsênico, antimônio.

Os metais preciosos figuram 80% do valor real do equipamento, mas menos de 1% do peso total (ABRACI, 2010) e hoje a maioria dos processos foca na recuperação de metais valiosos como ouro e prata (MECUCCI; SCOTT, 2002).

Os métodos de tratamento de resíduos eletrônicos envolvem a reciclagem de materiais em três etapas. Antes disso, os equipamentos devem ser desmontados e classificados em diferentes categorias. Isso é seguido pelo processamento, ou o uso de processos físicos ou metalúrgicos que condensam os materiais em suas formas mais concentradas. As três categorias em que

são divididos são: pré-tratamento/desmontagem, beneficiamento (separação e concentração) e refino físico/químico. Pré-tratamento ou desmontagem é a separação seletiva dos componentes tóxicos e outros materiais, beneficiamento (separação ou concentração) é utilização de processos físicos e/ou processos metalúrgicos para concentrar os materiais, como por exemplo, moagem, separação magnética e processos piro e hidro metalúrgicos; já o refino é o último estágio, no qual os materiais são recuperados como a extração por solvente e eletrodeposição. (CUI e FORSSBERG, 2003)

#### **14.1 INVESTIMENTO ES OS ASPECTOS OPERACIONAIS DA GESTÃO DE REEE**

Como já observado no presente trabalho, a organização do sistema é um fator muito importante para garantir a fluidez do sistema, bem como a otimização do arranjo físico, pois tem significativo impacto no enfoque da ecoeficiência, gerando assim redução dos custos de produção e resultados relevantes na mitigação de impactos ambientais relacionados, por exemplo, ao consumo de energia e água. Em última análise, o arranjo físico resulta em economia de ordem financeira.

Considerando o planejamento de um projeto organizacional eficiente, é necessário considerar que o fator financeiro é essencial para a aquisição e adaptação. De acordo com pesquisas feita por SEBRAE (2012), o custo de implantação de uma unidade de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos está estimado em cerca de R\$160.000,00. No entanto, o estudo considera os custos de aquisição e de equipamentos e mobiliário que pode gerar um investimento inicial por volta de R\$20.000,00, para a proporção do estudo. Entretanto, os valores apresentados anteriormente ainda podem variar significativamente em função da localização da planta, dos custos de transporte e armazenagem, bem como o pagamento dos funcionários que executarão as atividades.

## 14.2 PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com a crescente urbanização e desenvolvimento no mundo, a gestão de resíduos apresenta-se essencial para o desenvolvimento de ações direcionadas à preservação de recursos em prol da sustentabilidade. A gestão de REEE no Brasil, como já anteriormente comentada, aconteceu de modo bastante informal e disperso, entretanto, tal informalidade com que o assunto é tratado acarreta impactos à saúde humana e ambiental. No entanto, a dispersão das iniciativas inviabiliza o processamento delas em escala maior.

Um quesito relevante no Brasil é a localização dos centros de processamento de resíduos e a localização pulverizada das áreas de descarte. Grandes rotas necessitam ser percorridas para a destinação correta, o que inviabiliza o processo recíproco econômico e ambientalmente.

A questão da sustentabilidade entra em foco quando as estatísticas populacionais são analisadas; a humanidade pode passar dos pouco mais de 7 bilhões de habitantes no planeta para cerca de 9,5 bilhões de habitantes em 2050, entre os quais 2/3 viverão em cidades. Sendo assim, com intensificação do processo de urbanização, O crescimento populacional previsto, mantendo-se o atual padrão de produção e consumo, indica inclusive um aumento exponencial na quantidade de materiais descartados. Assim, esse estudo evidencia um papel de destaque maior para o setor de resíduos na sociedade futura, pois somente este será capaz de dar o encaminhamento adequado para diversos tipos de materiais ou substâncias que podem vir a ser recuperados ou reaproveitados, uma gestão que garantirá:

- Melhoria dos padrões de operação nas unidades de tratamento;
- Obtenção de maiores índices de reciclagem;
- Vigilância da exportação ilegal dos REEE.



## 15 CENTRO DE DESCARTE E REUSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA (CEDIR)

### 15.1 INTRODUÇÃO

Imagem 3 – Logotipo do CEDIR



Fonte: Bruno De Antônio Pelinzon

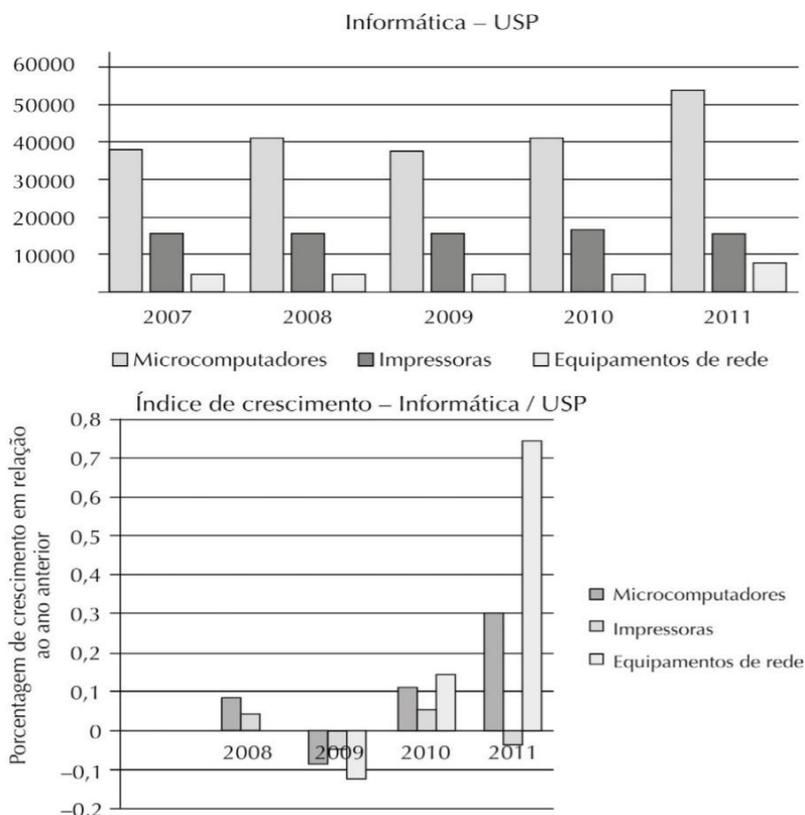
O CEDIR é um órgão público criado em dezembro de 2009 pela USP que é responsável pelo recebimento e direcionamento dos resíduos eletrônicos e foi criado como um centro de reuso e reciclagem desses equipamentos para atender a Universidade. Tendo como código de conduta a proteção com o meio ambiente e a sociedade em relação aos prejuízos que o descarte incorreto de equipamentos eletrônicos pode acarretar. Seu objetivo é a realização do tratamento dos resíduos de telecomunicações e informática produzido pela Universidade de São Paulo e em 2010 ele abriu suas portas ao atendimento de pessoas e desde lá vem ampliando suas atividades, ajudando a sociedade as escolas públicas com projetos sociais.

## 15.2 HISTÓRICO

Com a revolução industrial as organizações públicas, privadas e as pessoas foram adquirindo um número, que cresce cada vez mais de equipamentos de informática e telecomunicações com um tempo de vida útil relativamente pequeno possibilitando uma pessoa a ter diversos bens eletrônicos por vida, fazendo-as realizar uma substituição constante.

Na USP em 2008 houve um crescimento de 29,94% do número de microcomputadores e 74,72% do número de equipamentos de rede gerou uma preocupação nos gestores. Diante dessa reação a solução foi a criação do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR). Os gráficos abaixo evidenciam esse crescimento:

**Gráficos 2 e 3 – Crescimento da Informática na USP**



Fonte: USP. (2011).

No começo de sua atividade eles depararam com o desafio de encontrar formas legais e corretas de destinação dos equipamentos com seu tempo de vida esgotado.

O Centro tem como missão:

Disseminar e praticar ações de sustentabilidade referente ao tratamento de lixo eletrônico, no que concerne ao reuso e descarte correto, visando à proteção ambiental, à promoção de inclusão social e ao ganho econômico advindo do retorno de resíduos à cadeia produtiva. (XAVIER. 2014. pág. 189).

### **15.3 COMISSÃO DE SUSTENTABILIDADE**

A Comissão de Sustentabilidade foi criada em 2007 e seu principal objetivo é fazer o levantamento de problemas ambientais do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo (CCE-USP), e sugerir sistemas de sustentabilidades a serem implantados no Centro. Dito isso, essa comissão realizou levantamento de dados e pesquisas a fim de propor ações de sustentabilidade que poderiam ser adicionadas no dia a dia dos funcionários do CCE–USP, desde o uso correto de água e energia elétrica até o tratamento de resíduos eletrônicos. Além disso, a Comissão realizou várias atividades importantes para a Universidades, dentre elas, as mais importantes foram a criação do Selo Verde e do CEDIR.

### **15.4 SELO VERDE**

Em contraste com sua missão a Comissão criou o conceito de “Selo Verde” no intuito de motivar e incentivar as empresas a criar sistemas ecológicos como uma forma da USP reconhecer dispositivos fabricados por organizações compromissadas com a sustentabilidade.

Dessa forma, a aplicação dessa política permite reduzir a geração de lixo eletrônico com componentes tóxicos e não-recicláveis, resultando assim em uma

cadeia mais ecológica; além disso, essa política auxilia na identificação dos equipamentos descartados facilitando a sua triagem e reciclagem.

### **15.5 CENTRO DE DESCARTE E REUSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA (CEDIR)**

O resultado das pesquisas e preocupações sobre o mercado de reciclagem foi o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática.

### **15.6 CRIAÇÃO DA CADEIA DE TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA**

Para o atendimento correto da demanda de tratamento sustentável do resíduo eletrônico houve a criação da cadeia de transformação de resíduo eletrônicos da USP em 2008. Como parceria o programa MIT (Massachusetts Institute of Technology) e o programa S-Lab (Sustainability Laboratory). A criação de um plano de ações se deu pelo levantamento sobre a melhora das práticas empregadas em ONG's, Universidades estrangeiras, indústrias de eletrônicos e instituições governamentais. Esse plano resultou na criação de uma cadeia de transformação do resíduo eletrônico que tinha como objetivo a eliminação da forma sustentável do lixo eletrônico da Universidade, a iniciação e a orientação das pessoas físicas gerais em relação a sustentabilidade e lixo eletrônico, o recebimento e encaminhamento respeitando as leis da sustentabilidade dos equipamentos e resíduos recebidos pelas unidades de ensino e administrativas da USP, criação de um sistema de equilíbrio entre a geração de resíduos e a destinação adequada deles, proposta de criação da cadeia de transformação do resíduo para garantir o reaproveitamento ou a destinação do resíduo coletado.

## 15.6.1 PRIMEIRA COLETA DE RESÍDUOS E SEUS RESULTADOS

Como resultado desse plano de ações de gestão de resíduos eletrônicos foi executado um plano pioneiro no CCE, A “Operação de Descarte Legal” (Carvalho, 2010) e ela ocorreu em 5 de junho no dia Mundial do Meio Ambiente em 2008. Foram arrecadadas cerca de 5,2 toneladas de resíduos na USP e esse material foi armazenado em containers.

Diversas empresas de reciclagem foram contatadas com o objetivo de vender esse material para aquela que tivesse mais credenciamentos necessários para a reciclagem, comprovação das destinações corretas e oferecessem a melhor oferta para eles. Entretanto, as empresas demonstraram pouco interesse e disseram que o custo do frete que era alto, era o que elas poderiam pagar por aquele material, isso desapontou a Comissão de Sustentabilidade que a levou a refletir e estudar mais o mercado de reciclagem a fim de entender seu funcionamento, a extração de valor e a garantia de destinação sustentável. Após isso, o material foi encaminhado e tratado no Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática.

As figuras abaixo mostram um pouco desse processo:

### Imagem 4 – Comissão de Sustentabilidade no dia e Cartaz de Convite a Operação Descarte Legal



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

**Gráfico 4 – Número de equipamentos coletados**



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

### 15.6.2 EVOLUÇÃO DO CEDIR

Na prática, depois da Operação Descarte Legal foi verificado que empresas de reciclagem não possuíam muito interesse em resíduos de informática obsoletos sem nenhum pré-processamento pois elas são especializadas em tratamento de materiais específicos e o processo de desmonte e triagem não era viável. Além disso, o material separado no desmonte, que não interessava ela porque não era do seu ramo, poderia ter destinos diversos o que a faria se preocupar com outras coisas além da reciclagem como o envio para outra empresa, aterros industriais ou lixões ocasionando também custos com logística.

A partir disso começou a ser avaliada a possibilidade do CEDIR fazer o pré-processamento desses materiais.

Como ajuda a continuidade das pesquisas, às visitas a empresas de reciclagem, estudos a legislação dessa área, às reuniões com profissionais, em 2008 CEDIR foi selecionado por um grupo de pesquisadores do MIT para uma parceria.

Após isso, o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) definiu como objetivos:

- Identificar o fluxo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos;

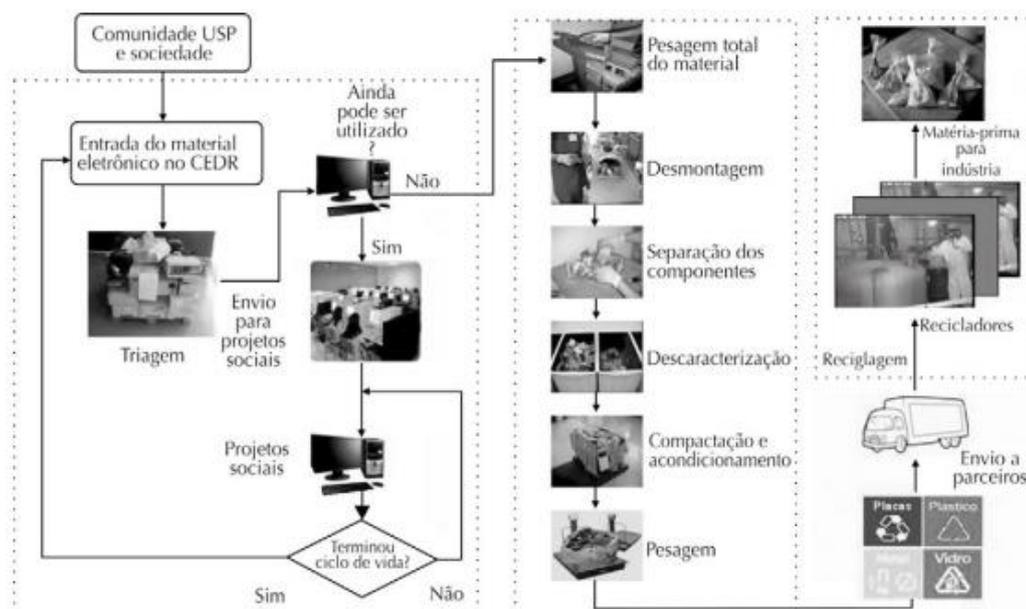
- Implantar o programa de coleta e descarte do lixo eletrônico;
- Propor soluções para reaproveitamento e/ou reciclagem do lixo eletrônico;
- Pesquisar projetos sociais que poderiam receber sistemas eletroeletrônicos para reuso;
- Pesquisar empresas especializadas e capacitadas em reciclagem ambientalmente correta do lixo eletrônico;
- Elaborar método de homologação e certificação tanto dos projetos sociais como dessas empresas de reciclagem;
- Identificar parcerias críticas para o centro;
- Ser referência na destinação final correta dos resíduos eletrônicos.

As atividades a seguir descrevem o modo de operação do CEDIR:

- Recepção dos equipamentos eletroeletrônicos obsoletos;
- Efetuação da triagem;
- Conserto de equipamentos que possuem possibilidade de reparação;
- Classificação e separação conforme a composição;
- Armazenamento do material até as empresas de reciclagem credenciadas fazerem seu recolhimento.

O fluxo de operações do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática se dá na imagem abaixo.

**Imagem 5 – Fluxograma de Processos do CEDIR**



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

- Coleta e triagem: Especificados no subcapítulo abaixo;
- Categorização: Nessa etapa, eles pesam, desmontam, separam seus componentes, realizam a compactação e a pesagem por tipo de material;

O reuso começou a se tornar realidade quando houve o recebimento de muito equipamentos de informática bons que tinham possibilidade de serem reusados bastando uma simples inserção de mais memória ou uma reconfiguração.

A inauguração do Centro ocorreu em dezembro de 2009, em um galpão, área essa destinada a realização da triagem, reparo e destinação de 5 toneladas de equipamentos por mês. O Centro começou sua operação em 2009 apenas com equipamentos enviados pela Universidade, um ano depois foi aberto ao público que antes de realizar a entrega faziam o agendamento no Help Desk CCE-USP especificando a quantidade de equipamentos a serem entregues.

Atualmente, o CEDIR, devido a parcerias, recebe equipamentos de diversas cidades de São Paulo.

## **15.7 PROCESSOS LOGÍSTICOS REALIZADOS**

O resíduo que chega ao centro passa pelos seguintes processos:

### **15.7.1 RECEBIMENTO**

O recebimento dos resíduos é feito de forma voluntária e geralmente é depositado pelos alunos, professores e a comunidade externa, em quantidades pequenas que são recolhidas pelo centro, e que por esse motivo não é preciso o agendamento. Já no caso da Universidade, é necessário o agendamento pelo volume de equipamento que pode chegar a toneladas. É válido ressaltar que são aceitos

somente equipamentos de informática e telefonia e esse recebimento é feito de segunda a sexta, das nove às dezessete.

### **15.7.2 ARMAZENAMENTO**

Os materiais, após o recebimento, são armazenados em pallets para facilitar a movimentação da carga. Também são usadas caixas, caixas plásticas, bags, sacos e prateleiras, sempre com a atenção voltada para a umidade e o risco de danificar o material.

**Imagem 6 – Armazenamento em prateleiras realizado pelo CEDIR**



Fonte: André Rangel (2022)

**Imagem 7 – Armazenamento em caixas de plástico realizado pelo CEDIR**



Fonte: André Rangel (2022)

### 15.7.3 SEPARAÇÃO E TRIAGEM

Conforme André, funcionário do CEDIR a separação começa:

Quando nós recebemos o material, avaliamos ele tecnicamente e verificamos se é possível o reuso. Todos nós somos técnicos de manutenção eletrônica, qualificados na parte de manutenção de informática, quando nós recebemos, avaliamos se o equipamento pode ser reutilizado, quando o equipamento é muito antigo, ele não é candidato a reuso, logo, optamos pela Reciclagem. Então o material que pode ser reutilizado é colocado na bancada, avaliamos tecnicamente e visualmente para o mesmo ser utilizado na Universidade. (André Rangel, 2022)

Ele cita também, na entrevista, que há doze anos, a quantidade de funcionários da organização era maior que a atual, eles realizavam mais processos de separação que demandam maior tempo. Porém, hoje, eles verificam com seu conhecimento de informática se há a possibilidade de reuso, reciclagem ou logística reversa e encaminham para seus respectivos caminhos. Apenas quando há possibilidade de

reuso eles realizam a remanufatura para retorná-lo à Universidade ou como empréstimo, para escolas públicas, hospitais, ONGs sem nenhum custo de encaminhamento.

### **Imagem 8 – Processo de separação e triagem realizado pelo CEDIR**



Fonte: André Rangel (2022)

#### **15.7.4 DESCARTE**

Ainda segundo André:

O primeiro ponto que nós fazemos é o reuso, nós tentamos reutilizar esse material. O segundo ponto é a reciclagem, todo material que nós descartamos ele pode ir para reciclagem. O terceiro é a Logística Reversa, nós devolvemos os materiais para os fabricantes. E por fim o quarto ponto é o menos que a gente procura fazer é o descarte em aterro sanitário em uma quantidade muito pequena de material. (André Rangel, 2022)

É importante ressaltar que no processo de descarte, quando não há a possibilidade da realização dessa reciclagem, eles separam o material e encaminham a empresas que a realizam. São empresas parceiras que têm licença de

funcionamento, licença de operação, vistoria do bombeiro e tem todas as características legais para a realização da reciclagem desse material.

#### **15.7.5 DESTINAÇÃO FINAL**

Após todos esses processos anteriormente citados. No caso do reuso, o Centro envia os resíduos para a Universidade, ou outras instituições, ampliando assim seu tempo de vida útil. Quando há a reciclagem, eles enviam para a empresa parceira responsável por essa realização. E na Logística Reversa eles devolvem para as empresas que o fabricaram. Em último caso, até evitado pelo centro, quando o produto não se encaixa em nenhuma dessas alternativas acima ele é descartado em aterros sanitários em uma quantidade menor que seria se não tivesse todas essas outras possibilidades antes.

### **15.8 OS QUATRO PILARES DE SUSTENTABILIDADE (ÁREAS DE ATUAÇÃO DO CEDIR)**

As áreas de atuação do CEDIR, se resumem aos quatro pilares da sustentabilidade, os quais são: Ambiental, Social, Econômico e Cultural.

#### **15.8.1 ASPECTOS AMBIENTAIS**

Como anteriormente citado, o CEDIR foi criado com a ideia de realizar o tratamento correto dos resíduos eletroeletrônicos, de forma a evitar o descarte inadequado, para que assim o meio ambiente não seja contaminado, em virtude da grande quantidade de resíduos tóxicos presentes em seus componentes.

Neste tratamento, é feito a desmontagem e a separação dos equipamentos tendo o cuidado com o tipo de material que ele possui. Cada material é estocado até que tenha alcançado o volume requerido pelas empresas de reciclagem, que varia de material para material.

### **15.8.2 ASPECTOS SOCIAIS**

A cada dia de operação, o CEDIR recebia inúmeros equipamentos que poderiam ser reutilizados, caso fosse realizado o processo de recuperação. Como a organização fazia estes processos, muitas escolas e entidades filantrópicas, aos poucos iam sendo credenciadas junto a USP, para assim realizar projetos sociais dentro delas.

Dado essa visibilidade da CEDIR em realizar processos de recuperação de equipamentos, o CEDIR é muito procurado para ministrar palestras e oferecer visitas monitoradas explicando como ocorre cada etapa do processo da logística reversa. Nestas visitas, muitos alunos, professores, microempresários, gestores estaduais e municipais, entre outros, costumam ir frequentemente à CEDIR.

### **15.8.3 ASPECTOS ECONÔMICOS**

Com diversos equipamentos recuperados pela CEDIR, é feita a destinação destes equipamentos tanto para a USP quanto para outras instituições, tendo a finalidade de suprir as necessidades temporárias dessas escolas, como computadores quebrados e a disponibilização de uso de Internet aos alunos e professores. Todas essas destinações, são feitas para que os alunos possam cada vez mais aprender, em vez de ficarem defasados. Além disso, geralmente também, os professores solicitam a CEDIR equipamentos para realização de experimentos em sala de aula.

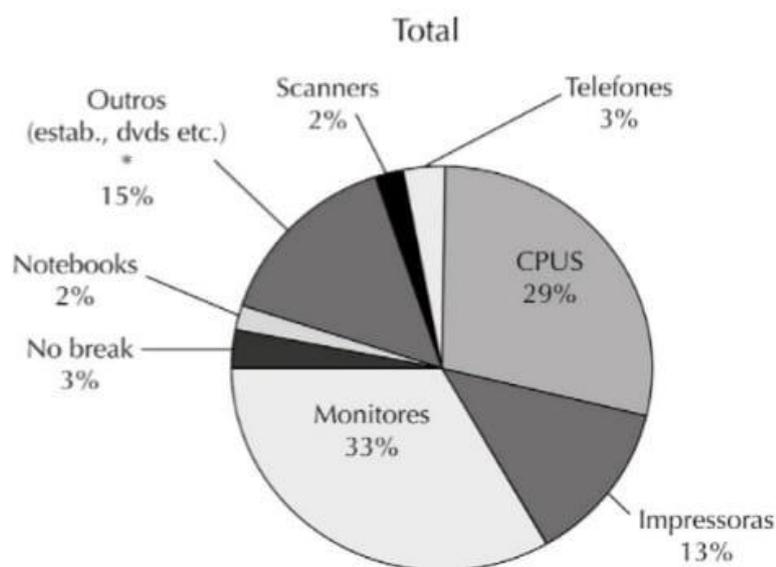
#### 15.8.4 ASPECTOS CULTURAIS

Como o CEDIR acaba recebendo diversos equipamentos e materiais, muitos deles acabam sendo vistos como obras de artes, e que deveriam estar em museus de tecnologia da informação.

Tendo isso em mente, o CEDIR realiza um projeto cultural onde ele é visto como uma oficina de design empregando resíduos de informática. Vale mencionar que no mês agosto de 2012, eles receberam o designer famoso Ilja Suppanen, que foi convidado pela professora Maria Cecília Loschiavo, e que coordenou uma oficina de design aberta ao público com peças do CEDIR.

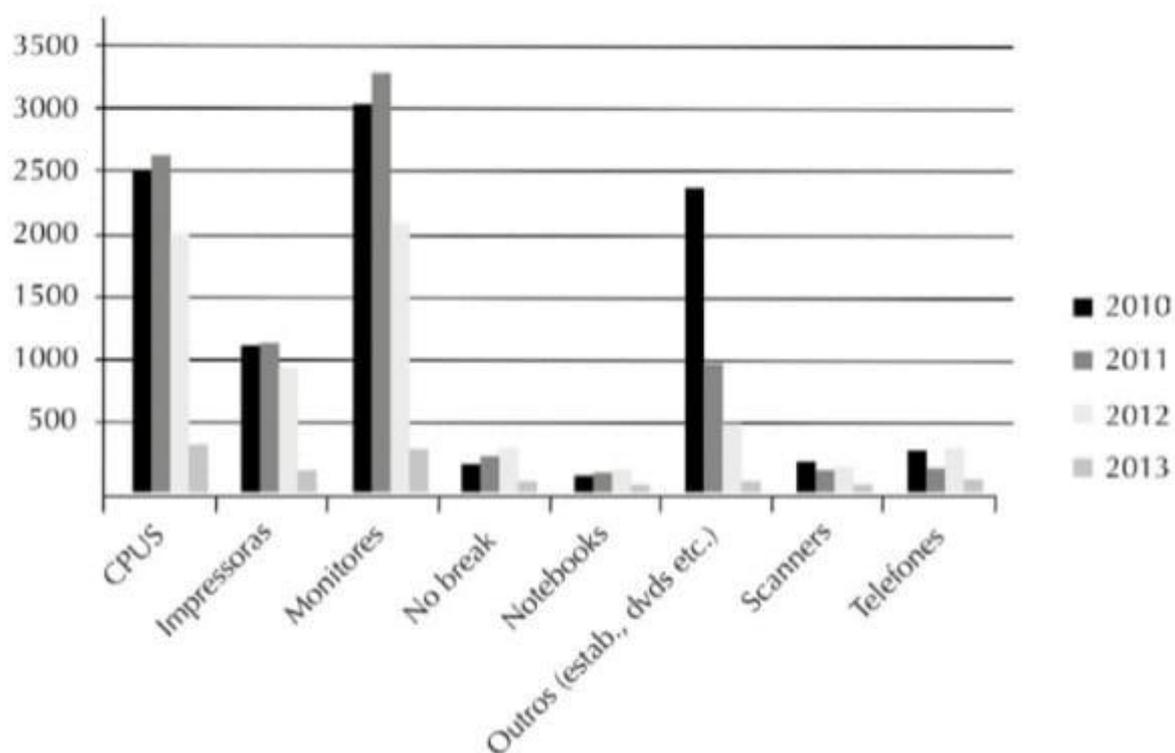
Abaixo temos alguns resultados obtidos pelo Centro no decorrer do tempo:

**Gráfico 5 - Resíduos de Informática Recebidos**



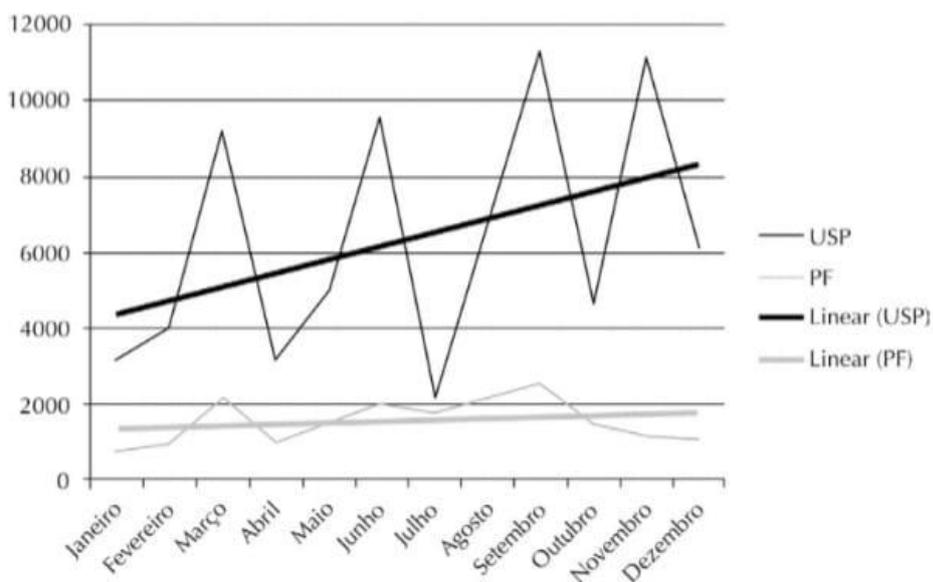
Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

**Gráfico 6 - Classificação dos Tipos de Equipamentos Eletroeletrônicos Entregues no CEDIR**



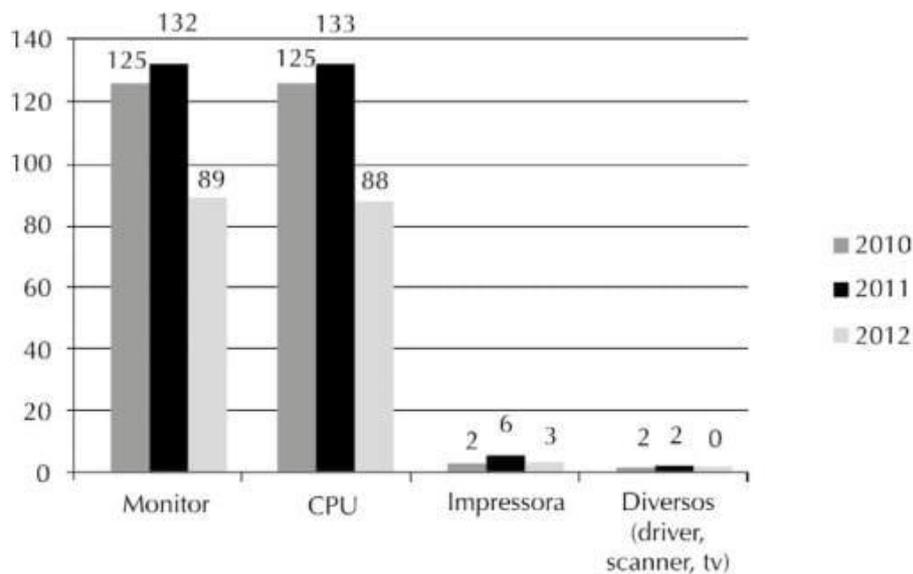
Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

**Gráfico 7 - Volume de equipamentos eletroeletrônicos entregues pela comunidade USP e pessoas físicas no ano de 2011**



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

**Gráfico 8 - Número de equipamentos de informática emprestados para projetos sociais e instituições filantrópicas**



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

## 15.9 VISITAS GUIADAS

No CEDIR, a cada mês as pessoas através do Help Desk do CCE-USP, podem fazer visitas ao centro em prol de conhecer mais sobre os processos e operações realizados dentro dele.

## 15.10 PRÊMIOS RECEBIDOS

Abaixo, alguns prêmios recebidos pelo Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática.

**Tabela 17 - Prêmios recebidos pelo CEDIR**

Abril 2009	Prêmio Mário Covas 2008 – Menção Honrosa – Categoria Inovação pelo projeto do Selo Verde e CEDIR da USP (GPESP, 2013).
Abril 2010	Prêmio Mário Covas 2009 – Categoria Inovação pelo projeto do CEDIR (GPESP, 2013).
Dezembro 2010	Prêmio InfoExame – Iniciativa Verde – CEDIR (INFO, 2010).

Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

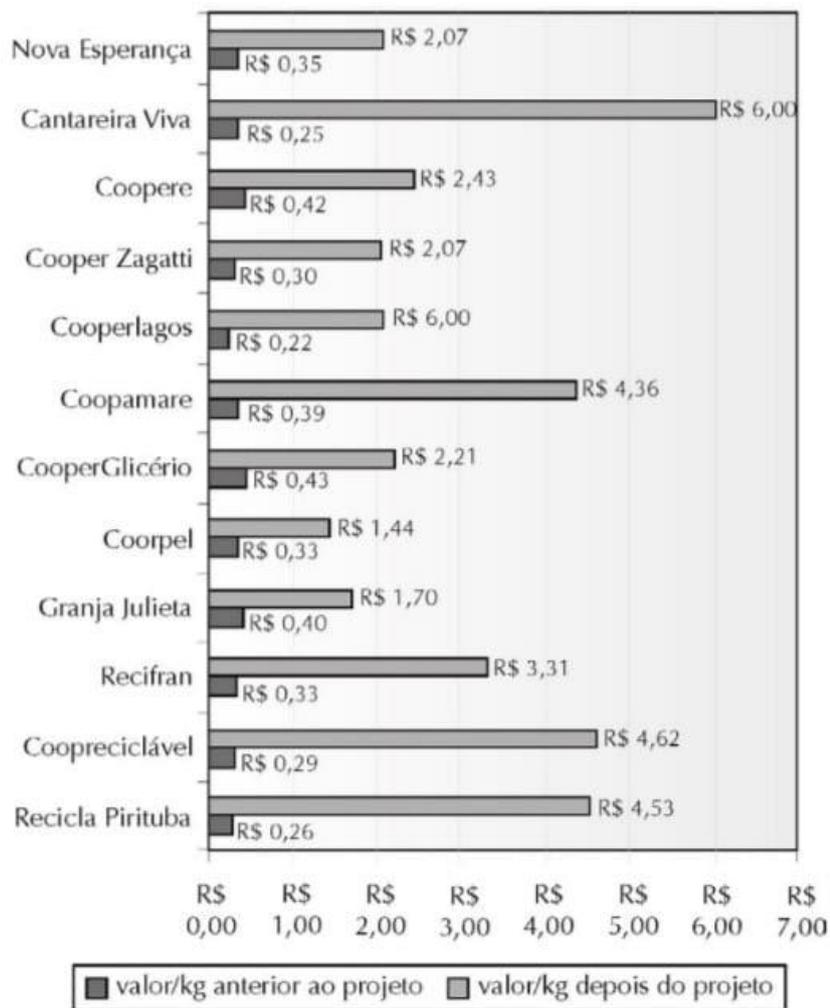
## 15.11 PROJETO ECOELETRO

A CEDIR é parceira do Projeto EcoElectro desenvolvido e criado pelo LASSU (Laboratório de Sustentabilidade em Tecnologia da Informação e Comunicação), pelo PCS (Departamento de Engenharia de Computação Sistemas Digitais), pela Escola Politécnica e pelo Instituto GEA, com patrocínio da Petrobras.

O objetivo do projeto consiste em capacitar e treinar diversos catadores de material reciclável em microinformática básica e realizar tratamentos de resíduos eletroeletrônicos. O projeto além disso, têm como meta ensiná-los as questões de saúde que estão envolvidas nos manuseios de cada material e os cuidados que se devem ter para evitar qualquer tipo de contaminação deles próprios e do meio ambiente, além de ensiná-los a como se realizar uma melhor separação e agrupamento destes materiais, de forma a maximizar e aumentar o valor agregado da sua comercialização.

O projeto deu muito certo, tanto que em 2012, o valor de venda do quilo do resíduo eletroeletrônico aumentou cerca de 10 vezes em média, passando de R\$0,29 para R\$3,07.

### Gráfico 9 - Valor de venda dos resíduos eletroeletrônicos



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

## 15.12 PRINCIPAIS EVENTOS HISTÓRICOS DO CEDIR

Tabela 18 – Eventos do CEDIR

Ano	Evento	Resultado
Set 2007	Criação da Comissão de Sustentabilidade no CCE-USP.	Identificação de Atividades de Sustentabilidade aplicáveis à TI.
Março 2008	Primeiro trabalho sobre REE com MIT S-Lab.	Identificação da necessidade de coletar REEE da universidade.
Jun 2008	Operação Descarte Legal de coleta de REE no CCE e CTI.	Coleta de 5 toneladas de lixo eletrônico de 200 funcionários do CCE-USP.
Out 2008	Primeiro Pregão “Esverdeado” para compra de microcomputadores.	Itautec vence o pregão e produz computadores verdes para USP.
Dez 2008	Lançamento do Selo Verde USP para computadores verdes.	Concessão do Selo Verde para Itautec pela entrega de computadores verdes.
Jan 2009	Trabalho sobre REE com pesquisadores do MIT L-Lab.	Planejamento da criação do CEDIR.
Fev - Maio 2009	Projeto do CEDIR, feito pela Comissão de Sustentabilidade.	Projeto do CEDIR.
Abril 2009	Prêmio Mário Covas.	Menção Honrosa - Categoria Inovação pelo projeto do Selo Verde e CEDIR.
Maio 2009	Concessão de Área para Construção do CEDIR.	Projeto Físico do CEDIR.
Dez 2009	Inauguração do CEDIR.	Início da Operação do CEDIR para atender à comunidade USP.
Abril 2010	Abertura do CEDIR para o público em geral – pessoas físicas.	Atendimento de pessoas físicas.
Abril 2010	Prêmio Mário Covas.	Categoria Inovação pelo projeto do CEDIR.
Set 2010	Criação do Logo do CEDIR Vencedor por Concurso Público.	Publicação da Logo do CEDIR.
Dez 2010	Prêmio InfoExame – Iniciativa Verde – CEDIR.	
Abril 2011	Início do Programa EcoEletro, Instituto GEA e PETROBRAS.	Treinamento de catadores em microinformática e tratamento de lixo eletrônico.
Abril 2012	Prêmio Mário Covas 2011.	Categoria Inovação pelo projeto EcoEletro.
Ago 2012	Primeira oficina de design com o lixo eletrônico do CEDIR.	Design de brinquedos.
Nov 2012	Transferência física do CEDIR para a Prefeitura do campus.	
Abril 2013	3º Prêmio FECOMÉRCIO de Sustentabilidade.	Categoria Academia pelo projeto EcoEletro.

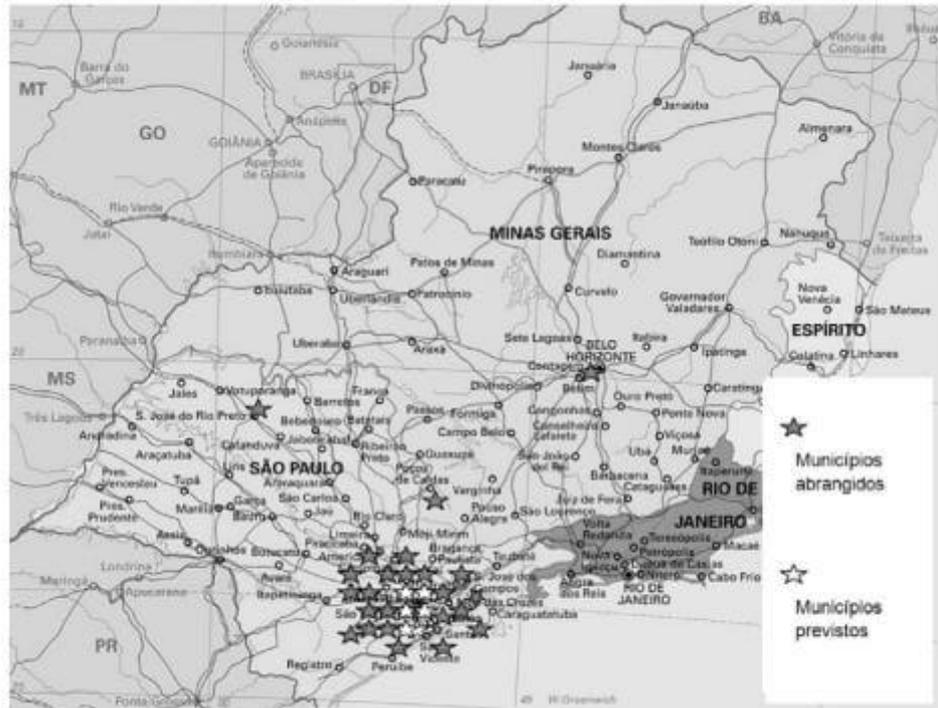
*Junho 2013 Prêmio von Martius - 2º lugar na categoria Humanidade  
Premiação pelo Projeto Eco-Eletro - Capacitação de catadores para reciclagem de lixo eletrônico - USP e Instituto GEA  
Junho 2013 - Prêmio von Martius - 1º lugar na categoria Tecnologia  
Premiação pelo projeto e atuação do CEDIR - STI/USP*

Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

O CEDIR é um dos exemplos de sucesso que evidencia que a boa gestão de processos traz benefícios a organização, seus parceiros, ao meio ambiente e a sociedade.

Abaixo, vemos a abrangência do projeto CEDIR

### Imagem 9 – Abrangência CEDIR



Fonte: Lúcia Xavier e Tereza Carvalho (2013).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de descrever o conceito de logística reversa voltada aos resíduos eletroeletrônicos, com o auxílio do processo logístico reverso que ocorre no Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática - CEDIR, descrevendo a forma como esse processo ocorre e seus benefícios à empresa que o adota e a sociedade de um modo geral.

No decorrer do trabalho, buscou-se detalhar os processos logísticos e administrativos acerca da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos, cujo processo se desdobra em diversas etapas e se mostra muito complexo, utilizando-se de diversas teorias administrativas e logísticas a fim de melhor elaborar um plano de gestão sobre tais resíduos. Ademais, levando em consideração o aumento subsequente da produção e da variabilidade dos modelos tecnológicos e teóricos, se mostra fundamental um sistema de coleta e separação eficiente para a destinação adequada dos resíduos.

Assim como demonstrado, para um processo logístico eficiente, é necessário um plano sólido e bem estruturado da gestão administrativa, pensando em todos os aspectos que podem influenciar no processo. Para melhor elaborar um plano de gestão, é preciso primeiro entender o ciclo de vida dos EEE, pensando na extração de recursos, produção, distribuição, uso, destinação, reutilização, reciclagem e disposição final.

Como sucesso na efetuação de um sistema de gestão estratégico e processual da logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos, temos como exemplo o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática – CEDIR, que mostrou uma significância positiva em sua demonstração de resultados na contribuição para a preservação do meio ambiente e ainda, na colaboração da coleta e destinação dos REEE, facilitando a reutilização e reciclagem dos resíduos por parte de seus fabricantes.

Logo, a presente pesquisa conseguiu atingir seu objetivo inicial, cujo tem como finalidade realizar uma análise dos processos logísticos, visando compreender e detalhar de que modo a logística reversa de resíduos eletroeletrônicos pode ser vantajosa para a indústria e o setor ambiental. Na qual, analisando a apresentação de dados ao longo do desenvolvimento do trabalho, compreende-se que o sistema de

logística reversa contribui para o desenvolvimento ecológico e em benefícios econômicos. Como por exemplo, a comprovação que a reciclagem de matéria-prima pode gerar o ganho de cerca de 25% de crescimento econômico e, além disso, apresenta a estimativa de custo dos insumos para produção do primeiro setor.

Contudo, a logística reversa esbarra com dificuldades burocráticas presente no processo, assim como para o sistema de reciclagem ser benéfica e economicamente viável, é preciso que a demanda dos resíduos a serem reciclados sejam em grande demanda. Em contrapartida, há a exposição de outros benefícios existentes na efetivação da logística reversa, como: incentivo fiscal, inovação na abertura de um novo mercado, criação e adaptação de novos empregos, controle da exploração do meio ambiente e suas demais variáveis, além de haver maior visualização e renome da empresa no mercado, visando que cada vez mais, a sociedade encontra-se em debate sobre a conscientização ecológica.

Por fim, sugere-se uma ampliação dos postos de coleta e descarte adicionado a conscientização da população sobre a importância de atingir uma destinação adequada aos resíduos eletroeletrônicos, a fim de evitar problemas que podem ser nocivos à sociedade e ao meio ambiente. Além da elaboração de maiores incentivos econômicos e uma melhor conscientização para o meio organizacional empresarial, para haver assim, melhores investimentos em técnicas e abordagens de gestão da logística reversa, que visa atingir um sistema de logística reversa produtivo e sustentável. Tendo como resultados então, benefícios econômicos e sociais para o ambiente industrial e corporativo em sua relação socioambiental.

## REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISSO 14040: Gestão Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT. NBR ISO 14001: **Sistemas da gestão ambiental: Requisitos com orientações para uso**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro, 2005.

ABRACI. **Orientações para fornecimento de componentes para montagem de placas de circuito impressos**. DISPONÍVEL EM: <[http://www.abraci.org.br/arquivos/MANUAL\\_MONTAGEM.PDF](http://www.abraci.org.br/arquivos/MANUAL_MONTAGEM.PDF)>. Acesso em: 05 ago 2022.

ANDRADE-LIMA, H. **Gestão de recursos e impactos socioambientais no ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos (EEE)**. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco, 2012. 82 p. Introdução à Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos 17.

ANSANELLI, S.L.M. **Os Impactos das exigências ambientais europeias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil**. (Tese de Doutorado) – Instituto de Economia. Campinas: Unicamp, 2008.

**ANVISA**.RDC Nº 306, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2004. Acesso em: 29/08/2022.

BARBIERI, J.C., 2007. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva.

RODRIGUES, Ângela Cássia, 2003. **Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alternativas de Política e Gestão**. Biblioteca da Escola de Sociologia e Política de SP

**O que são Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)?** c2022. Disponível em:<<https://residuos-eletroeletronicos/>>. Acesso em: 26 set. 2022.

**A diferença entre lixo, resíduo e rejeito e como é feito o seu gerenciamento.** 2020. Disponível em: <<https://blog/blogdiferenca-entre-lixo-residuo-rejeito/>>. Acesso em: 26 set. 2022.

BESIOU, M., GEROGIADIS, P., VAN WASSENHOVE, L.N. **Official recycling and scavengers: Symbiotic or conflicting?** European Journal of Operational Research, vol. 218, 2, 2012, pp. 563-576.

BORTOLETO, A.P., HANAKI, K. **Citizen Participation as a Part of Integrated Solid Waste Management: Porto Alegre case.** Waste Management & Research, vol. 25, 3, 2007, pp. 276-282.

Brant, Fabiana. **Caracterização e Classificação dos resíduos sólidos.** Disponível em: <<https://www.verdeghaia.com.br/blog-caracterizacao-e-classificacao-dos-residuos-solidos/amp/>>. Acesso em: 29/08/2022.

BRASIL. **Conselho de Justiça Federal. Centro de Estudos Judiciários. Enunciados aprovados na VI Jornada de Direito Civil.** Brasília: CEJ, 2013. Disponível em: <<http://www.jf.jus.br/cjf/CEJ-Coedi/jornadas-cej/VI%20JORNADA1.pdf>>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, de 5 de outubro de 1988.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 12 jun 2022

BRASIL. Decreto federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 - **Regulamentação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 28 ago 2022.

BRASIL. Decreto nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Dispõe sobre política nacional dos resíduos sólidos.** Casa civil do Congresso Nacional. Brasília, DF, volume, número, página. 02 ago. 2010. Seção, pt.

BRASIL. **Decreto nº 7.404**, de 23 de dezembro de 2010. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. Decreto nº 7.404/2010. **Regulamenta a lei 12305 e cria comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê orientador para implantação dos sistemas de Logística Reversa.** Disponível em: <[http://www.planalto.go.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.go.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em 10 outubro 2022.

BRASIL. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.** Casa Civil, Presidência da República, Brasília, dez. 2000. Acesso em: 30 set 2022.

BRASIL. **Lei nº 10.406**, de 10 de janeiro de 2002. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Casa Civil, Presidência da República, Brasília, 2010. Acesso em: 30 set 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 – **Política Nacional dos Resíduos Sólidos.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 18 ago 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Lei nº 13.576**, de 6 de julho de 2009. Disponível em <[www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm](http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm)>. Acesso em: 8 jan. 2013.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Lei nº 7.802**, de 11 de julho de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Casa Civil, Presidência da República, Brasília**, jun. 1993. Acesso em: 30 set 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa**. Deliberação nº 7, de 19 de dezembro de 2012. Disponível em: <[www.lex.com.br/legis\\_24072942\\_DELIBERACAO\\_N\(7\\_DE\\_19\\_DE\\_DEZEMBRO\\_DE\\_2012.aspx\)](http://www.lex.com.br/legis_24072942_DELIBERACAO_N(7_DE_19_DE_DEZEMBRO_DE_2012.aspx)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 334, de 3 de abril de 2003. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=356](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=356)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616)>. Acesso em: 12 jun 2022

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 452, de 2 de julho de 2012. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=676](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=676)>. Acesso em: 12 jun 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Edital n° 1/2013: Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes**, de 6 de fevereiro de 2013. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/editais\\_e\\_chamadas/SRHU/fevereiro\\_2013/edital\\_ree\\_srhu\\_18122012.pdf](http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srhu_18122012.pdf)>. Acesso em: 28 ago 2022.

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Brasília [Online] 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 17 out 2022.

BRUNDTLAND, G. **Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. Nosso futuro comum**. 2ed Rio de Janeiro, 1991.

CAPELINI, M. **Potencialidade e aplicação da prevenção de resíduos de embalagens: abordagem sobre o projeto do produto e o consumo**. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia São Carlos da Universidade de São Paulo, 2007.

CARVALHO, T.C.M.B. TI (Tecnologia da Informação) – **Tempo de Inovação: um estudo de caso de planejamento estratégico colaborativo**. São Paulo: M. Books, 2010.

CARVALHO, T.C.M.B.; ZUCCHI, M.; BICOV, N.; XAVIER, L.H. **Environmental Management of Waste Electronic Equipment (WEEE): A case study of the Center for Waste Disposal and Reuse of Information (CEDIR/USP)**. *International Solid Waste Management - ISWA*, Setembro de 2012.

CCE. Centro de Computação Eletrônica (CCE) da Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <<http://www.cce.usp.br/>>. Acesso em: 30 set 2022

CE. **Directiva n° 2008/98/CE**, de 19 de novembro de 2008. Disponível em: <[eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:pt:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:pt:PDF)>. Acesso em: 08 set 2022.

CEMPRE - **Compromisso Empresarial para Reciclagem**. Fichas Técnicas, 2013. Disponível em: < <http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 28 ago 2022.

Civil, nº 4, p. 43-50, 2009. TURENA, A. (Coord.). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 3. ed. São Paulo.

CLIFT, R. **Clean Technology - An Introduction**. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, vol. 62, 4, 1995, pp. 321-326.

**Como fazer uma Metodologia de projeto de pesquisa para TCC**. Study Bay, 2021. Disponível em: <<https://mystudybay.com.br/metodologia-monografia/?ref=4d8e8d622807571e>>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

CUI, J., FORSSBERG, E. **Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review**. Journal of Hazard Mater, vol. B99:2003, pp. 243-263.

CUI, J., FORSSBERG, E. **Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review**. Journal of Hazard Mater, vol. B99:2003, pp. 243-263.

EC. **Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) - Joint declaration of the European Parliament, the Council and the Commission relating to Article 9**. Comunidade Europeia, 27 jan. 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:EN:NOT>>. Acesso em: 30 set 2022

EEA – **European Environment Agency**. Case studies on waste minimisation practices in Europe, Topic report 2/2002, Copenhagen, 2002.

EEA. **Waste from Electric and Electronic Equipment (WEEE): quantities, dangerous substances and treatment methods**. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - EEA Copenhagen, 2003. Disponível em: <[http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionetcircle/etc\\_waste/library?l=/working\\_papers/weeepdf/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionetcircle/etc_waste/library?l=/working_papers/weeepdf/_EN_1.0_&a=d)>. Acesso em maio de 2022.

EITE. P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

EPEAT. **Electronic Product Environmental Assessment Tool**. <<http://www.epeat.net/>>. Acesso em: 30 set 2022

EPSTEIN, M.J. **Making Sustainability Work: Best Practices in Managing and Measuring Corporate Social, Environmental and Economic Impacts**. Shelfied, Reino Unido: Greenleaf Publishing, 2008.

ESCOBAR, Pedro. DRE: **O que é, como fazer e modelos [Planilha Grátis]**. Blog Egestor, 2022. Disponível em: <<https://blog.egestor.com.br/dre/>>. Acesso em: 17 out 2022.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 9.264**, 15 de julho de 2009. Disponível em: <[www.al.es.gov.br/antigo\\_portal\\_ales/images/leis/html/LO9264.html](http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/leis/html/LO9264.html)>. Acesso em: 28 ago 2022.

EU. **Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment**. Comunidade Europeia, 27 jan. 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:EN:NOT>>. Acesso em: 30 set 2022.

EU. **Directive 2011/65/EU. Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (recast)**. 2011. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:174:0088:0110:EN:PDF>> Acesso em 17 out 2022.

EUROPEAN UNION. **Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)**. Brussels, 2002.

FAVA, J.; DENISON, R.; JONES, B.; CURRAN, M.; VIGON, B.; SELKE, S.; BARNUM, J. **A Technical Framework for Life-Cycle Assessment**. Pensacola, 1991.

FEAM - **Fundação Estadual do Meio Ambiente**. Programa Minas Sem Lixões. s.d. Guia e-waste. Disponível em: <[http://ewasteguide.info/files/Rocha\\_2009\\_pt.pdf](http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf)>. Acesso em: 28 ago 2022

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Programa Minas Sem Lixões**. s.d. Guia e-waste. Disponível em:< [http://ewasteguide.info/files/Rocha\\_2009\\_pt.pdf](http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf)> . Acesso em: 30 set 2022.

FECOMÉRCIO. **3 o Prêmio de Sustentabilidade FECOMÉRCIO**. <<http://www.fecomercio.com.br/sustentabilidade/vencedores>>. Acesso em: 30 set 2022

FERNANDEZ, J. A. B.; ROMA, J. C.; MOURA, A. M. M. **Caderno de diagnóstico: resíduos na logística reversa é obrigatória**. IPEA, 2011.

FORTI ,VANESSA. **O Crescimento do lixo eletrônico e suas implicações globais. Panorama Setorial da Internet**. 4. ed. 2019.

FRANCHETTI, M. J. **Solid Waste Analysis and Minimization: a Systems Approach**. New York, 2009.

FRAZZOLI, C.; et al. **Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries' scenarios**. Environmental Impact Assessment Review, vol. 30, n. 6, November de 2010, pp. 388-399.

FREITAS, F.H.; BARRETO, P.S.L.M.; CARVALHO, T.C.M.B. **Assinatura Digital para o Selo Verde. Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica e Graduação, IX Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais, Campinas – São Paulo, Brasil, 2009**.

GEA. **Projeto EcoEletro**. Disponível em: <<http://www.institutogea.org.br/ecoeletro/posts/28/>>. Acesso em: 30 set 2022.

GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE. **Evaluating the carbon-reducing impacts of ICT: An assessment methodology**. Boston, EUA, set. 2010. Disponível em: <<http://www.gesi.org/ReportsPublications/AssessmentMethodology.aspx>>. Acesso em: 30 set 2022.

GLOBAL REPORT INITIATIVES. **Sustainability Reporting Guidelines**. 2011. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/resource/library/G3.1-Guidelines-Incl-Technical-Protocol.pdf>> Acesso em: 30 set 2022.

GOMES, G.; FIAMENGUE, E.C. **A gestão do lixo tecnológico em Itabuna-Bahia: inferências jurídico-ambientais**. Fórum de Direito Urbano e Ambiental, Belo Horizonte, Editora Forum, n. 55, p. 47-58, jan.-fev. 2011.

GONÇALVES, M.E.; MARINS, F. A. S. **Processo de Logística Reversa: Estudo de caso das aparas na laminação de vidros**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis – SC.

GONÇALVES, M.E.; MARINS, F. A. S. **Processo de Logística Reversa: Estudo de caso das aparas na laminação de vidros**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis – SC.

GONÇALVES-DIAS, S.L.F., SANTOS, M.C.L. **A inserção dos catadores no Campo da Indústria de Reciclagem: uma análise comparada de duas experiências de Redes de Economia Solidária**. In: Sonia Maria Flores Giancesella, Pedro Roberto Jacobi. (Org.) A sustentabilidade socioambiental: diversidade e cooperação. 1a.ed. São Paulo: Annablume, 2012, v. 1, pp. 98-120.

GONZALEZ, T. **Dashboard Design: Key Performance Indicators and Metrics Choosing the right data to display**. BrightPoint Consulting, 2009. Disponível em: <<http://www.brightpointinc.com/>>. Acesso em: 30 set 2022

GPESP. **Abril 2012 Prêmio Mário Covas 2011** – Categoria Inovação pelo projeto EcoEletro (GPESP, 2013).

GPESP.. Gestão Pública do Governo do Estado de São Paulo. **Prêmio Mário Covas**. Disponível em: < [www.premiomariocovas.sp.gov.br](http://www.premiomariocovas.sp.gov.br)>., Acesso em: 30 set 2022.

GREEN ELETRON. **Tudo o que você precisa saber sobre a logística reversa de eletroeletrônicos e pilhas**. 7 de agosto de 2020. Disponível em: <<https://greeneletron.org.br/blog/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-logistica-reversa-de-eletroeletronicos-e-pilhas/>>. Acesso em: 23 de junho de 2022.

GRIESE, H., POETTER, H.; SHINSCHKE, K., NESS, O., REICHL, H. **Reuse and Lifetime Extension Strategies in the Context of Technology Innovations, Global Markets, and Environmental Legislation.** In Proceedings of the 2004 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. Washington DC: Institute of Electric and Electronics Engineers, 2004, pp. 173-178.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental.** Recife, Ed. Clube de Autores, 2011.

HERAT, S.; AGAMUTHU, P.E. **Waste: a problem or an opportunity? Review of issues, challenges and solutions in Asian countries. Waste management & research: special issue: waste electrical and electronic equipment**, Los Angeles, SAGE, ISWA, v. 30, n. 11, p. 1113-1129, Nov. 2012.

HISCHIER, R., WAGER, P., GAUGLHOFER, J. **Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE).** *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 25:2005, pp. 525-539.

IDC. **Slowing Consumer Demand Reduces PC Growth for 2011 While Longer-Term Growth Will Remain In Double Digits, According to IDC.** 2011. Disponível em <<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS22861211>>. Acesso em maio de 2022.

INFO. **Saiba para onde vai o seu lixo eletrônico? Info Exame – Prêmio Iniciativa Verde.** Disponível em: < <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/a-rota-do-lixo-28052010-13.shl>. > Acesso em: 17 out 2022.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Relatório de Pesquisa – Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos.** Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanase Ambientais (Dirur), Ipea, Brasília, 2010.

IPEA – **Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas.** Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/arquivos/estudo\\_do\\_ipea\\_253.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf)>. Acesso em: 17 out 2022.

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_arquivos/estudo\\_do\\_ipea\\_253.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf)> Acesso em: 30 set 2022.

ISO14001 – **Environmental management systems — Requirements with guidance for use, ISO - International Organization for Standardization**, November 2004.

ISO9001 – **Quality management systems – Requirements, ISO - International Organization for Standardization**, November 2008.

ITU, 2012. **INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION – ITU. Key global Telecom indicators for the world telecommunication service sector**. 2012. Disponível em:<[http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at\\_glance/KeyTelecom.html](http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at_glance/KeyTelecom.html) >. Acesso em: 17 out 2022.

JURAS, I.; ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de. **Uma lei para a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Revista de Direito Ambiental, São Paulo, Ed. RT, n. 43, p. 115-132, jul.-set. 2006.

KING, A. M.; BURGESS, S. C.; IJOMAH, W.; MCMAHON, C. A. **Reducing waste: repair, rendition, remanufacture or recycle? Sustainable Development**, v. 14, p. 257-267, WileyInterScience, 2005.

KREITH, F. **Solid waste management in US and 1989-1991 state legislation**. Energy, vol. 17, 5, 1992, pp. 427-476.

LEMOS, P. **Meio ambiente e responsabilidade civil do proprietário: análise do nexos causal**. 2. ed São Paulo: RT, 2012.

**Logística Reversa x Logística Tradicional**. CNLOG MKT, 2019. Disponível em:<<https://www.cnlog.com.br/post/logistica-reversa-versus-logistica-tradicional> >. Acesso em: 17 ago 2022.

MANAUS. **Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. 2. ed. São Paulo: RT, 2012. MANAUS. Lei nº 1.705, de 27 de dezembro de 2012. Disponível em:

<<http://dom.manaus.am.gov.br/pdf/2012/dezembro/DOM%203077%2028.12.2012%20CAD%201.pdf>>. Acesso em: 28 ago 2022.

MANZINI, E. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2002.

MAZZANTI, M.; ZOBOLI, R. **Waste Generation, Incineration and Landfill Diversion. Decoupling Trends, Socio-Economic Drivers and Policy Effectiveness in the EU, 2008**. Disponível em: <<http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2008/NDL2008-094.pdf>>. Acesso em: 17 out 2022.

MEIRELLES, F. S. **Pesquisa Anual de Administração de Recursos de Informática**. 20ª ed. FGV-EAESP-CIA, São Paulo – SP, Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.eaesp.fgvsp.br/subportais/interna/relacionad/gvciapesq2009.pdf>>. Acesso em: 30 set 2022.

MELANEN, M., KAUTTO, P., SAARIKOSKI, H., ILOMAKI, M., YLI KAUPPILA, H. **Finnish Waste Policy – Effects and Effectiveness. Resources, Conservation and Recycling**, vol. 35, 1–2, 2002, pp. 1-15.

MIGUEZ, E. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e Financeiros**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Edital 01/2013 - **Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/editais\\_e\\_chamadas/SRHU/fevereiro\\_2013/edital\\_ree\\_srhu\\_18122012.pdf](http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srhu_18122012.pdf)>. Acesso em: 12 set 2022

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Edital 01/2013 - **Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/editais\\_e\\_chamadas/SRHU/fevereiro\\_2013/edital\\_ree\\_srhu\\_18122012.pdf](http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srhu_18122012.pdf)>. Acesso em: 30 set 2022

MMA/IBAM/Parceria21 – Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Parceria 21. (2005).

**Cidades Sustentáveis: subsídios a elaboração da Agenda 21 Brasileira.**

Disponível em:< <http://www.cidades.gov.br/>.> Acesso em: 17 out 2022.

MME. **Perfil da Mineração de Ferro, Relatório Técnico.** 2009.

<[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_mineracao\\_br\\_asileira/P09\\_RT18\\_Perfil\\_da\\_Minerao\\_de\\_Ferro.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_br_asileira/P09_RT18_Perfil_da_Minerao_de_Ferro.pdf) >.Acesso em julho de 2022.

MONTEIRO, J. H. P. (Coord.). **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORRISSEY, A.J., BROWNE, J. **Waste management models and their application to sustainable waste management. Waste Management.** vol. 24, 3, 2004, pp. 297-308.

MOURA, L.A.A. **Qualidade e Gestão Ambiental.** 2ed São Paulo: Ed. Juarez de Oliveira, 2000.

NAÇÕES UNIDAS. **Basel Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal,** de 22 de março de 1989.

Disponível em:  
<[www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-e.pdf](http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-e.pdf)>. Acesso em: 28 ago 2022.

NAÇÕES UNIDAS. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Recycling: from E-waste to Resources: Final Report.** Nairobi: UNEP, jul. 2009, p.

65. Disponível em:  
<[http://www.unep.org.br/admin/publicacoes/texto/EWaste\\_final.pdf](http://www.unep.org.br/admin/publicacoes/texto/EWaste_final.pdf)>. Acesso em: 8

NBR ISO. NBR ISO 9001: **Sistema de gestão da qualidade:** Requisitos. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro, 2008.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. **Strategic Waste Prevention.** Paris, 2000.

ONGONDO, F.O., WILLIAMS, I.D., CHERRETT, T.J. **How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes.** Waste Management, vol. 31, n. 4, 2011, pp. 714-730.

ABNT NBR 12980:1993. **Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia**, pág 118. Acesso em: 30 out 2022.

PEREIRA, M. C. G. Teixeira, M.A. C. **A inclusão de catadores em programas de coleta seletiva: da agenda local à nacional**. Cad. EBAPE.BR, v. 9, nº 3, artigo 10, Rio de Janeiro, Set. 2011, pp. 911-913.

PETERS, J.; CLIMATEWIRE. **Urban mining may help dispose of E-Waste**. Scientific American, April 22, 2011.

**PODC: Planejamento, Organização, Direção e Controle**. Empresa Jr ADM UFBA, 2021. Disponível em: <<https://empresajr.org/2021/01/25/podc-planejamento>>. Acesso em: 19 out 2022.

**Resíduos Eletroeletrônicos**. 2022. Disponível em: <<https://o-que-sao-residuos-de-equipamentos-eletroeletronicos-reee/>>. Acesso em: 26 set. 2022.

RODRIGUES, A.C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil**. 2007. 303 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Piracicaba, São Paulo, 2007.

RODRIGUES, A.C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil**. Dissertação – Universidade Metodista de Piracicaba, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Paulo. 2007.

RODRIGUES, A.C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil**. Dissertação – Universidade Metodista de Piracicaba, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Paulo. 2007.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. University of Nevada, Reno: Center for Logistics Management, 1998.

ROGERS, D.S., LAMBERT, D.M., CROXTON, K., DASTUGUE, S.G. **The Returns Management Process. International Journal of Logistics Management**, vol. 13, no. 22, 2002, pp. 5.

ROGERS, D.S., LAMBERT, D.M., CROXTON, K., DASTUGUE, S.G. **The Returns Management Process. International Journal of Logistics Management**, vol. 13, no. 22, 2002, pp. 5.

SALHOFER, S., OBERSTEINER, G., SCHNEIDER, F., LEBERSORGER, S. **Potentials for the Prevention of Municipal Solid Waste. Waste Management**, vol. 28, 2, 2008, pp. 245-259.

Santos, Helson. **História da Logística: da antiguidade ao século XXI**. Disponível em: <<https://logisticasemmisterios.com.br/evolucao-dalogistica/#:~:text=Especificamente%20no%20Brasil%2C%20a%20evolu%C3%A7%C3%A3o,Brasil%2C%20pudessem%20oferecer%20produtos%20mais.>> Acesso em: 18 ago 2022.

SEFAZ – SECRETARIA DA FAZENDA. **Convênio s/nº**, de 15 de dezembro de 1970/ Disponível em: <[http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/sinief/cfop\\_cvs\\_n\\_70\\_vigente.htm](http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/sinief/cfop_cvs_n_70_vigente.htm)> Acesso em: 10 set 2022.

SEFAZ – SECRETARIA DA FAZENDA. **Convênio s/nº**, de 15 de dezembro de 1970/ Disponível em: <[http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/sinief/cfop\\_cvs\\_n\\_70\\_vigente.htm](http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/sinief/cfop_cvs_n_70_vigente.htm)> .Acesso em: 30 set 2022.

SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001 **Sistemas de Gestão Ambiental: implantação objetiva e econômica**. 4a. edição. São Paulo: Atlas, 2011.

SHEEHAN, B. 2010. **The Business Case Benefits of Increased Sustainability. SimbioSus**. Disponível em: <[http://www.symbiosus.com/cmsdocuments/Business\\_Case\\_Benefits\\_of\\_Sustainability.pdf](http://www.symbiosus.com/cmsdocuments/Business_Case_Benefits_of_Sustainability.pdf)> .Acesso em: 28 ago 2022.

SHEEHAN, B. 2010. **The Business Case Benefits of Increased Sustainability.** SimbioSus. Disponível em: <[http://www.symbiosus.com/cmsdocuments/Business\\_Case\\_Benefits\\_of\\_Sustainability.pdf](http://www.symbiosus.com/cmsdocuments/Business_Case_Benefits_of_Sustainability.pdf)>. Acesso em: 30 set 2022.

SHINKUMA, T., HUONG, N.T.M. **The flow of e-waste material in the Asian region and a reconsideration of international trade policies on e-waste.** Environmental impact assessment review, v. 29:2009, pp. 25-31.

SILVA, B. D.; OLIVEIRA, F. C., MARTINS, D. L. **Em Parceria com a ONG Waste.nl, da Holanda Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil, Santo André, (2007).** Disponível em: <<http://lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/>>. Acesso em: 30 set 2022.

SRIVASTAVA, S.K. **Green supply chain management: a state-of-the-art literature review. International Journal of Management Reviews, THE ENCYCLOPEDIA OF EARTH. Cell phone recycling.** Disponível em: <[http://www.eoearth.org/article/Cell\\_phone\\_recycling?topic=49558](http://www.eoearth.org/article/Cell_phone_recycling?topic=49558)> WEEE – Waste from Electrical and Electronic Equipment. A survey of the contents of materials and hazardous substances in electric and electronic products. (2004)

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S.A. **Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues.** Blacklick: McGraw-Hill Inc., 1993.

THE ENCYCLOPEDIA OF EARTH. **Cell phone recycling.** Disponível em: <[http://www.eoearth.org/article/Cell\\_phone\\_recycling?topic=49558](http://www.eoearth.org/article/Cell_phone_recycling?topic=49558)> Acesso em: 30 set 2022.

THE WORLD BANK. InfoDev. **Wasting no opportunity: the case for managing Brazil's electronic waste;** Project report. Washington, DC, 2012. Disponível em: <<http://www.infodev.org/en/Publication.1169.html>>. Acesso em: 04 out de 2022.

TOLENTINO, L. **Descarte de celulares, computadores, geladeiras e televisões terão normas para proteger o meio ambiente.** InformMMA: notícias. Brasília, 12 jun. 2013. Disponível em: <[www.mma.gov.br/informma/item/9416-responsabilidade-compartilhada](http://www.mma.gov.br/informma/item/9416-responsabilidade-compartilhada)>. Acesso em: 28 ago 2022.

UE. **Directiva n° 2011/65/UE**, de 8 de junho de 2011. Disponível em: <eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:174:0088:0110:PT:PDF>. Acesso em: 15 ago 2022.

UE. **Diretiva n° 2012/19/UE**, de 4 de julho de 2012. Disponível em: <eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:PT:PDF>. Acesso em: 15 ago 2022.

UNEP, 2007, United Nations Environment Programme - UNEP. **Life Cycle Management: A Business Guide to Sustainability**. 2007. Disponível em:<<http://www.unep.org/pdf/dtie/dti0889pa.pdf>>. Acesso em março de 2022.

UNEP, 2009.**Recycling – from waste to resources**. Disponível em: [http://www.unep.org/pdf/pressreleases/Ewaste\\_publication\\_screen\\_finalversion-sml.pdf](http://www.unep.org/pdf/pressreleases/Ewaste_publication_screen_finalversion-sml.pdf). Acesso em abril de 2022.

UNIÃO EUROPEIA. **Directiva n° 2002/95/CE**, de 27 de janeiro de 2003. Disponível em: <[eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:pt:PDF](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:pt:PDF)> . Acesso em: 07 Sset 2022.

VALLE, ROGÉRIO; SOUZA, RICARDO. **Logística Reversa: Processo A Processo**. 1. ed. Atlas. 2013.

WALDMAN, M. **Lixo: cenários e desafios**. São Paulo: Cortez, 2010.

WEEE – **Waste from Electrical and Electronic Equipment. A survey of the contents of materials and hazardous substances in electric and electronic products**. (2004) Disponível em: <[http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm)> .Acesso em: 30 set 2022.

WHITE, P.; MCDUGALL, F.; FRANKE, M.; HINDLE, P. **Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory**. Oxford, 2001.

WIDMER, R.; et al. **Global perspectives on e-waste. Environmental Impact Assessment Review**, vol. 25, n.5, 2005, pp. 436-458. Elsevier.

WILSON, D.C., VELIS, C., CHEESEMAN, C. **Role of informal sector recycling in waste management in developing countries**. Habitat International, vol. 30, 4, 2006, pp. 797-808.

WWI, 2003. World Watch Institute. **O Estado do Mundo 2010**. Disponível em: <<http://www.wwi.org.br/edm2003.htm>>. Acesso em: 14 maio de 2022.

WWI, 2010. World Watch Institute. **O Estado do Mundo 2010**. Disponível em: <[http://www.worldwatch.org.br/estado\\_2010.pdf](http://www.worldwatch.org.br/estado_2010.pdf)> Acesso em: 14 maio de 2022.

XAVIER, LÚCIA; CARVALHO, TEREZA. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos**.- 1. ed. - Rio de Janeiro, Elsevier, 2014.

## APÊNDICE

Entrevista com André, funcionário do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática

### 1.1. Perguntas planejadas

1) Como é feito o processo logístico dos resíduos eletroeletrônicos? No caso o envio para as organizações que fazem a reciclagem destes resíduos.

2) Como é feito o descarte e a armazenagem deles? Tem uma forma correta para isso?

3) Como acontece a desmontagem destes produtos? É manualmente ou por meio de máquinas?

- Se for manualmente: É fornecido algum tipo de treinamento interno para a desmontagem destes resíduos?

- Se não for: qual é o processo feito por essa máquina?

4) Como ocorre o processo de separação e de descaracterização?

5) Como o processo de triagem é realizado? Costuma demorar, ou é algo rápido?

6) Porque os resíduos classificados como PCI's (Placas de circuito impressos) são exportados para outros países? Possui uma difícil reciclagem?

7) O que falta tecnicamente para a realização destas reciclagens?

### 1.2. Perguntas avulsas

Observei que dentro do processo de triagem, tem o material que vocês direcionam para empresa por meio da logística reversa, são muitas empresas que aceitam esses materiais?

Quanto à mão de obra: após as demissões voluntárias, por que não houveram outras contratações? Por receber toneladas de equipamentos, vocês não ficam sobrecarregados por ser apenas 3 funcionários?

Outro ponto interessante também, é quanto ao investimento, já que, pelo que entendi, o recebimento e distribuição se dá de maneira voluntária, como os

funcionários são pagos, como ocorre a manutenção do espaço, etc? Até porque gera um custo de produção.

Vocês "descartam/apagam" as informações dos equipamentos antes da distribuição? O fato de necessitar de uma alta confiabilidade no processo e nos funcionários, pode ser um fator que ocasiona ter poucos funcionários?

Sobre a resposta da primeira pergunta...

Por que vocês não recebem a linha branca? Qual é o motivo? Tem alguma diferença deles?

Entendi. Como o CEDIR se mantém, já que não cobra na entrada e nem na saída?

Quanto às empresas parceiras que vocês enviam os materiais/produtos, quando já não se pode fazer mais o reúso deles, vocês poderiam nos informar o contato delas? Para pesquisar e nos aprofundar sobre a questão da desmontagem e descaracterização...

Quantas pessoas são empregadas nesse processo? Tanto no CEDIR quanto nas empresas parceiras. Técnicos, motoristas, administradores, auxiliares...

## **1.2. Respostas**

Olá pessoal, bom dia eu me chamo André, eu sou do CEDIR, funcionário aqui da Universidade de São Paulo nós tínhamos ah, é agendado uma reunião para hoje, mas infelizmente no final da noite aqui logo pela manhã meu filho passou mal eu vim no médico e pelo jeito ele vai ficar internado aqui. Está bom? Então eu vou acabar falhando com vocês. Mas, aí eu conversei com a Júlia, pedi para ela criar um grupo, mandar as perguntas, e a gente vai conversar por aqui inicialmente. Eu passo vídeos, fotos, tento passar um pouquinho do meu conhecimento para ajudar vocês. Está bom? E ela mandou umas perguntas, eu vou tentar na medida do possível aqui responder a todas da melhor forma possível, está bem?

Respondendo essa primeira pergunta, é, o CEDIR é um órgão da USP que recebe todo o resíduo eletrônico de informática e telefonia. Nós recebemos apenas equipamentos de informática e telefonia. Não recebemos a linha branca, está bom? É refrigerador, e forno de micro-ondas. Isso nós não recebemos. Apenas informática e telefonia. Nós recebemos de toda a USP de todos os alunos, todos os funcionários e

a comunidade externa como um todo, então o CEDIR foi criado como um centro de reciclagem e reuso de equipamentos para atender a universidade. E hoje nós conseguimos atender também a população. A entrega desse material se dá de forma voluntária. Nós recebemos esse material, nós não temos um sistema que vá buscar, mas nós recebemos. Esse recebimento é feito de segunda a sexta, das nove da manhã ao meio-dia e das quatorze às dezessete. Nós recebemos de pessoa física, alunos, professores e funcionários e recebemos também da Universidade. No caso da universidade a entrega desse material é por agendamento porque geralmente são volumes bem grandes de materiais, é, a gente pode falar aí de toneladas. Às vezes uma faculdade nos encaminha duas, três, quatro toneladas de material de apenas uma vez, tá bom? Então a entrega é feita voluntariamente, nós não temos um serviço de coleta mas temos um local de recepção, está ok?

No caso da USP, material entregue pela USP, muitas vezes eles chegam assim em caminhões em volumes bem grande de materiais, quando é pessoa física, alunos, funcionários, aí a gente recebe basicamente um computador, dois, três, quatro são uma quantidade bem menor. Está bom? Alguma dúvida referente a essa primeira questão? Algum questionamento? Vocês podem interromper também é só falar, na questão tal tenho essa dúvida, esse questionamento, está bom?

Essa pergunta que vocês fizeram, a dois, eu vou dividir ela em duas partes. Vocês falaram de armazenamento e do descarte. Está bom? Eu vou começar pelo armazenamento. Quando nós recebemos o material nós armazenamos eles em paletes para ser melhor o transporte, a movimentação dessa carga. Então acho que nessas fotos que eu mostrei anteriormente já dá para ver que todo material é armazenado em paletes. Muitas vezes nós utilizamos também caixas, caixas plásticas e também no bags (aqueles sacos de náilon bem grandes) no qual nós conseguimos armazenar o material também. Então nós utilizamos sacos, bags, caixas, paleteiras, todo material e todo sistema de armazenamento possível para armazenar esses materiais. Está bom? E sempre em local seco onde não pega umidade porque pode danificar o material que pode ser reutilizado, e eu vou falar sobre isso também, o material nunca vai ficar exposto em temperes. É chuva, sol, sempre em local bem coberto.

Agora referente ao descarte esse é uma um ponto bem complexo que a gente vai discutir no eu acho que em outras questões aí que eu vi que vocês vão falar, mas basicamente o que nós fazemos com esse material? Eu vou falar quatro pontos, está

bom? O primeiro ponto que nós fazemos é o reuso. Nós tentamos reutilizar esse material. O segundo ponto é a reciclagem. Então todo material que nós descartamos ele pode ir para reciclagem, o terceiro ponto, logística reversa, então pegamos o material e devolvemos para o fabricante em logística reversa e por fim o quarto ponto é o menos que a gente procura fazer é o descarte em aterro sanitário. A gente encaminha para o aterro sanitário o material que a gente não consegue reuso, não consegue reciclagem e não consegue logística reversa que é uma quantidade muito pequena de material. Está bom? Eu acho que o material descarte, nós seguimos esses quatro caminhos. E esses quatro caminhos são caminhos bem complexos, bem detalhados que eu posso, e eu vou descrever cada um deles no decorrer da nossa conversa. Está bom?

E o que que nós fazemos? Quando nós recebemos o material nós avaliamos ele tecnicamente se é possível o reuso. Então, todos nós somos técnicos de manutenção eletrônicas, então somos técnicos em informática, então nós somos qualificados na parte de manutenção de informática então nesse material quando nós recebemos nós primeiros avaliamos se o equipamento pode ser reutilizado, então aquele equipamento que ele é muito antigo, pantion um, pantion dois, pantion três, equipamentos antigos, eles não são candidatos a reuso. E de imediato esse material é enviado para reciclagem. Então o material que ele pode ser reutilizado nós colocamos ele na bancada, avaliamos tecnicamente é, tentamos da melhor forma possível colocar ele em uso novamente para ser utilizado na Universidade, então é feito uma avaliação visual, e uma avaliação técnica se o material é feito para o reuso.

Essa avaliação é feita nessas bancadas técnicas e aí nós tentamos remanufaturar o material. E esse material ele vai como empréstimo para universidade, para escolas públicas, hospitais, ONGs. Então sem nenhum custo nós encaminhamos esse material. Então o primeiro passo é uma avaliação técnica para o reuso. O material que nós não conseguimos o reuso ou porque ele é muito antigo ou porque ele é muito ou porque ele está danificado permanentemente, não tem condições de reuso, nós criamos lotes, separamos esse material e encaminhamos empresas que fazem a reciclagem desse material. Então são empresas parceiras que trabalham em específico com eletrônicos, que tem licença de operação, licença de funcionamento, vistoria do bombeiro, tem todas as características legais para que ela trabalhe com nosso material, então criamos esses lotes e encaminhamos.

Por exemplo, esses materiais que vocês estão vendo aí, eles foram avaliados tecnicamente e não consigo reuso. Você vê uns computadores amarelos, antigos e tem até alguns computadores com características mais novas, mas estão queimados. Então nós separamos em caixas, bags e esses lotes eles são encaminhados para essas empresas de reciclagem. Nós aqui não desmontamos esse material, nossa mão de obra é uma mão de obra técnica e conseqüentemente, cara então encaminhamos para essas empresas que fazem essa descaracterização, essa desmontagem aí sim eles usam mão de obra manual, não ocorre processos com máquinas, se eu não me engano só a separação do de cobre que é automatizada, ao contrário a desmontagem de impressoras, monitores, computadores é tudo manual.

Ainda respondendo os itens 3, 4 e 5, nós separamos os equipamentos por tipo, monitor, CPU's, teclados, mouses e depois eles são desmontados e é separado o material plástico, ferroso, material não ferroso, tipo alumínio, cobre, as placas, são separadas em placas pesadas, placas leves, placas de fenolite, placa de ponteira, são todas essas classificações, placa marrom e fios, cabos também são separados, as baterias, que são separadas em bateria de chumbo ácido, bateria de lítio e bateria comum, temos uma separação bem rústica desse material mas as empresas que enviamos ele separam de forma bem fina. Por exemplo, o material plástico, para as empresas que recebem apenas plástico é separado o tipo de plástico e as empresas separam melhor esse material. Foi o que eu falei, nossa mão de obra é cara e somos poucas pessoas que recebem mais de 10 toneladas de material todo o mês, então não dá para separar todo esse material de uma forma detalhada e minuciosa. Por esse motivo separamos de forma mais rústica.

Ainda falando sobre a triagem, separação do material. Quando nós éramos sete pessoas quando o CEDIR foi criado há aproximadamente doze anos atrás, nós fazíamos todos esses processos que vocês estão mencionando. Nós separávamos a carcaça de ferro, os fios, os cabos, o alumínio, o cobre. Então nós tínhamos uma separação mais fina desse material. Demandava muito tempo, muita mão de obra, muito espaço físico porque o material que estava compactado eu vou desmontar, ele vai gerar mais volume e então nós tínhamos essas etapas de processo. Nossa mão de obra foi diminuindo a partir de um processo de demissão voluntária então passamos a não ter esses processos. Vale ressaltar que essas empresas parceiras nossas elas têm que ter uma alta confiabilidade na qualidade do serviço, muitos equipamentos que encaminhamos para elas possuem informações em HD e

memórias e são informação da USP, do Ministério Público, de autarquias do governo, o DETRAN, DERSA, DER, a Universidade de São Paulo. Então essas informações não podem vazarem. Essas empresas têm que ter processos muito bem confiáveis, muito bem padronizados para que essas informações não sejam vazadas. A gente se preocupou até agora bastante com os processos físicos, mas a gente se preocupa também com as informações. Isso faz com que se acontecer qualquer tipo de vazamento as nossas atividades são comprometidas e eu posso falar que nós estamos até fechados em função de um vazamento de informações confidenciais aqui da universidade ou de quaisquer órgãos do governo aí. Está bom? é um ponto que não foi perguntado, mas é uma preocupação muito grande nossa.

Olá Camilli, respondendo sua primeira pergunta. O projeto de logística reversa, é implementado por algumas empresas. Algumas empresas recebem seu equipamento de volta, apenas o equipamento dela, só da marca. Eu não posso entregar outro equipamento. No nosso caso nós encaminhamos de volta ao fabricante tudo aquilo que nós não conseguimos o reuso e nem a reciclagem. Separamos por fabricante e encaminhamos para o fabricante daquele equipamento.

Eu vou mandar para vocês um vídeo institucional nosso que mostra um fluxograma que a gente manda para a logística reversa que é basicamente um material que a gente não consegue o reuso e nem a reciclagem. E o material que a gente não consegue a logística reversa, nem o reuso, nem a reciclagem, aí a gente paga para descaracterizar e destruir.

Referente ao questionamento da Júlia sobre o investimento inicial para isso. O investimento inicial para produção de um centro de reciclagem é um investimento alto se vocês procurarem na internet, o SEBRAE tem um curso de como montar um centro de reciclagem de equipamentos eletrônicos. É um custo de mais ou menos duzentos e cinquenta mil reais. É muito alto.

Justamente porque foca na reciclagem. Eu tenho contato com algumas empresas que têm muito sucesso nos processos, porque ele cobra em todos os processos e vende equipamento montado, e cobra tanto na entrada quanto na saída. Porque se você cria um centro de reciclagem simplesmente como um centro de reciclagem você quebra. Por exemplo, vou obter um computador de reciclagem e pago vinte reais e vou obter um remanufaturado para obter dois mil reais remanufaturado, conseguindo ainda obter lucro.

Precisamos de conhecimento técnico para fazer isso e, na linha branca, a gente precisa de um espaço físico muito maior que, imagina, é complicado. Eu preciso de conhecimento técnico para fazer a manutenção disso. Por exemplo, conhecimento em refrigeração, computadores e equipamentos de informática. Está bom? o retorno financeiro é muito pior para esse material o de telefonia é melhor. E equipamentos de telefonia. Então por esse motivo

Então Júlia os equipamentos que eles são encaminhados para doação e empréstimo eles são todos formatados se apaga os dados. Agora os equipamentos que são encaminhados para reciclagem eles são danificados, os HDs, discos, os equipamentos que vão inteiro ao chegarem lá as informações ou elas são apagadas ou elas são destruídas, entendeu?

Bom dia, boa tarde. Respondendo essa pergunta da Camilli, quantas pessoas estavam em toda etapa do processo? Eu posso falar que nós na recepção e a separação técnica desse material somos em três e no sistema logístico são duas pessoas, o motorista e o empregado que carrega, mas na empresa é uma equipe bem grande. Eu posso falar que nosso grupo aqui se tivesse mais pessoas seria muito melhor nós conseguiríamos dar um refinamento melhor e conseguiríamos tratar melhor o material, nós infelizmente não conseguimos.

Os processos que fazemos, recebemos o material sem cobrar, enviamos o material sem cobrar, como isso se mantém? Uma coisa importante, somos um órgão público que não visa o lucro, e tem um altíssimo impacto social e ambiental, prestamos serviço público e impactamos mais de 90 mil alunos, mais de 12 mil funcionários, 6 mil professores, sem contar a comunidade externa, traz frutos para a sociedade e para o meio ambiente. Evitamos que mais de dez toneladas de material por mês vão parar nele, não conseguimos quantificar economicamente esses impactos. Nosso salário hoje ele vem de impostos.

Se você perguntar se nossas atividades com a reciclagem pagariam nossos salários... Dificilmente, nosso custo operacional e despesa, não, não pagariam, por isso que muitas empresas fecham. Precisaríamos fazer processos diferentes, cobrando tudo.

Referente à questão 6, as reciclagens de placas de circuito impresso não são feitas no Brasil, geralmente vão para o Japão, Bélgica, países que têm tecnologia para a realização dessa reciclagem. Se pegarmos uma placa de circuito impresso podemos observar que elas têm metais, polímeros, cerâmicos, os mais diversos

metais que vocês imaginem, ferrosos, não ferrosos, uma bagunça de materiais ali, e para realizar essa separação é necessária uma tecnologia que o Brasil não tem.

Respondendo ao item 7, falta tecnologia e pesquisa, podemos observar que as extrações de metais demandam muita tecnologias e parques tecnológicos muito grande.