



Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos

Análise de Viabilidade Técnica e Econômica

novembro_2012



inventta⁺
where innovation lives

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Justificativa para o Estudo	9
1.2	A Política Nacional de Resíduos Sólidos	10
1.2.1	A Logística Reversa	12
1.2.2	O resíduo eletroeletrônico	14
2	METODOLOGIA DE TRABALHO	20
2.1	Estrutura do trabalho	20
2.2	Premissas do trabalho	21
2.3	Metodologia de levantamento de dados e análise	22
3	CONTEXTO ATUAL	24
3.1	Diagnóstico da situação dos resíduos de pós-consumo na cadeia	24
3.1.1	Ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos	24
3.1.2	Cadeia Produtiva	25
3.1.3	Volume de resíduos eletroeletrônicos	38
3.2	Situação da infraestrutura para sistemas de logística reversa	46
3.3	Aspectos legais dos REEE's	47
4	SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA	51
4.1	Definição das variáveis-chave	51
4.2	<i>Benchmarking</i>	52
4.3	Modelagem proposta	58
4.4	Avaliação da viabilidade econômica dos sistemas de logística reversa	72
4.4.1	Distribuição do REEE para os municípios	72
4.4.2	Cobertura e adesão do Programa	72
4.4.3	Estabelecimento dos pontos de descarte/recebimento	73
4.4.4	Modelos de Pontos de descarte/recebimento	73
4.4.5	Proporção Pontos de Recebimento/habitantes	74

4.4.6 Centros de Triagem	75
4.4.7 Recicladoras	78
4.4.8 Lógica do cálculo dos fretes	80
a) Frete Primário	86
b) Frete Secundário	87
4.4.9 Campanhas de coleta	87
4.5 Definição do Cenário Base	88
4.5.1 Variáveis definidas das referências internacionais e/ou contexto	89
4.5.2 Variáveis definidas da otimização	92
4.5.3 Cenário Base	94
4.6 Perspectivas de evolução	97
4.6.1 População mínima dos municípios atendidos e Adesão:	97
4.6.2 População/Ponto de Recebimento e Centros de Triagem	99
4.6.3 Custo de Processamento	100
4.6.4 Custo operacional total	103
5 AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA	107
6 RECOMENDAÇÕES PARA IMPLANTAR UM SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA PARA REEE'S	109
6.1 Aspectos tributários e legais	109
6.2 Instrumentos financeiros	111
6.3 Incentivo a P,D&I	112
6.4 Infraestrutura	112
6.5 Política comercial e aduaneira	113
6.6 Modelo operacional	113
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
8 GLOSSÁRIO	127
9 ANEXOS	131

9.1 Metodologias para dimensionamento do volume de resíduos	131
9.1.1 Baseado em vendas	131
9.1.2 <i>Time Step</i>	132
9.1.3 Consumo e Uso	133
9.1.4 Suprimento do mercado	134
9.1.5 <i>Carnegie Mellon</i>	134
9.1.6 Comparação entre métodos	135
9.2 Referências analisadas	137
9.2.1 Modelo A: Responsabilidade do Fabricante, modelo Monopolista	137
9.2.2 Modelo B: Responsabilidade Compartilhada no modelo Monopolista	154
9.2.3 Modelo C: Responsabilidade do Governo modelo Monopolista	161
9.2.4 Modelo D: Responsabilidade do Fabricante no modelo Competitivo	165
9.2.5 Modelo E: Responsabilidade Compartilhada no modelo Competitivo	181
9.3 Recicladoras de REEE mapeadas	197
9.4 Resumo de metas propostas para acompanhamento da evolução do sistema	202

Lista de Figuras

Figura 1 - Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS.....	10
Figura 2 - Principais impactos da PNRS para as distintas partes relacionadas	11
Figura 3 - Metodologia adotada no projeto.....	20
Figura 4 - Premissas adotadas no estudo	21
Figura 5 - Ciclo de vida de EEE.....	24
Figura 6 - Cadeia produtiva na logística reversa	25
Figura 8–Linha de produtos foco do estudo	28
Figura 9–Penetração do mercado informal de EEE	28
Figura 10 - Recicladoras de REEE atuantes no Brasil	35
Figura 11 - Geração de REEE utilizado.....	39
Figura 12–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Branca no mercado nacional	42
Figura 13–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Marrom no mercado nacional	42
Figura 14–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Verde no mercado nacional	43
Figura 15–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Verde no mercado nacional	43
Figura 16 - Estimativa da geração de REEE	44
Figura 17 - Correlação PIB/capitae Geração de REEE	45
Figura 18 - Status da legislação estadual.....	48
Figura 19 – Variáveis-chave selecionadas para a modelagem	51
Figura 20 – Macro-dimensões analisadas e suas alternativas	53
Figura 21 – Matriz de opções de modelos de logística reversa.....	54
Figura 22 - Classificação das referências analisadas.....	56
Figura 23 - Sequência da Geração de REEE até a Reciclagem	73
Figura 24 - Curva do preço reciclagem REEE Grande.....	79
Figura 25 - Curva do preço reciclagem REEE Pequeno	80
Figura 26 - Distância entre 2 pontos na superfície da Terra.....	81
Figura 27 - Diferentes cortes populacionais com diferença de 4% da cobertura.....	93
Figura 28 - Custo por tonelada nos diferentes cortes populacionais	93
Figura 29 - Custo Total em diferentes cenários para os centros de triagem	94
Figura 30 - Estrutura de Custos do cenário base	95
Figura 31 - Comparação de custos com referências internacionais	96
Figura 32 – Cenários para o custo operacional do sistema.....	96
Figura 33 - Cobertura do Programa.....	98
Figura 34 - Adesão do Programa	98
Figura 35 - Volume de REEE esperado.....	99
Figura 36 - Evolução do número de pontos de recebimento	100
Figura 37 - Evolução do número de municípios com centros de triagem	100
Figura 38 - Taxa de reciclagem	101
Figura 39 – Perspectiva de redução de preço por ganho de escala.....	102
Figura 40 - Custo médio do processamento.....	102

Figura 41 – Custos Operacional por Etapa do Sistema.....	104
Figura 42 - Custos Operacional por Ator do Sistema	105
Figura 43 - Geração de REEE (Baseado em vendas).....	131
Figura 44 - Geração de REEE (<i>Time Step</i>)	132
Figura 45 – Cálculo do <i>Time Step</i>	132
Figura 46 – Geração de REEE (Consumo e uso).....	133
Figura 47 – Vida útil calculado por <i>Carnegie Mellon</i>	135
Figura 48 - Fluxo de Operações para Pilhas e Baterias no Brasil	138
Figura 49 - Responsabilidades na Logística Reversa de Pilhas e Baterias no Brasil.....	138
Figura 50 - Localização dos Pontos de Coleta do Programa Papa-pilhas.....	139
Figura 51 - Evolução do Programa Papa-pilhas	140
Figura 52 - Fluxograma de Operações para Pneus Inservíveis no Brasil.....	143
Figura 53 - Responsabilidades na Logística Reversa de Pneus Inservíveis no Brasil	143
Figura 54 – Distribuição dos Pontos de Coleta da Reciclanip no Brasil	144
Figura 55 - Evolução da Taxa de Recolhimento para Pneus Inservíveis	145
Figura 56 - REEE coletado em Ontário por ano (t).....	150
Figura 57 - Fluxograma de Operações no Canadá	150
Figura 58 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE no Canadá	151
Figura 59 - Fluxograma das operações para Embalagens de Agrotóxicos no Brasil	154
Figura 60 - Responsabilidades na Logística Reversa de Embalagens de Agrotóxicos no Brasil	155
Figura 61 - Fluxograma de operações para Embalagens na Espanha.....	158
Figura 62 – Responsabilidades na Logística Reversa de Embalagens na Espanha	159
Figura 63 - Custo de Pound para Logística Reversa de REEE na Califórnia (USD)	161
Figura 64 – Fluxograma de Operações para REEE na Califórnia	162
Figura 65 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na Califórnia.....	162
Figura 66 - Fluxograma de Operações para REEE na Europa.....	166
Figura 67 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na Europa	166
Figura 68 - Exemplos de taxas repassadas ao consumidor (<i>Visible-fee</i>)	170
Figura 69 - Taxas de Reciclagem e Valorização na França	170
Figura 70 - Fluxograma de Operações para REEE na França	171
Figura 71 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na França.....	171
Figura 72 - Fluxograma de Operações para REEE na Espanha	175
Figura 73 - Responsabilidade na Logística Reversa de REEE na Espanha.....	175
Figura 74 - Fluxograma de Operações para REEE em Portugal.....	178
Figura 75 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE em Portugal.....	179
Figura 76 - Número de REEE reciclados por tipo de equipamento no Japão.....	182
Figura 77 - Taxa de Reciclagem por tipo de equipamento coletado no Japão, em peso.	183
Figura 78 - Evolução das taxas de Reciclagem por tipo de equipamento no Japão	184
Figura 79 - Fluxograma de Operações para REEE no Japão	184

Figura 80 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE no Japão	185
Figura 81 - Fluxograma de Operações para REEE na Áustria	188
Figura 82 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na Áustria.....	189
Figura 83 - Porcentagens definidas para coleta de OLUC por região	192
Figura 84 - Fluxograma de Operações para Óleo Lubrificante no Brasil	193
Figura 85 - Responsabilidades na Logística Reversa de Óleo Lubrificante no Brasil.....	193
Figura 86 – Mapa com densidade de recicladoras de REEE (total = 94)	197

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Alterações da PNRS.....	12
Tabela 2 - Metais pesados presentes nos REEE	16
Tabela 3 – Instituições de coleta e reuso de REEE.....	18
Tabela 4 – Exportação de resíduos a partir do Brasil (em toneladas)	36
Tabela 4 - Peso médio dos EEE.....	40
Tabela 5 - Ciclo de Vida dos EEE	41
Tabela 6 - Renda per capita e geração de WEEE.....	45
Tabela 7 - Histórico dos aspectos legais	47
Tabela 8 - Descrição e alternativas consideradas para cada variável-chave	52
Tabela 9 - Representação Comparativa de todos os modelos analisados segundo as variáveis-chave do estudo.....	57
Tabela 10 - Diferentes pontos de recebimento.....	74
Tabela 11 - Custos Ponto de recebimento (2 toneladas sem termo de doação).....	74
Tabela 12 – Investimentos (Capex) e Custos Operacionais (Opex) do Centro de Triagem	76
Tabela 13 - Tabela de Fretes	83
Tabela 14 - ICMS Estadual.....	84
Tabela 15 - ICMS Interestadual.....	85
Tabela 16 - Geração de REEE	89
Tabela 17 - Relação entre ponto de recebimento e população	90
Tabela 18 - Evolução da cobertura e adesão.....	97
Tabela 19 - Evolução dos pontos de recebimento e centros de triagem.....	99
Tabela 20 - Evolução dos custos de processamento	101
Tabela 21 – Resumo das premissas adotadas no cenário de evolução.....	103
Tabela 22 – Potencial econômico de aproveitamento dos resíduos.....	108
Tabela 23 – Potencial de redução de emissão de CO ₂	108
Tabela 22 - Necessidade dos dados em cada método.....	135
Tabela 23 - Gestoras no Canadá	148
Tabela 24 - Taxas no Canadá (USD)	149
Tabela 25 - Comparação entre taxas cobradas aos fabricantes por gestoras na Áustria	188
Tabela 26 - Custos por etapa da cadeia de logística reversa por equipamento na Áustria ...	190

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa para o Estudo

Em agosto de 2010 foi promulgada a Lei 12.305, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

A regulamentação da referida lei foi feita pelo Decreto nº 7.404, de 23 de Dezembro de 2010. O decreto disciplina as inovações introduzidas na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos pela PNRS, sendo a principal delas o sistema de logística reversa. Os sistemas de logística reversa visam a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento no ciclo produtivo ou para destinação final ambientalmente adequada. Tais sistemas serão implantados e operacionalizados mediante compromissos entre as três esferas do Poder Público, o setor privado e terceiro setor, formalizados em Acordos Setoriais ou termos de compromisso, ou mediante regulamento específico.

Além de instituir o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos com a finalidade de apoiar a estruturação e implementação da PNRS por meio da articulação dos órgãos e entidades governamentais, o decreto nº 7.404 criou também o Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa¹, que tem como base de suas atribuições estabelecer a orientação estratégica na implantação dos sistemas de logística reversa.

O Comitê Orientador é presidido pelo Ministério do Meio-Ambiente (MMA) que também ocupa a Secretaria-Executiva e é assessorado por um Grupo Técnico de Assessoramento (GTA) composto por representantes de outros cinco ministérios que por sua vez constituiu o Grupo de Trabalho Temático – Eletroeletrônicos, que presta suporte na tomada de decisões através de análises, estudos e propostas sobre matéria relacionada aos resíduos de equipamentos eletroeletrônico.

Entre as atribuições do Grupo de Trabalho Temático destaca-se a elaboração de uma proposta de modelagem para a logística reversa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - conteúdo este apresentado no presente documento.

¹Regido conforme estabelecido pela PORTARIA N° 113, DE 8 DE ABRIL DE 2011

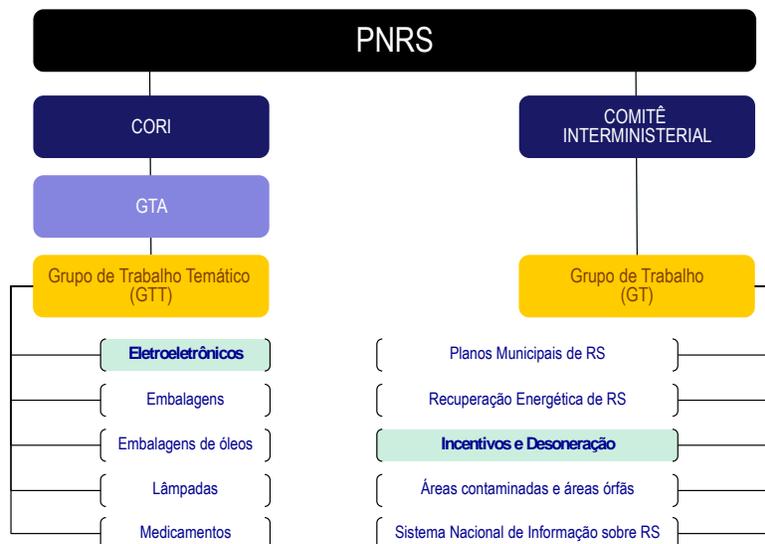


Figura 1 - Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS

O presente estudo é resultado de convênio firmado entre a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI e o Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior – MDIC e destina-se a subsidiar o GTT – Eletroeletrônicos na formulação de acordo setorial para a implantação do processo de logística reversa para o setor eletroeletrônico.

1.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos

No dia 2 de agosto de 2010, após duas décadas de um amplo debate entre governo, setor acadêmico, setor produtivo e entidades civis, a lei que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi promulgada. A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira no que toca à questão ambiental, com destaque para uma visão avançada na forma de tratar o lixo urbano. Traz uma concepção de vanguarda, ao priorizar e compartilhar, com todas as partes relacionadas ao ciclo de vida de um produto, a responsabilidade pela gestão integrada e pelo gerenciamento ambientalmente adequados dos resíduos sólidos. Dessa forma, o setor público, iniciativa privada e população ficam sujeitos à promoção do retorno dos produtos às indústrias após o consumo e obriga o poder público a realizar planos para o gerenciamento do lixo. A lei também consagra o viés social da reciclagem, com o estímulo à participação formal dos catadores, organizados em cooperativas.

Dentre as diversas determinações da lei, destacam-se²:

²<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/o-que-e-o-plano-nacional-de-residuos-solidos.html>

- **fechamento de lixões:** até 2014 não devem mais existir lixões a céu aberto no Brasil. No lugar deles, devem ser criados aterros sanitários. Os aterros são impermeabilizados e seu solo é preparado para evitar a contaminação de lençóis freáticos. Captam o chorume que resulta da degradação do lixo e podem contar com a queima do metano para gerar energia;
- **só rejeitos poderão ser encaminhados aos aterros sanitários:** os rejeitos são o material restante após esgotadas todas as possibilidades de reuso e reciclagem do resíduo sólido. Apenas 10% dos resíduos sólidos são rejeitos. A maior parte do restante é de matéria orgânica, que pode ser reaproveitada em compostagem e transformada em adubo; ou materiais recicláveis, que devem ser devidamente separados através da coleta seletiva;
- **elaboração de planos de resíduos sólidos nos municípios:** os planos municipais serão elaborados para ajudar prefeitos e cidadãos a descartar seu lixo da maneira correta.

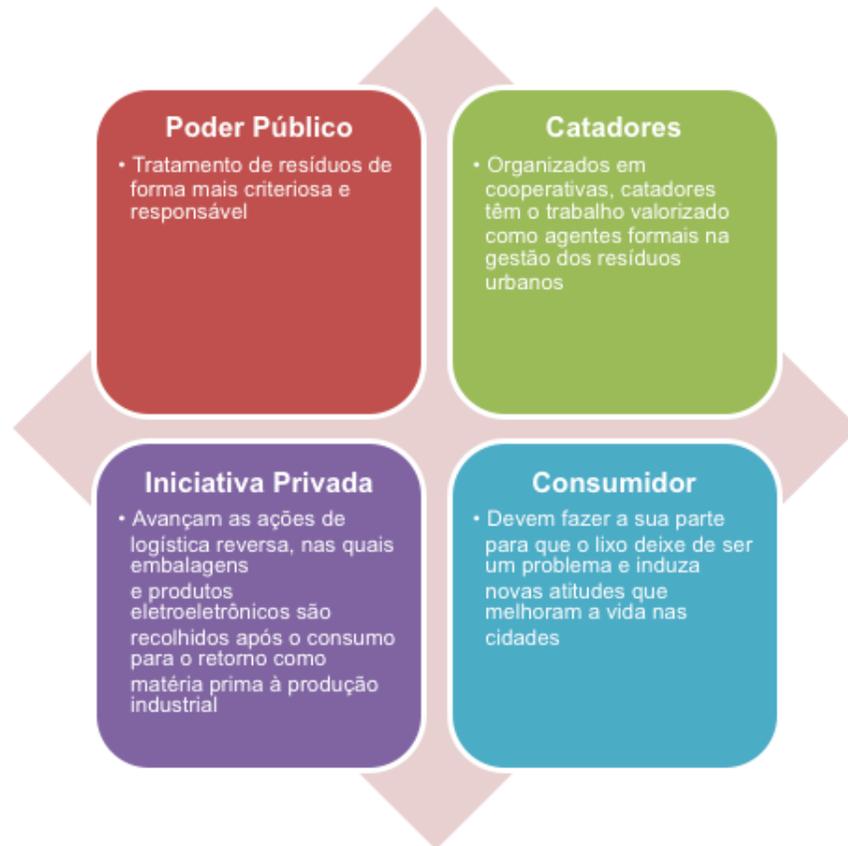


Figura 2 - Principais impactos da PNRS para as distintas partes relacionadas

Fonte: publicação do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), Política Nacional de Resíduos Sólidos - Agora é lei”

Tabela 1 – Alterações da PNRS

	Antes	Depois
Poder Público	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de prioridade para o lixo urbano ✓ Existência de lixões na maioria dos municípios ✓ Resíduo orgânico sem aproveitamento ✓ Coleta seletiva cara e ineficiente 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Municípios farão plano de metas sobre resíduos com participação dos catadores ✓ Os lixões precisam ser erradicados em 4 anos ✓ Prefeituras passam a fazer a compostagem ✓ É obrigatório controlar custos e medir a qualidade do serviço
Catadores	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exploração por atravessadores e riscos à saúde ✓ Informalidade ✓ Problemas de qualidade e quantidade dos materiais ✓ Falta de qualificação e visão de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Catadores reduzem riscos à saúde e aumentam renda em cooperativas ✓ Cooperativas são contratadas pelos municípios para coleta e reciclagem ✓ Aumenta a quantidade e melhora a qualidade da matéria prima reciclada ✓ Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar produção
Iniciativa Privada	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos das empresas ✓ Falta de incentivos financeiros ✓ Baixo retorno de produtos eletroeletrônicos pós-consumo ✓ Desperdício econômico sem a reciclagem 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marco legal estimulará ações empresariais ✓ Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem ✓ Mais produtos retornarão à indústria após o uso pelo consumidor ✓ Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda
Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não separação do lixo reciclável nas residências ✓ Falta de informação ✓ Falhas no atendimento da coleta municipal ✓ Pouca reivindicação junto às autoridades 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências ✓ Campanhas educativas mobilizarão moradores ✓ Coleta seletiva aprimorada para recolher mais resíduos ✓ Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes

Fonte: publicação do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), Política Nacional de Resíduos Sólidos - Agora é lei”

1.2.1 A Logística Reversa

Um importante avanço da política é a chamada "logística reversa". Conforme definição apresentada na própria legislação, a logística reversa é um 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. É através desse sistema, por exemplo, que materiais recicláveis

de um produto eletrônico em fim de vida útil descartado pelo consumidor poderão retornar ao setor produtivo na forma de matéria-prima.

De forma a viabilizar a logística reversa exigida pela PNRS, todas as partes relacionadas ao processo deverão contribuir para o encaminhamento dos produtos em fim de vida útil para a reciclagem ou destinação final ambientalmente adequada. A legislação obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de (1) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso; (2) pilhas e baterias; (3) pneus; (4) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; (5) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e (6) produtos eletroeletrônicos e seus componentes, a:

- Investir no desenvolvimento, fabricação e colocação no Mercado de produtos aptos à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação ambientalmente adequada e cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;
- Divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;
- Assumir o compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa.

Cabe ainda aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa podendo, entre outras medidas:

1. implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;
2. disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;
3. atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

O papel do consumidor nesse processo é o de efetuar a devolução de seus produtos e embalagens aos comerciantes ou distribuidores após o uso. Aos comerciantes e distribuidores compete efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos. Por sua vez, os fabricantes e os importadores deverão dar destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do SISNAMA e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

Ainda no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

1. adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
2. estabelecer sistema de coleta seletiva;
3. articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
4. realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial;
5. implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido;
6. dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Se ao longo desse processo, o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

O grande desafio da logística reversa reside no custo associado à operacionalização do sistema em um país de extensão continental e com suas particulares complexidades logísticas. É sabido que qualquer sistema que seja estabelecido incorrerá em maiores dispêndios, ora tratados como custos quando apreciados sob a ótica puramente econômica, ora encarados com investimento necessário para um mundo sustentável. Um olhar mais atento e consciente a essa questão indica que o aparente aumento de custo não configura de fato um aumento, mas sim a antecipação de custos que incorreriam no futuro para remediar o impacto negativo ao meio-ambiente causado pelo descarte inadequado de resíduos.

1.2.2 O resíduo eletroeletrônico

Equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas:

- Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar;
- Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;
- Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;

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

Ao fim de sua vida útil, esses produtos passam a ser considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Idealmente, só chegam a esse ponto uma vez esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Alguns deles, notadamente os equipamentos de telecomunicações, têm um ciclo de obsolescência mais curto. Em outras palavras, devido à introdução de novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, eles são substituídos - e portanto descartados - mais rapidamente.

Os REEE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado. Deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros.

Além disso, algumas características próprias dos REEE justificam a exigência de processos específicos de gerenciamento. Alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados como alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros (da Silva; Martins e de Oliveira, 2007). Todos esses elementos são potencialmente tóxicos, e resultam em dois tipos de riscos:

- Contaminação das pessoas que manipulam os REEE. Tanto o consumidor que mantém e utiliza em casa equipamentos antigos, quanto aquelas pessoas envolvidas com a coleta, triagem, descaracterização e reciclagem dos equipamentos estão potencialmente expostos ao risco de contaminação por metais pesados ou outros elementos. Os efeitos no organismo podem ser graves (ver quadro abaixo). Para reduzir o risco de contaminação, toda a manipulação e processamento devem ser realizados com os devidos equipamentos de proteção pessoal.
- Contaminação do meio ambiente. Os REEE não devem em nenhuma hipótese ser depositados diretamente na natureza ou junto a rejeitos orgânicos. Mesmo em aterros sanitários, o mero contato dos metais pesados com a água incorre em imediata contaminação do chorume, multiplicando o impacto decorrente de qualquer eventual vazamento. Penetrando no solo, esse material pode contaminar lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos, com consequências negativas para o ambiente como um todo. Todas as etapas da logística reversa devem levar em conta esses riscos, e implementar formas de evitá-los.

Tabela 2 - Metais pesados presentes nos REEE

Elemento	Principais danos causados à saúde humana
Alumínio	Alguns autores sugerem existir relação da contaminação crônica do alumínio como um dos fatores ambientais da ocorrência de mal de Alzheimer.
Bário	Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevação da pressão arterial e efeitos no sistema nervoso central.
Cádmio	Acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; possui meia-vida de 30 anos nos rins; em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar, além de efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (câncer).
Chumbo	É o mais tóxico dos elementos; acumula-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins; em baixas concentrações causa dores de cabeça e anemia. Exerce ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado; constitui-se veneno cumulativo de intoxicações crônicas que provocam alterações gastrintestinais, neuromusculares e hematológicas, podendo levar à morte.
Cobre	Intoxicações como lesões no fígado.
Cromo	Armazena-se nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, pode provocar anemia, alterações hepáticas e renais, além de câncer do pulmão.
Mercúrio	Atravessa facilmente as membranas celulares, sendo prontamente absorvido pelos pulmões. Possui propriedades de precipitação de proteínas (modifica as configurações das proteínas), sendo suficientemente grave para causar um colapso circulatório no paciente, levando à morte. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3g a 30g são fatais, apresentando efeito acumulativo e provocando lesões cerebrais, além de efeitos de envenenamento no sistema nervoso central e teratogênicos.
Níquel	Carcinogênico (atua diretamente na mutação genética).
Prata	10g na forma de Nitrato de Prata são letais ao homem.

Fonte: Adaptado do estudo *Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil* (da Silva; Martins; de Oliveira, 2007).

Assinada em 1989, a *Convenção da Basileia para o Controle dos Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua Disposição* é um tratado internacional elaborado para reduzir a transferência internacional desse tipo de resíduo. Entende-se como materiais perigosos aqueles que podem pôr em risco a segurança da vida, e estabelece uma série de restrições para sua exportação, em especial partindo de países desenvolvidos com destino a regiões pobres ou em desenvolvimento. No âmbito da Convenção da Basileia, o resíduo eletroeletrônico é considerado resíduo perigoso e está, portanto, sujeito a sua regulamentação. Apesar disso, um grande volume de REEE é exportado continuamente desde países ricos para destinos como Nigéria, Índia, Paquistão, Uganda, China, entre outros. Nesses locais, os REEE acabam sendo processados de maneira totalmente inadequada, por pessoal não qualificado e em condições precárias, e frequentemente lançando rejeitos diretamente na natureza - no solo dos lixões a céu aberto ou no ar em forma de fumaça proveniente da queima descontrolada de materiais.

a. Situação no Brasil

No Brasil, os REEE ocupavam até recentemente uma espécie de vazio regulatório. Diferentes Estados e Municípios possuíam legislação específica e por vezes até regulamentação a respeito de resíduos sólidos. Uma parte deles já dedicava atenção especial aos REEE, atribuindo responsabilidade aos fabricantes, importadores e comércio pela coleta e tratamento desses materiais. Ainda assim, não havia legislação e regulamentação nacionais que oferecessem o respaldo jurídico necessário para o desenvolvimento de uma infraestrutura abrangente responsável pelo tratamento desse tipo de resíduo. Essa situação pode ser atribuída a uma tardia industrialização, reforçada pela reserva de mercado que vigia até pouco mais de vinte anos atrás. Até aquela época, os resíduos eletroeletrônicos não pareciam ser uma prioridade. Pode-se também responsabilizar a falta de interesse da opinião pública e da mídia em relação a questões ambientais cotidianas: grandes causas como a proteção da Amazônia eram vistas como totalmente dissociadas da necessidade de um comportamento mais sustentável no dia a dia. Mais recentemente, esses fatores começaram a mudar no sentido de uma maior conscientização da sociedade, embora ainda haja um longo caminho a percorrer.

Em 1991 o Congresso Nacional começou a debater o que viria a ser a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Sua tramitação demorou dezenove anos. No meio tempo, a economia brasileira alcançou relativa estabilidade e posteriormente retomou o crescimento, com forte ênfase no mercado interno a partir do aumento do poder de compra de milhões de famílias em todo o país.

Uma das consequências habituais do aumento do consumo é uma ampliação equivalente no volume de resíduos sólidos gerado. Foi assim com os eletroeletrônicos no Brasil nas décadas recentes. Sem um sistema estruturado que receba todo esse descarte, grande parte dele vai parar no mercado informal, com todas as complicações que isso acarreta. Parte dos equipamentos é absorvida para o reuso, por vezes operado por agentes alheios à questão ambiental: pequenas empresas que vendem os equipamentos ou suas partes ainda em funcionamento ou passíveis de reparo. O material inservível para reuso se soma ao restante, que vai direto do consumidor para um circuito marcado pela irresponsabilidade. Nele, volumes de REEE são processados sem o devido treinamento nem equipamentos de segurança. Operam quase sempre em armazéns sem o devido licenciamento, ignorando as necessárias medidas para reduzir riscos de contaminação ambiental. Frequentemente lançam resíduos inservíveis junto ao lixo comum, ou o incineram sem nenhum controle de emissões. Para piorar, há situações em que não se faz mais do que triturar o material e exportá-lo de maneira ilegal para países com ainda menos regulamentação e fiscalização. Relatos de organizações internacionais de proteção ao ambiente dão conta da maneira degradante como esse material é processado em tais lugares.

a. Iniciativas de coleta e reuso de REEE

À espera da legislação que atribuísse a devida responsabilidade sobre os REEE, surgiram algumas iniciativas espontâneas na área. Em especial em relação a tecnologias de comunicação e informática, foram criados projetos da sociedade civil organizada como a ONG

CDI, coletivos informais como a rede MetaReciclagem, programas governamentais como os Centros de Recondicionamento de Computadores (CRCs - criados no Ministério do Planejamento e posteriormente transferidos ao Ministério das Comunicações) e experiências na Universidade como o CEDIR (Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática), na USP. Um projeto significativo de parceria entre indústria e terceiro setor é o que foi estabelecido em 2002 entre a fabricante de computadores Dell e a Fundação Pensamento Digital, do Rio Grande do Sul. Alguns dos equipamentos recebidos no programa de coleta de equipamentos usados da empresa eram encaminhados ao programa de inclusão digital da fundação. Tais projetos, entretanto, têm por objetivo o reuso de eletroeletrônicos para equipar projetos de inclusão digital, ou como suporte material para fins educacionais ou artísticos. Não têm infraestrutura e possivelmente nem interesse em resolver a questão dos resíduos em grande escala. Pelo contrário, muitas vezes acabam acumulando volumes consideráveis de material inservível em suas instalações. Tiveram, ainda assim, um papel importante para trazer visibilidade e fazer pressão pela necessidade de aprovação da PNRS.

Tabela 3 – Instituições de coleta e reuso de REEE

CDI – Comitê pela Democratização da Informática. ONG que recebe doações de computadores usados e os recondiciona para a montagem de “Escolas de Informática e Cidadania”.
CEDIR – Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática. Projeto da Universidade de São Paulo (USP) que recebe doações de equipamentos de informática de órgãos da USP, comunidade acadêmica e pessoas físicas. O material é triado, recondicionado e emprestado a escolas e projetos sociais. Os resíduos são encaminhados para tratamento e deposição com parceiros especializados. O CIRP (Centro de Informática de Ribeirão Preto), no campus da USP em Ribeirão Preto, também recebe equipamentos em parceria com o CEDIR.
Coopermiti – Cooperativa de reciclagem em São Paulo que faz o descarte adequado de lixo eletroeletrônico.
CRC – Centros de Recondicionamento de Computadores. Centros ligados ao programa Computadores para Inclusão do Governo Federal. Recebem principalmente equipamentos de órgãos federais. Oferecem cursos de formação voltados para a triagem e recondicionamento dos equipamentos. Parte dos resíduos não funcionais são reutilizados de forma criativa na forma de objetos artísticos, artesanato, robôs ou afins. Existem atualmente sete CRCs em diferentes regiões do Brasil.
Descarte Certo. Encaminha REEE para a destinação correta. Costuma cobrar pelo serviço, com exceção de produtos comprados em parceiros como o Carrefour.
<i>e-lixo maps</i> . Website que mapeia postos de coleta em São Paulo
Diversas ONGs como ABRE (Associação Brasileira de Redistribuição de Excedentes), Agente Cidadão, Casas André Luiz, entre outras, recebem equipamentos em funcionamento para encaminhar ao reuso social.

Fonte: Blog Lixo Eletrônico; websites dos projetos.

Ainda durante o período de tramitação da PNRS, é digno de nota que as operadoras de telefonia móvel tenham começado a receber de volta aparelhos, acessórios, baterias e carregadores já a partir de 2008. É de se destacar também que a opinião pública passou a despertar para a importância da questão. Em 2009, estudo publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) reportava sobre a situação dos REEE em onze países em desenvolvimento. Neste contexto, o Brasil era o país que relativamente mais produzia REEE, com uma média acima de meio quilograma per capita ao ano. O estudo chama a atenção para a falta de dados consistentes sobre a quantidade de REEE produzidos

no país, limitação está sobre a qual o presente documento procura trazer referências mais sólidas para a discussão.

A produção de conhecimento específico sobre REEE também aumentou significativamente no Brasil. Representantes do país estiveram presentes na reunião da plataforma RELAC (Resíduos Eletrônicos na América Latina e Caribe) no Panamá, ao fim de 2009. Um número crescente de pesquisas acadêmicas tem investigado o tema. O Porto Digital, de Recife, organizou duas edições do SIREE (Seminário Internacional de Resíduos Eletroeletrônicos), reunindo representantes das diferentes partes interessadas na questão. Projetos como o CE-WASTE analisam possíveis arranjos locais ou regionais para a questão. E organizações como o IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor) também têm debatido os REEE.

No que tange a legislação local, governos estaduais e municipais também têm se debruçado sobre a questão dos REEE. Em 2010, já existiam legislações específicas, por exemplo, no estado de São Paulo e no município de Curitiba. Legislativos municipais e estaduais de diversas localidades estão no momento estudando, debatendo ou tramitando projetos específicos, naturalmente acelerados com a aprovação da PNRS em 2010.

Qualquer nação que se esforça para sustentar um crescimento continuado da economia precisa estar atenta à questão dos REEE, cujo volume tende a continuar aumentando ao longo dos anos. No caso do Brasil, que busca se posicionar como uma potência com especial interesse em questões sociais e ambientais, esse tema é ainda mais premente. Estamos orientados ao futuro, mas ainda temos um longo caminho a percorrer.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 Estrutura do trabalho

Um exercício prévio ao desenho da metodologia utilizada na elaboração do estudo apontou a existência de diversas experiências e conhecimentos que poderiam otimizar o trabalho e dar a dimensão correta das oportunidades e desafios relacionados a logística reversa. A metodologia portanto foi desenvolvida de forma se utilizar dos melhores conhecimentos consolidados sobre o tema, minimizando retrabalho e permitindo atender os estreitos prazos para conclusão do presente estudo.

A metodologia utilizada foi estruturada em quatro fases que por sua vez foram subdivididas em dez macro-atividades.

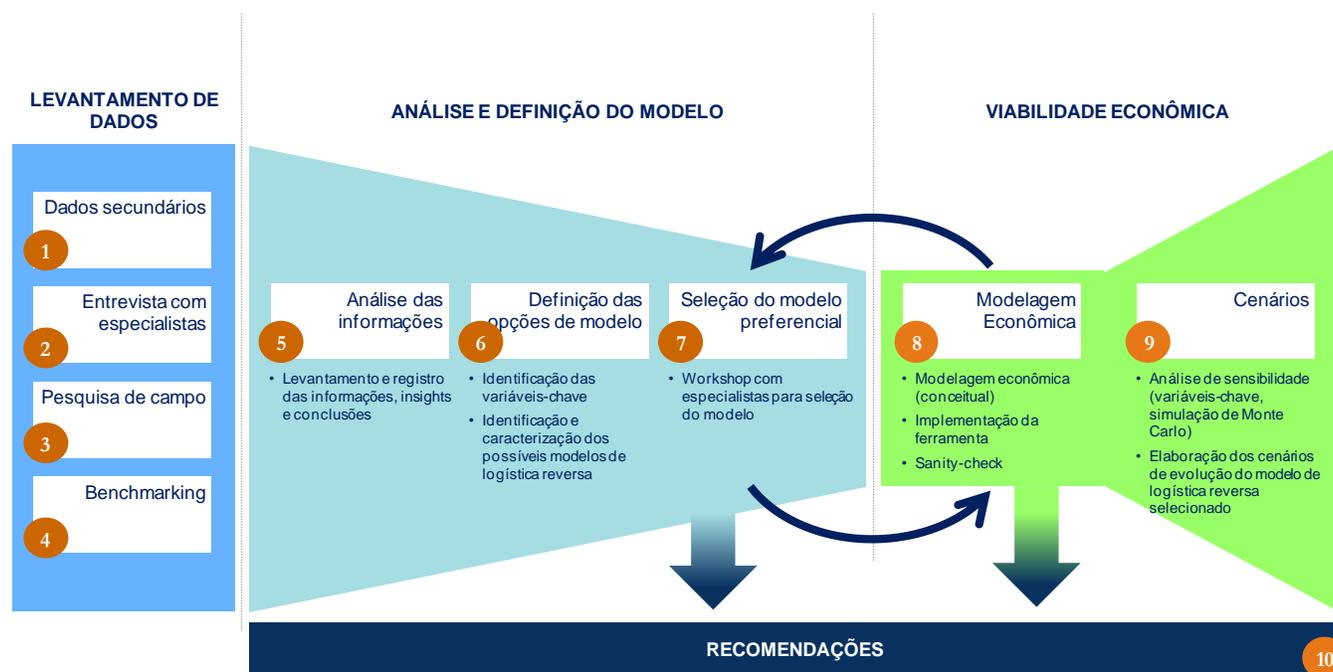


Figura 3 - Metodologia adotada no projeto

Fonte: Inventta.

A primeira fase (levantamento de dados) teve como objetivo entender o contexto dos REEE e iniciar o estudo baseado no estado da arte das publicações na área. Através de uma exploração aberta das informações disponíveis que foi possível aprender sobre os REEE e ter as bases para entendimento das variáveis-chave para a proposição de uma modelagem para a logística reversa. Foram feitas pesquisas a partir de dados secundários, entrevistas com especialistas sobre o tema e visitas aos principais elos da cadeia da reciclagem de REEE no Brasil. Além disso, foi nessa fase em que as experiências internacionais e nacionais relacionadas a logística reversa de REEE e outros tipos de resíduos foram mapeadas possibilitando um amplo aprendizado.

Durante a segunda etapa (análise e definição do modelo), a partir da organização das informações levantadas foi possível identificar e diferenciar com clareza os principais arquétipos de modelos de logística reversa. Ainda, as variáveis-chave para definição de um modelo de logística reversa de REEE foram definidas e os primeiros testes e reuniões com modelos prévios são iniciados.

Durante a terceira etapa (viabilidade econômica), a partir de uma modelagem conceitual para o sistema de logística reversa de REEE, um modelo de análise de viabilidade econômica foi desenvolvido. Estimativas de volumes de resíduos, custo operacional do processo, custos logísticos, necessidade de investimentos e outros parâmetros econômico-financeiros foram estimados e cenários de evolução foram definidos.

Enfim, na quarta etapa (as recomendações que são definidas ao longo de todo processo) foram listadas recomendações para que a modelagem proposta ganhe robustez e promova o impacto positivo frente aos desafios colados pela PNRS.

2.2 Premissas do trabalho

Durante a execução do trabalho, cinco premissas foram tomadas como base para a proposição de uma modelagem que estivesse completamente alinhada e que trouxesse os maiores impactos frente aos desafios lançados pela PNRS.



Figura 4 - Premissas adotadas no estudo

Fonte: Inventta

- Valorização do produto **reciclado / reciclável**: A indústria da reciclagem não é parte considerada na PNRS como corresponsável pela gestão dos resíduos sólidos mas é parte imprescindível para efetividade dos objetivos da lei. Valorização e incentivo da

utilização de matérias primas recicladas dentro da etapa de manufatura é base para fortalecimento da indústria da reciclagem. A aplicação do *Ecodesing* desponta como uma ferramenta interessante para o sistema.

- **Eficiência e Eficácia** na reciclagem: Trata-se do estímulo a processos de reciclagem mais virtuosos, e não somente a reciclagem para o descarte ambientalmente adequado. O meio-ambiente requer processos que persigam a máxima eficiência e eficácia, tendo em vista o ideal de aterro zero. Aliado ao aspecto ambiental, destaca-se a redução de custos no processo quando em sua maior otimização.
- Maior **inclusão** das cooperativas / catadores: o estabelecimento de um sistema de logística reversa traz a oportunidade de se pensar e estabelecer condições para a promoção do desenvolvimento social via geração de emprego, negócios sustentáveis e capacitação de mão de obra.
- Estímulo à **reciclagem local**: Num país de dimensões continentais como o Brasil, a viabilidade do trato adequado aos REEE tem relação direta com as distâncias entre os pontos onde se encontra o resíduo eletroeletrônico e os pontos onde os mesmos serão reciclados. Estimular o desenvolvimento de polos locais ou regionais voltados a reciclagem e destinação ambientalmente adequada permitirá uma maior otimização dos custos logísticos e sobretudo um maior desenvolvimento socioeconômico da região estimulada.
- Estímulo à **competitividade** do setor de EEE brasileiro: O modelo deve prezar pela efetividade frente aos objetivos da PNRS considerando os desafios de competitividade enfrentados pela indústria atualmente. O tratamento isonômico de empresas nacionais e estrangeiras, por exemplo, é um dos focos de atenção na formulação da proposta de modelagem.

2.3 Metodologia de levantamento de dados e análise

A fase de levantamento de dados seguiu quatro macro-atividades fundamentais:

- Levantamento de dados secundários (artigos científicos, estudos, notícias, etc.);
- Realização de entrevistas com especialistas relacionados a logística reversa de REEE;
- Visita à representantes dos elos da cadeia de reciclagem de REEE no Brasil;
- Mapeamento nacional e internacional de experiências de logística reversa de REEE e outros tipos de resíduos (*Benchmarking*);

O trabalho iniciou-se com a literatura existente e os estudos já divulgados. Mais de 100 estudos (vide referências bibliográficas) foram catalogados e serviram como insumo para embasar o estudo.

Na etapa posterior entrevistou-se especialistas mapeados previamente. Foram realizadas mais de 30 entrevistas para coletar opiniões, inspirações, ideias, queixas e demandas de cada setor. Essas entrevistas foram fundamentais para entender a dinâmica de toda a cadeia de valor e entender como o modelo influenciaria cada elo da cadeia de valor.

Nas pesquisas de campo, foram visitadas mais de 10 recicladoras e associações para vivenciar o processo de reciclagem e entender o fluxo físico do REEE. Nessa etapa, também foram identificadas algumas dificuldades logísticas e de tecnologias empregadas no trato dos REEE's.

O *benchmarking* teve como base diversos setores e países, o que tornou possível entender modelos já existentes e identificar dificuldades sobrepostas.

3 CONTEXTO ATUAL

3.1 Diagnóstico da situação dos resíduos de pós-consumo na cadeia

3.1.1 Ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos

O ciclo de vida de um produto descreve a história completa do mesmo ao longo de sua vida útil passando pelas fases de concepção, definição, produção, operação e obsolescência. Pode-se considerar que a logística reversa visa “fechar” esse ciclo ao promover a reciclagem do produto obsoleto retornando ao mercado matérias-primas recicladas e dispendo os rejeitos de forma ambientalmente adequada.

A indústria de eletroeletrônicos de consumo, de uma maneira geral, tem por força do que se estabeleceu ao longo dos anos como padrão de competição, a prática de lançar frequentemente novos produtos com suas tecnologias, *design* e funcionalidades incrementadas, encurtando a vida útil média dos seus produtos. É comum um consumidor adquirir, por exemplo, um novo telefone celular, mesmo tendo o seu equipamento antigo em pleno funcionamento. Tal comportamento tem como consequência a criação de um mercado de segunda mão, onde o equipamento ainda em funcionamento é informalmente vendido ou doado para reuso. Cria-se assim o que chamamos de segunda vida útil para o equipamento eletroeletrônico que por vezes se estende a uma terceira, quarta ou quinta vida útil.

É importante reconhecer que a logística reversa só começa quando um consumidor de fato descarta o seu equipamento eletroeletrônico, esteja esse em condições de uso ou não, tenha o equipamento passado pela fase de reuso ou não.

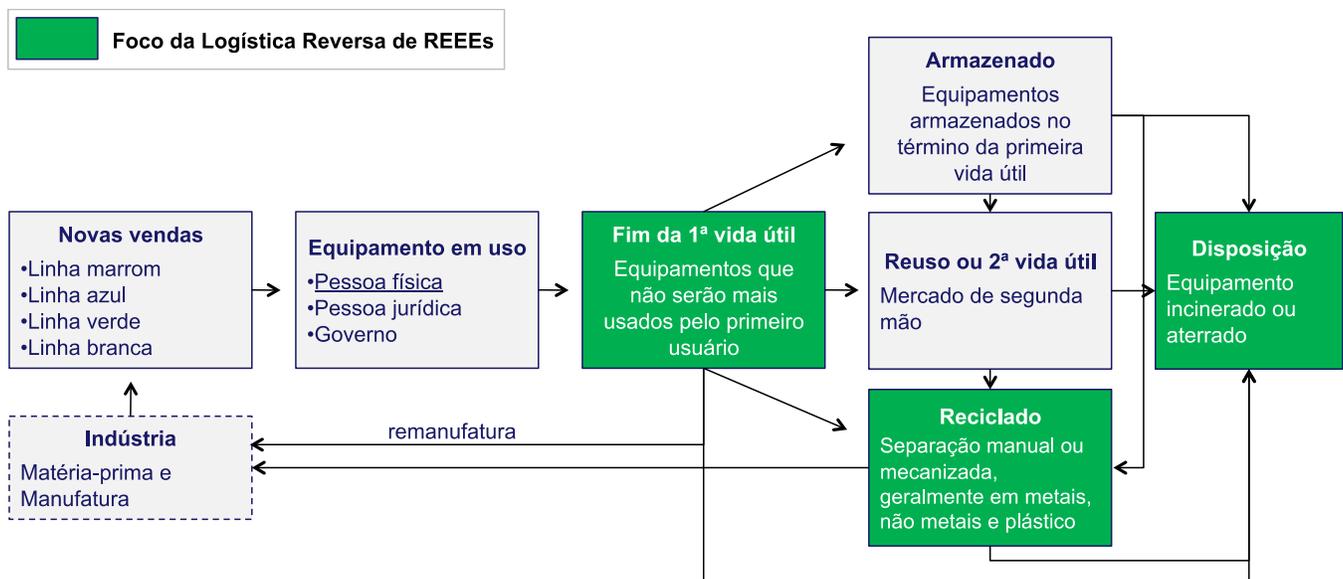


Figura 5 - Ciclo de vida de EEE

3.1.2 Cadeia Produtiva

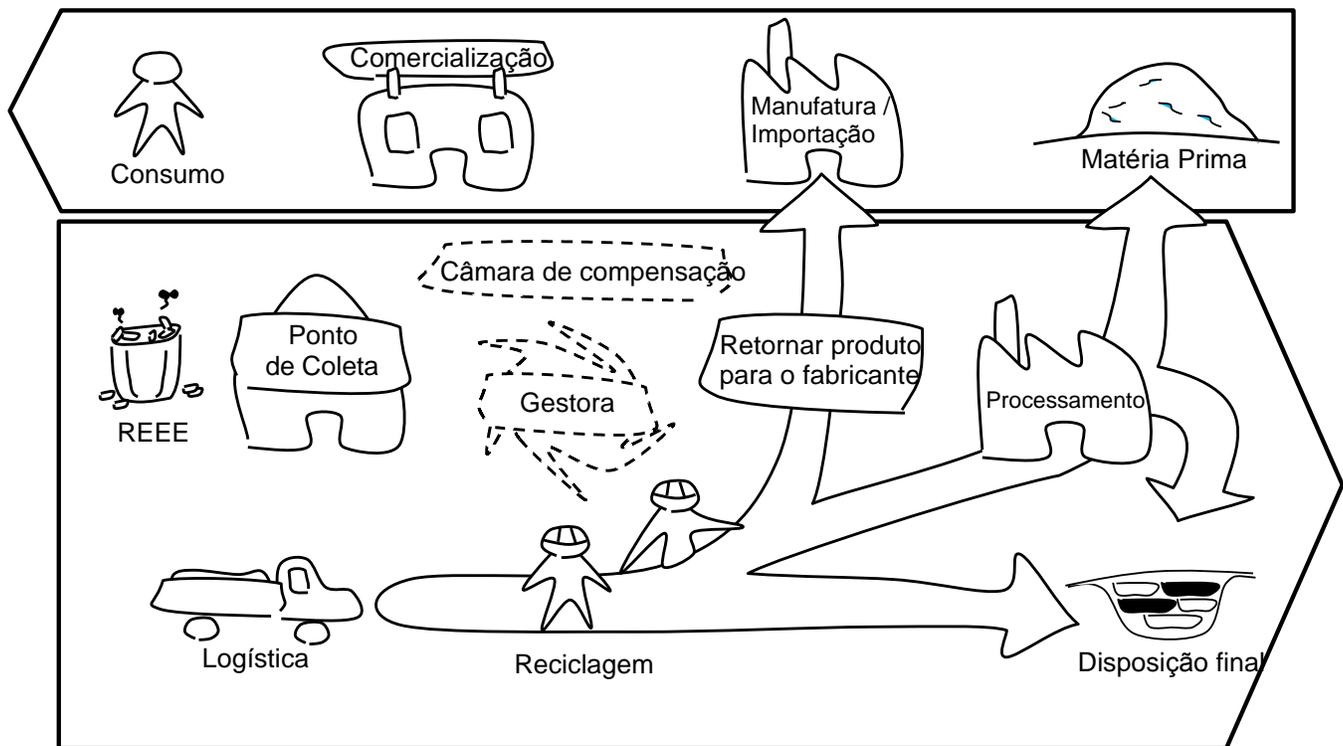


Figura 6 - Cadeia produtiva na logística reversa

A cadeia produtiva dos EEE é moldada pelas particularidades desse tipo de equipamento: alto nível de integração entre fabricantes e fornecedores de componentes e subcomponentes; produção e comercialização globais; penetração expressiva e relacionamento direto com o mercado consumidor.

a. Manufatura/Importação

A manufatura e a importação são responsáveis por inserir os EEE no mercado nacional. Juntas, compõem um cenário expressivo: relatório de desempenho setorial da ABINEE³ (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) indica que a indústria eletroeletrônica faturou R\$ 138 bilhões em 2011, um crescimento de 11% em relação ao ano anterior.

Manufatura

A manufatura dos EEE é caracterizada por forte integração. As etapas de criação, concepção, fabricação e montagem são realizadas entre diversas empresas. Em alguns casos, como nos equipamentos de informação e comunicação, é frequente que duas marcas diferentes

³ Disponível em <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm> (acesso em 30/08/2012).

encomendem a produção para uma mesma fabricante terceirizada. Por vezes, as terceirizadas podem até mesmo participar de parte do desenvolvimento do produto.

É comum que os eletroeletrônicos sejam produzidos de maneira modular: componentes dedicados a fins diversos são reunidos em conjuntos de crescente complexidade. Um exemplo significativo é o computador de mesa: dentro de seu gabinete, diferentes componentes são ligados à placa-mãe. São placas de memória RAM, adaptadores de vídeo, discos rígidos, interfaces de entrada e saída de dados, entre outros. Por sua vez, cada um desses componentes e também a placa-mãe também são compostos por subcomponentes: placas, resistores, transistores, diodos, capacitores, microchips, etc. Cada um dos componentes e dos subcomponentes pode ter sido manufaturado por fabricantes diferentes, em diferentes partes do mundo. Em escalas diferenciadas e mesmo que com algumas variações, essa lógica também pode ser vista em toda a gama dos EEE. De lavadoras de roupas a telefones celulares, grande parte deles são modulares e integrados. A fabricação dos EEE depende assim da integração entre diversas indústrias, a exemplo de:

- Plástico e borracha;
- Minero-metalurgia;
- Mecânica;
- Papel e celulose - embalagens;
- Indústria química;
- Materiais elétricos básicos;
- Eletrônica (semicondutores, placas, circuitos, outros)
- Software;
- Componentes mecânicos.

Grande parte da produção dos subcomponentes e componentes - em especial daqueles que exigem precisão - é mecanizada. Por outro lado, a montagem dos componentes nos equipamentos em si, com a solda ou colagem dos componentes em placas, o fechamento de gabinetes e a afixação de parafusos é frequentemente um processo manual.

Em anos recentes tem havido bastante questionamento sobre escolhas que já começam no nível do *design* de equipamentos eletroeletrônicos. Uma das características criticadas é a ausência de padrões nos acessórios, particularmente nos fones de ouvido, cartões de memória e carregadores de energia de telefones celulares e produtos similares. Em 2010, foi estabelecido que todos os fabricantes europeus desses aparelhos adotariam a partir do ano seguinte um mesmo padrão (o micro-USB) para os carregadores de seus equipamentos. Também é criticada a restrição deliberada ao reparo dos aparelhos - reforçada pela ausência de peças de reposição ou em alguns casos pela total impossibilidade de substituição de peças. Essa tendência faz parte da chamada obsolescência programada, juntamente com a adoção de medidas que reduzem a vida útil dos produtos e componentes e do uso da publicidade para incentivar sua frequente substituição.

Algumas empresas têm respondido a tais críticas incentivando o *ecodesign*, que parte de uma visão sistêmica e integrada para desenvolver produtos, sistemas ou serviços com reduzido

impacto ambiental. Nessa linha, destaca-se o conceito de *cradle to cradle*, desenvolvido por William McDonough e Michael Braungart, segundo o qual os materiais dos quais os produtos são compostos deveriam circular como nutrientes em metabolismos saudáveis. Em outras palavras, os autores utilizam-se da maneira como os ecossistemas garantem a própria perpetuação para inspirar ciclos produtivos que reduzam ao máximo o desperdício de materiais.

Desde 2006, a organização internacional Greenpeace publica seu *Guide to Greener Electronics* ("Guia para Eletrônicos Mais Verdes"), um levantamento a respeito da situação de alguns entre os maiores fabricantes internacionais de EEE em relação a uma série de critérios de sustentabilidade. Entre esses critérios, estão a "fabricação de produtos eficientes e duradouros, livres de substâncias perigosas", e o "foco em práticas sustentáveis ao longo da cadeia global dos eletrônicos". Ao longo dos últimos anos, as empresas monitoradas vão assumindo diferentes posições no ranking do guia, que já está em sua 17ª edição.

Por conta das características específicas da manufatura de EEE e do cenário internacional de matérias-primas e componentes, a importação tem um papel fundamental na manufatura. Muitos componentes e subcomponentes são importados - em especial de países do leste asiático - para posterior montagem dentro do Brasil.

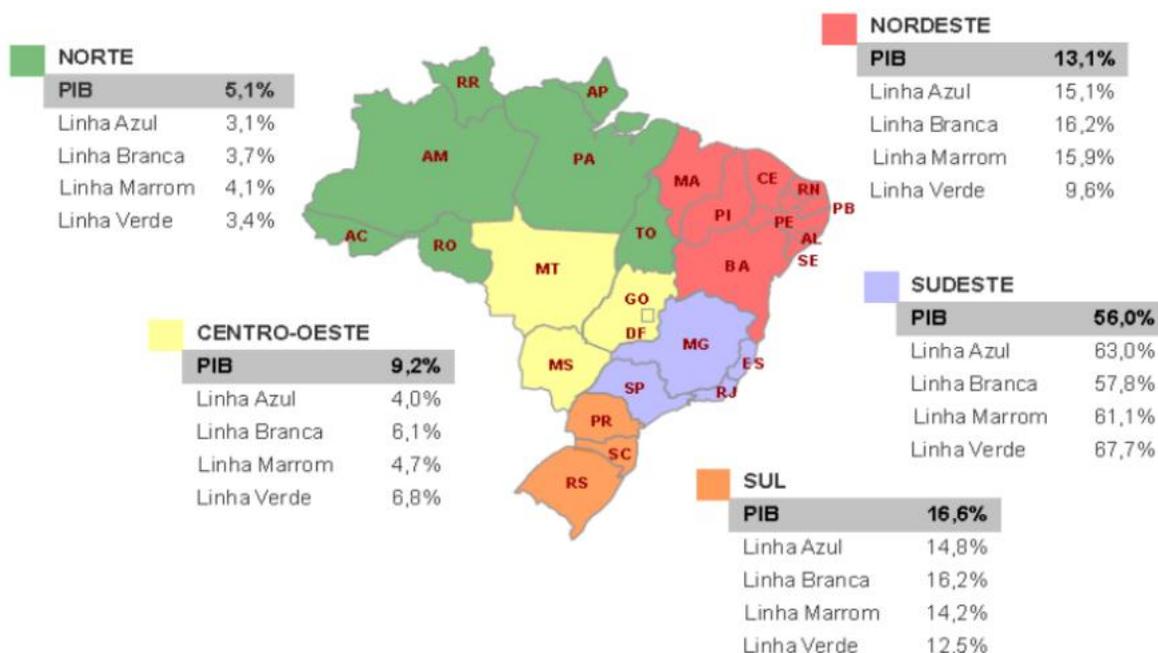


Figura 7 – Distribuição das vendas de EE no Brasil (2010)

Fonte: Análise Inventta (Dados Abinee – Siree 2012)

Segundo a ABINEE, a indústria de eletroeletrônicos representa 3,3% do PIB Brasileiro e empregando mais de 180 mil pessoas. Do total de R\$ 138 bilhões em 2011, cerca de R\$ 7,9 bilhões foram de exportações. A balança comercial dos EEE foi deficitária em R\$ 31,6 bilhões.

Os produtos manufaturados podem ser divididos em quatro categorias:



Figura 8—Linha de produtos foco do estudo

Fonte: Análise Inventta; Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de MG (2009); Final Report WEEE (2007).

Entre os desafios enfrentados pelo setor no Brasil estão a alta concorrência com produtos do mercado cinza. Segundo estudo realizado pela ABINEE, a ilegalidade chega a 30% em algumas linhas, como os laptops. Também são fatores relevantes a sensibilidade do consumidor com o aumento de preços e o Custo Brasil, que diminui sua competitividade pela carga tributária e pelos custos trabalhistas. No que tange aos REEE, representantes da manufatura expressam a expectativa de que a logística reversa deve ser compartilhada de forma isonômica entre os atores do setor e com outros elos da cadeia. Também esperam contrapartidas do poder público para compartilhar custos da logística reversa dos chamados produtos órfãos.

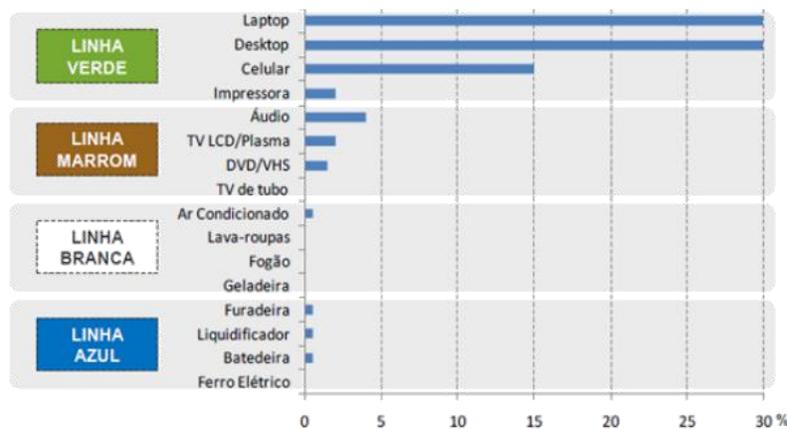


Figura 9—Penetração do mercado informal de EEE

Fonte: Apresentação ABINEE – SIREE.

Importadores

A importação contempla os processos comerciais de compra de produtos estrangeiros para uso no Brasil. A China é a maior origem das importações de EEE para o país, contando com 35% de participação em 2011 segundo a ABINEE. Do total de R\$ 39,5 bilhões em importações de eletroeletrônicos, os equipamentos de telecomunicações, informática e utilidades domésticas somam R\$ 12,6 bilhões. Representam mais de 4% das importações totais do Brasil. Os importadores mais representativos são distribuidoras atacadistas e revendedores para o varejo. De acordo com a legislação, eles possuem responsabilidade legal em relação aos produtos importados.

A importação também pode se dar de maneira pulverizada ou informal. A importação informal é comum entre brasileiros que adquirem EEE em viagens internacionais. Ainda mais relevante para planejar uma estrutura de tratamento dos REEE é a importação comercial de pequeno porte. Em 2010, foi regulamentado o Regime de Tributação Unificada de mercadorias trazidas do Paraguai por via terrestre, para microempresas optantes pelo Simples. São atividades que inserem no mercado brasileiro um volume que não se pode desprezar de equipamentos, que depois de utilizados vão se somar ao restante dos REEE gerados por equipamentos produzidos no país ou trazidos por grandes importadoras, mas cujo tratamento e deposição não estão contemplados em políticas de responsabilização voltadas somente para os grandes atores.

O grande volume de importação de equipamentos traz consequências ao cenário de REEE, uma vez que uma proporção razoável do material descartado não foi fabricado no país. É necessário equilibrar os interesses de fabricantes nacionais e importadores e atribuir a cada um a devida responsabilidade, sem perder de vista o mercado cinza e a pulverização das importações de pequena escala.

b. Consumo

Mesmo em meio à crise internacional, o consumo dos EEE testemunha crescimento constante no Brasil, fruto da expansão do mercado interno, de incentivos ao crédito e de isenções pontuais de tributação, bem como mudanças de comportamento na sociedade. Os eletroeletrônicos cada vez mais fazem parte da vida cotidiana do brasileiro. Com o aumento do poder de compra das classes C e D, milhões de famílias passaram a adquirir produtos que anteriormente não tinham condições de comprar.

A decisão sobre a compra costuma passar por etapas distintas:

- reconhecimento da necessidade;
- busca de informação;
- avaliação das alternativas do produto;
- avaliação das alternativas de compra;
- decisão de compra;
- comportamento pós-compra.

Essas fases têm ritmo e intensidade diferentes, de acordo com o tipo de produto. Diversas variáveis influenciam nesse sentido: comportamento social, publicidade, vida útil dos produtos, disposição individual, cenário macroeconômico, entre outros. O uso dos EEE também é influenciado por fatores ambientais e subjetivos.

Após o consumo, os produtos podem ser descartados por diferentes motivos.

- não atendem mais às necessidades do consumidor;
- não são mais utilizados;
- são substituídos por produtos mais novos, econômicos e/ou eficientes.

Principalmente por falta da estrutura adequada de coleta e de informação a esse respeito, o consumidor brasileiro não tem o hábito de dar a destinação adequada a seus REEE. Existem frequentes casos de pessoas e empresas que depositam esse tipo de material junto ao resíduo comum. Por outro lado, a persistência de uma cultura do reuso faz com que parte do material eletroeletrônico seja guardado, doado ou vendido. Além disso, uma maior visibilidade à destinação adequada de materiais como pilhas e baterias, a partir de pontos de recebimento no varejo, bem como a maior presença na mídia de discussões sobre resíduos sólidos, tem direcionado a opinião pública no sentido de uma maior atenção a tais assuntos.

O consumo consciente é uma prática sugerida por diferentes organizações dedicadas à diminuição do impacto ambiental e do desperdício na sociedade. Ele consiste em estimular o consumidor a buscar informações sobre práticas das empresas envolvidas na fabricação e na comercialização dos diferentes produtos, assim como pesquisar características específicas do próprio produto no que tange a sustentabilidade e respeito à legislação socioambiental. A ideia é que esses elementos sejam levados em conta, juntamente às funcionalidades e preço dos produtos, na hora da decisão de compra. Com uma maior conscientização, o consumo consciente levaria a sustentabilidade a se tornar um fator importante de diferenciação e competição.

O reuso de EEE, em especial de equipamentos de informação e comunicação, tem uma importância que vai além da preocupação ambiental, à medida em que evita que literalmente se jogue fora uma grande quantidade de conhecimento aplicado incorporado nesse tipo de produto. Entre as práticas correntes de reuso de equipamentos, podem ser identificadas três vertentes:

- ▲ Reuso privado: reaproveitamento dos EEE a partir do reparo (quando deixou de funcionar) ou da realocação. Um *desktop* antigo pode se tornar obsoleto como computador principal da casa e passar a ser usado para simples acesso à internet por diferentes membros da família, ou mesmo transformado em servidor de impressão, rede ou *backups*. A propósito, por falta de informação a respeito de transferência de dados ou da possibilidade de migração do próprio disco rígido, é comum que computadores antigos sejam guardados como garantia de que os dados da família não vão se perder. Telefones celulares também costumam ser reutilizados por outros membros da família. O mesmo se aplica, com níveis variados, a todo tipo de EEE: televisores, lavadoras, geladeiras, etc. Alguns ficam na família por décadas. Existem iniciativas dedicadas a incentivar esse tipo de reuso, como portais que promovem a troca e doação de produtos usados entre usuários, ou publicam informações sobre como reparar e estender a vida útil de determinado equipamento.

- ⤴ Reuso com valor comercial: alguns EEE têm um valor razoável de revenda, o que os leva a ser reinseridos em um mercado informal de equipamentos usados. É uma prática comum que tende a oscilar de acordo com o cenário econômico: a sociedade recorre com menos frequência ao mercado informal à medida que o crédito ou a tributação estimulam a aquisição de produtos novos. É mais frequente com equipamentos com uma vida útil mais longa, mas também acontece em menor escala com computadores e outros equipamentos. O reuso comercial pode acontecer por meio de estabelecimentos dedicados ao comércio de equipamentos usados, por vezes agrupados em uma região específica como é o caso da Santa Ifigênia, em São Paulo, onde são vendidos equipamentos de informática e eletrônicos de segunda mão. Outros meios de concretização desse mercado são os jornais especializados em classificados como o Primeiramao, ou sites de comércio C2C como o Mercado Livre.
- ⤴ Reuso de natureza social: existem diversas entidades assistenciais que recebem doações de eletrodomésticos, equipamentos de linha branca e eletrônicos, juntamente a móveis, roupas, livros e outros. Esses produtos podem ser posteriormente encaminhados a projetos sociais como escolas, bibliotecas e centros comunitários, ou então vendidos a preço acessível e a receita decorrente ser reinvestida em projetos específicos. Relevantes nesse cenário são iniciativas como o Exército da Salvação e o projeto CDI; além de diversas organizações e projetos locais como o Agente Cidadão em São Paulo. Existem também portais na internet dedicados a incentivar a cultura do reuso, que permitem que as pessoas ofereçam para coleta materiais disponíveis para doação.

Mesmo com a cultura do reuso, existem casos em que o material não tem mais serventia, e deve portanto ser descartado. Estudos com consumidores apontam que grande parte deles está preocupada com o descarte correto dos eletroeletrônicos, mas que poucos sabem o que fazer com esse material, seja por falta de informação ou pela ausência de locais apropriados para o descarte (do Nascimento; do Val e Mota, 2010). Tendo à disposição pontos de recebimento e campanhas que incentivem a separação e o encaminhamento correto de REEE, acredita-se que a adesão dos consumidores seria considerável.

Além da ausência de pontos de recebimento, os consumidores também se queixam de que as poucas iniciativas que oferecem destinação correta para REEE têm um alto custo, cobrado diretamente deles. Acreditam que deveriam ter alternativas de descarte a baixo ou nenhum custo. São favoráveis de que tantos as empresas fabricantes quanto os produtos que fornecem sejam ambientalmente responsáveis, e a tendência é que isso gradualmente influencie seu comportamento de compra. Aceitariam de bom grado campanhas de conscientização e informação a respeito da correta destinação desses equipamentos.

c. Comercialização

Principal via de escoamento da produção de EEE, o comércio é responsável pela venda dos produtos ao usuário final, seja ele pessoa física ou jurídica. Tem alta presença geográfica e capilaridade através de distribuidoras, grandes redes varejistas, pequeno comércio e sites de comércio eletrônico. Por esse motivo, desenvolve um relacionamento direto e continuado com o consumidor. Os canais de comercialização podem ser generalistas, que vendem todas as linhas de EEE; ou de nicho, que se concentram somente em algumas linhas de produtos.

Por conta de sua posição privilegiada e de seu relacionamento direto com o consumidor, o comércio representa um excelente potencial para ações de logística reversa. Nos últimos anos, com a conscientização do consumidor e a busca de práticas sustentáveis pelo mundo empresarial, têm surgido diversas iniciativas espontâneas de coleta de materiais variados: embalagens, óleo, pilhas, etc. O supermercado Pão de Açúcar tem mais de dez anos de experiência nessa área, seguido posteriormente pelo Wal-Mart, Coca-Cola, entre outros. Recentemente, também se destacam as operadoras de telefonia móvel que recolhem equipamentos descartados em suas lojas próprias.

Conforme dados do Relatório Fecomércio SP – Desempenho e Tendências, o comércio brasileiro teve em 2011 um faturamento global de R\$ 1,15 trilhão, com crescimento puxado principalmente por móveis e eletrodomésticos. O comércio eletrônico tem demonstrado uma expansão constante ao longo dos últimos anos, impulsionado pela crescente penetração dos equipamentos conectados à internet.

No que tange ao gerenciamento de REEE, o comércio tem desafios específicos a enfrentar. Uma delas é em relação à estrutura física: os pequenos e médios comerciantes já dispõem de pouco espaço livre em suas instalações. Dependendo da demanda, a coleta de REEE pode exigir uma disponibilidade que eles não têm como oferecer. Além disso, o negócio principal do varejo é o comércio. A introdução de responsabilidades adicionais tende a enfrentar grandes barreiras culturais, econômicas e operacionais. Somando-se a isso, o reuso não é atraente para o varejo, entre outros motivos por levantar questões complexas de garantia, assistência e risco socioambiental. Por outro lado, o comércio já entende como sua responsabilidade cotidiana o diálogo com o consumidor, para o qual se torna referência natural em tudo que se refere aos produtos vendidos ou anunciados. Essa característica pode transformar o varejo em um forte aliado no que se refere à divulgação de informações a respeito do descarte correto de REEE.

d. Coleta

A coleta de REEE consiste no recebimento, armazenamento temporário e encaminhamento desse tipo de material. Pode acontecer em pontos fixos, ou então acompanhando temporariamente campanhas de coleta de materiais. Já houve experiências pontuais de campanhas, por exemplo, que por tempo determinado recebiam impressoras usadas em troca de desconto para compra de novas impressoras. A coleta de REEE deve seguir uma série de precauções em relação ao tratamento e manipulação de materiais, e contar com espaço suficientemente flexível para abrigar um tipo de material cujo volume pode variar bastante de acordo com múltiplas variáveis.

A coleta precisa seguir uma série de regulamentações. Por exemplo, o consumidor precisa assinar um termo de doação dos equipamentos dos quais está se desfazendo. Além disso, os estabelecimentos que se dispuserem a receber materiais precisam obter licenciamento ambiental específico considerando que a lei trata os REEE como material perigoso. Nos casos em que o REEE é transportado entre estados diferentes, é preciso também recolher imposto sobre esse resíduo.

Varejo

Ocupando posição privilegiada - em contato direto com o consumidor -, o varejo já tem oferecido, pontualmente e de maneira espontânea, pontos de recebimento de diferentes

materiais eletroeletrônicos ou afins. Como reflexo da crescente presença da preocupação ambiental na opinião pública, tais iniciativas são por vezes propostas até mesmo por empresas que não estão necessariamente relacionadas ao mercado dos eletroeletrônicos.

A coleta espontânea de REEE no varejo encontra dificuldades particulares. Uma delas é o potencial alto custo para manutenção da necessária infraestrutura física de recebimento e armazenagem. Os benefícios decorrentes da associação da marca à sustentabilidade podem não ser suficientemente vantajosos em relação à ocupação de espaço com uma atividade que essencialmente não gera receita direta. Ainda mais delicados são os potenciais problemas decorrentes da já citada regulamentação a respeito dos REEE como resíduos perigosos.

Assistência técnica

Outro canal com grande potencial para realizar a coleta de REEE são as oficinas de assistência técnica: estabelecimentos que realizam o conserto ou a manutenção de aparelhos eletrônicos em geral. Contam com capilaridade e penetração análoga ao varejo - mais de 10 mil oficinas em todo o país, segundo a ABRASA (Associação Brasileira de Serviço em Eletroeletrônicos). Sua expansão costuma acompanhar o crescimento do mercado de EEE em áreas como telefones celulares, informática e outras. Grande parte do público atendido é de clientes residenciais.

Os estabelecimentos de assistência técnica podem estar associados a uma ou mais fabricantes, ou então atuar de maneira independente. Ainda segundo a ABRASA, estima-se que a quantidade de assistências sem bandeira seja 2,5 vezes maior do que de autorizadas. A motivação para filiar-se a uma bandeira costuma ser o acesso a tecnologia e treinamento, e o acesso a peças originais a um custo mais baixo. É frequente que as máquinas, ferramentas e equipamentos utilizados sejam adquiridos em condições de incentivo.

As oficinas de assistência técnica já atuam informalmente como pontos de recebimento de EEE em fim de vida útil. Muitos consumidores abandonam equipamentos defeituosos cujo conserto tenha elevado custo ou seja tecnicamente inviável. Enfrentam nesse sentido algumas condições específicas. Por exemplo, a lei de proteção ao consumidor obriga que mantenham por um período determinado o equipamento enviado para conserto. Também enfrentam a mesma situação do varejo em relação ao custo do espaço físico para armazenagem. Outra percepção do mercado é que o avanço da tecnologia, a competitividade da indústria e a introdução de produtos sem peças de substituição reduziram o índice de defeitos passíveis de reparo nos EEE. No que tange à gestão de descartes, em geral dispõem-se a recolher apenas equipamentos menores, que exijam menos espaço para armazenagem. E gostariam de introduzir mecanismos de regulamentação que lhes permitam tratar os equipamentos não como resíduos, e sim como produtos.

Poder público

Governos estaduais e municipais têm realizado campanhas de coleta de REEE - frequentemente concentrando-se em pilhas e baterias, e no formato de mutirão - um ou dois dias de coleta voltados a fins ou datas específicos. Não está claro o que fazem com o material resultante. Com a exigência de apresentação de planos municipais de resíduos sólidos ainda em 2012, espera-se que um número considerável de municípios passe a receber REEE, mesmo sem ter clareza sobre o que fazer posteriormente com esse tipo de material.

Cooperativas de catadores

Catadores de material reciclável costumam realizar a coleta de REEE juntamente com outros tipos de material, e é frequente que afirmem não saber como destiná-lo de maneira apropriada. Com o suporte de estruturas locais de recebimento de material, poderiam ajudar na coleta de REEE. Entretanto, como se trata de resíduo perigoso, é necessário que os catadores sejam capacitados e portem os devidos equipamentos de proteção para transportar esse tipo de material.

As cooperativas de catadores costumam fazer a coleta, triagem e em alguns casos até o pré-processamento (desmontagem) de REEE. A coleta e o pré-processamento de REEE's representam em torno de 15% do faturamento das cooperativas de catadores segundo levantamento feito durante as entrevistas com os atores da cadeia. Competem principalmente com a reciclagem de papelão, alumínio e plástico. É comum que utilizem caminhões para coleta programada nos bairros que atendem, não trabalhando mais com a figura do carroceiro. Muitos destes não se adequaram à rotina de obrigações das cooperativas e preferem trabalhar individualmente. Desse modo, apesar do maior risco podem chegar a ter um faturamento maior.

Estima-se que existam 600.000 catadores no Brasil. Um estudo desenvolvido em Israel pelos pesquisadores Roei Levy e Hagar Tzamerte Karcher para a Fundação Friedrich Ebert aponta que cada 1.000 toneladas de resíduo reciclado geram cinco empregos adicionais na indústria de reciclagem.

Entre os problemas enfrentados pelas cooperativas está a existência das “cooperativas de fachada”, que exploram mão de obra barata mas não adotam uma postura verdadeiramente cooperativa. Como resultado, todo o setor se enfraquece e perde credibilidade. A falta de incentivo do poder público, em especial na esfera municipal, também é responsável pela precarização do trabalho das cooperativas. Elas poderiam contar com maior capacitação, o que possibilitaria agregar valor nas atividades que desenvolvem. Essa ausência de capacitação é acentuada pela alta rotatividade nas cooperativas, o que pode ocasionar um reduzido nível de compromisso. O setor costuma expressar o desejo por maior apoio do setor privado, em especial com capacitação e parcerias.

Pequenas empresas de reciclagem

Algumas empresas de pequeno porte que atuam na triagem, pré-processamento e reaproveitamento de alguns materiais também atuam como pontos de recebimento de REEE. Costumam manifestar receio a respeito do volume de material inservível e sem valor comercial com que acabam tendo contato.

e. Reciclagem

Reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. Em geral, cumprem uma série de etapas (da Silva; Martins; de Oliveira, 2007 e Franco, 2008):

1. Eliminação dos dados, no caso de equipamentos de informática e telecomunicações;
2. Pesagem;

3. Desmontagem;
4. Separação por tipo de materiais - ferrosos, não ferrosos e plásticos;
5. Compactação dos materiais de características similares;
6. Processamento mecânico e/ou químico para recuperação de materiais de valor. Essa etapa pode ser subdividida em uma ou mais entre as fases abaixo:
 - Trituração e moagem;
 - Desintoxicação;
 - Filtragem
 - Liquidificação
 - Separação por densidade
 - Separação por eletrólise
 - Decantação;
 - Refinagem.
7. Tratamento e disposição de resíduos perigosos.

Cada uma dessas fases tem riscos ambientais particulares, que requerem a tomada de medidas de prevenção específicas. Através da reciclagem, os REEE dão origem a matéria prima não-virgem que pode ser devidamente reinserida no processo produtivo, reduzindo a demanda por extração de nova matéria-prima. Os insumos gerados pela reciclagem de REEE não serão necessariamente utilizados para a mesma finalidade: alguns materiais vão, por exemplo, para a indústria cerâmica ou de pigmento.

A área de reciclagem de eletrônicos já conta com recicladoras em diferentes regiões do Brasil, como pode ser visto nos mapas abaixo.

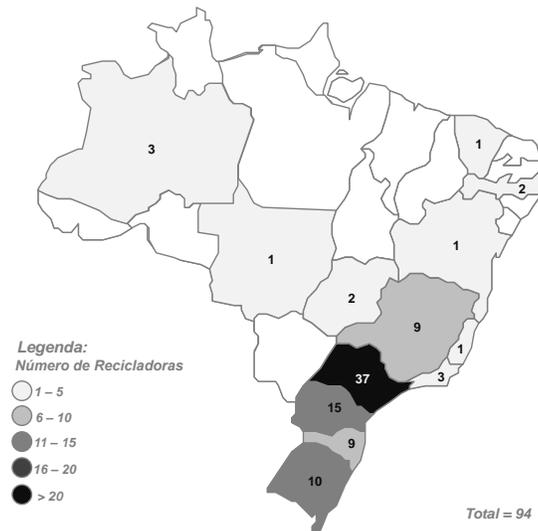


Figura 10 - Recicladoras de REEE atuantes no Brasil

Fonte: Análise Inventta.

O setor de reciclagem no Brasil sofre de instabilidade no fornecimento de materiais, ocasionada pela alta informalidade da coleta e da logística. Em decorrência da escala ainda relativamente reduzida, faltam também ao setor as condições de investir em tecnologia de ponta. Por esse motivo, o que existe no país em termos de separação e tratamento de insumos nobres de REEE tem baixa eficiência quando comparado com tecnologias existentes em outros países. Parte considerável dos REEE gerados no país precisam assim ser exportados para o devido tratamento. Existem empresas cuja operação no país se limita à separação e moagem do material, que posteriormente será processado em plantas na Ásia. Um levantamento realizado no sistema Aliceweb apontou que em 2011, um volume superior a 20.000 toneladas de resíduos potencialmente originados de equipamentos eletroeletrônicos, foram exportados a partir do Brasil.

Tabela 4 – Exportação de resíduos a partir do Brasil (em toneladas)

Tipo de Resíduo	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Polímeros e outros plásticos	13.826	12.409	7.984	3.946	5.473	5.772
Ferro	7.317	19.571	30.705	18.842	9.815	15.774
Acumuladores Eletr. de Chumbo	-	-	-	-	6	32
Vidro	-	145	4	14	7	-
Total	21.143	32.126	38.693	22.802	15.300	21.579

Fonte: Aliceweb (Cesta de Produtos: 39151000, 39152000, 39153000, 39159000, 70010000, 72041000, 85481010), Análise Inventta.

Mesmo frente a um crescente esforço institucional no estímulo à reciclagem, existem poucos mecanismos legais para proporcionar isenções fiscais nessa atividade. Uma reivindicação do setor é que a reciclagem passe a ter uma carga tributária mais condizente com a sua vital importância na sociedade. Além disso, a etapa de doação é onerosa para o sistema como um todo, o que indica a necessidade de readequação tributária dos próprios REEE.

Estudos internacionais associam altas taxas de reciclagem à existência de incentivos econômicos formais (Bohr, 2007). Isso se deve à proporcionalidade do custo da reciclagem em relação a sua eficiência: quanto mais se busca uma alta taxa de reciclagem (gerando uma menor quantidade de rejeitos), mais caro fica o processo. Sistemas economicamente eficientes de reciclagem de eletrônicos dependem também da existência de grandes atores profissionais com plantas de alta capacidade e altas taxas de utilização (ibid.). Segundo relatos de representantes da indústria brasileira de reciclagem de REEE's, a demanda atual é pequena em relação à base instalada - têm a capacidade de absorver um aumento considerável no volume de material processado. Um tal incremento quantitativo também proporcionaria um maior investimento em tecnologia, o que tende a aumentar a eficiência da reciclagem.

f. Matérias-primas

Os muitos materiais utilizados originalmente na fabricação de equipamentos eletroeletrônicos vêm de diversas localidades. Por exemplo, grande parte do cobre utilizado como condutor elétrico é extraído de minas chilenas. Já o silício, utilizado como semicondutor em circuitos

eletrônicos, é extraído desde diferentes regiões em todo o planeta. Algumas matérias-primas em particular têm uma situação bastante delicada devido a questões geopolíticas. É o caso do tântalo, elemento utilizado na fabricação de capacitores. Ele é encontrado no mineral columbita-tantalita (conhecido internacionalmente como “coltan”), que tem reservas expressivas na República do Congo. A posse sobre as minas de *coltan* é reputada como um dos principais motivos para a manutenção da guerra civil naquele país ao longo das últimas décadas.

Outros materiais utilizados são tipos variados de metais - entre metais pesados potencialmente tóxicos e metais inertes -, além de compostos plásticos. Alguns equipamentos também fazem uso de aditivos químicos para finalidades específicas. Nesse quesito, chama atenção a diretiva europeia *RoHS* (Diretiva para a Restrição de Substâncias Perigosas), adotada em 2003 e efetiva a partir de 2006. A *RoHS* restringe a quantidade permitida de seis tipos de material perigosos na manufatura de produtos:

- Chumbo (*Pb*);
- Mercúrio (*Hg*);
- Cádmio (*Cd*);
- Cromo Hexavalente (*Cr6+*);
- Bifenilas Polibromadas (*PBB*);
- Éter DifenilPolibromado (*PBDE*).

Segundo a *RoHS*, a maior concentração permitida dessas substâncias por peso de material homogêneo é de 1.000 *ppm* (partes por milhão), com exceção do Cádmio, cuja maior concentração permitida é de 100 *ppm*. Produtos e situações específicos estão isentos da *RoHS* - painéis solares e alguns instrumentos industriais, além de produtos já cobertos por outras diretivas, como baterias.

Apesar de a PNRS e outras peças legislativas indicarem de maneira genérica o estímulo à incorporação de matéria-prima não-virgem (reciclada) no processo produtivo, não foi encontrada nenhuma medida concreta nesse sentido. O que existem são iniciativas experimentais isoladas que preveem a utilização de matérias-primas renováveis ou já recicladas na fabricação de EEE. A britânica *Giraffe Innovation*, empresa dedicada ao design sustentável, desenhou em 2009 equipamentos de áudio feitos com plásticos reciclados. Outro exemplo é um protótipo de telefone celular desenvolvido pela Nokia que reutilizaria plástico de garrafas de água na sua fabricação. Entretanto, o produto não tem data de lançamento por conta da ausência de uma cadeia produtiva estruturada para o fornecimento do material. A página sobre reciclagem e reutilização da HP brasileira afirma que a companhia recebe equipamentos ao fim da vida útil, e que “seus resíduos são transformados em matéria-prima que será reaproveitada na fabricação de novos produtos”.

Atualmente o Brasil exporta material de alto valor agregado (contendo inclusive ouro e outros metais preciosos) a preço similar ao da sucata comum de REEE. Para evitar tal evasão de material, é necessário investir em tecnologia que possibilite o aumento da eficiência da reciclagem, e assegure a extração desses materiais em solo doméstico.

g. Destinação Final

Por mais que se busque uma alta eficiência na recuperação e reciclagem de materiais, o processamento de REEE sempre gera uma quantidade de rejeito - material cujo reaproveitamento é inviável. Como ele é composto muitas vezes por elementos potencialmente perigosos, é necessário adotar medidas de minimização de seu impacto socioambiental. Ao contrário de outros tipos de resíduo, no caso dos REEE a valorização energética (incineração com subsequente transformação de calor em energia elétrica) não é recomendada. Isso se explica pela presença de metais pesados como o cobre e o chumbo, que exigiriam o tratamento especial dos gases da combustão e dos rejeitos da incineração, o que colocaria em risco a viabilidade econômica do processo (Franco, 2008). A opção que resta é a distribuição ordenada dos rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas para evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e minimizar impactos ambientais adversos.

Os rejeitos de REEE, naturalmente, não devem ser descartados em bota-foras ou lixões a céu aberto, devido ao elevado risco de contaminação. Estudos apontam que a presença de metais pesados associada ao ambiente com baixo pH e longo tempo de exposição indicam que nem os aterros sanitários são adequados à deposição de rejeitos de REEE. Placas de circuito impresso, monitores CRT e outros componentes devem ser classificados como resíduos perigosos e ser eliminados em áreas devidamente licenciadas para este fim (Franco, 2008). Nesse setor, o Brasil já conta com atores privados preparados para lidar com tal questão.

3.1.3 Volume de resíduos eletroeletrônicos

O cálculo do volume de REEE surge como uma condição básica e relevante em qualquer estudo ou modelo relativo ao tema. Esse montante influenciará o impacto ambiental e todo o planejamento para implantar um modelo de logística reversa. Por isso trata-se de um valor sensível, que deve ser estimado com cautela e cercado de cuidados.

Montantes subestimados podem sobrecarregar o sistema, onerar a cadeia de forma inesperada e gerar uma sobrecarga na disposição final. Já montantes superestimados podem desorientar a cadeia de reciclagem, diminuir a ocupação da estrutura montada (aumentando os custos) e desestimular os agentes envolvidos.

Cinco metodologias para estimativa do volume de REEE foram identificadas e estudadas no âmbito do estudo (ver ANEXO 10.1). De forma a minimizar o nível de incerteza nas estimativas, a metodologia aplicada no estudo foi selecionada a partir da disponibilidade de informações necessárias para sua aplicação.

a. Cálculo do Volume a partir do método “Suprimento do Mercado”

Para elaboração do estudo foi utilizado o método “Suprimento do Mercado”, cuja figura abaixo apresenta detalhadamente a sua lógica de cálculo:

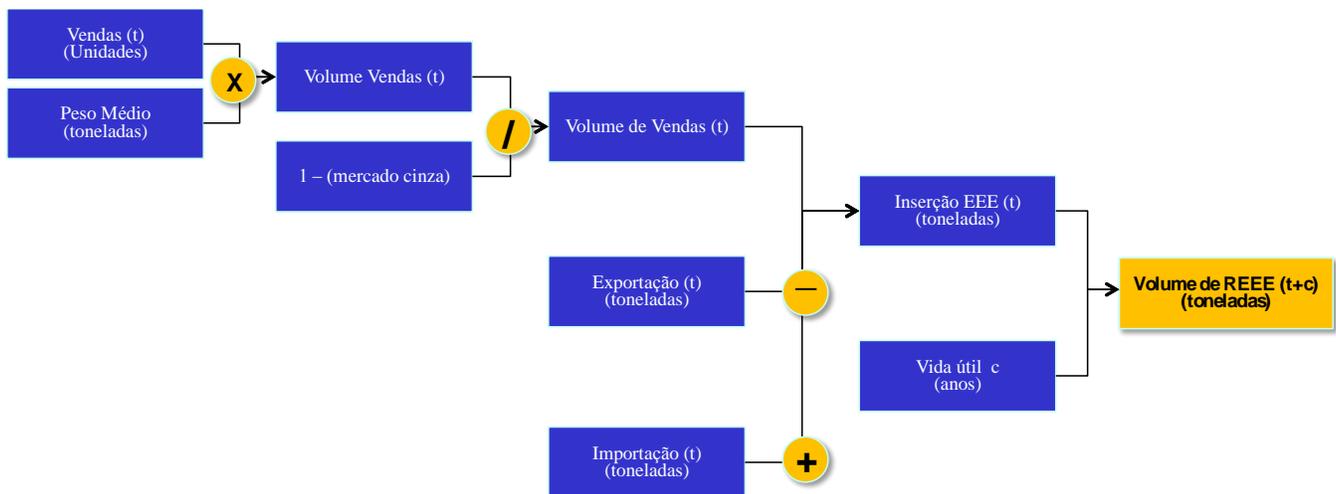


Figura 11 - Geração de REEE utilizado

Cálculo da Inserção de EEE

Primeiro é calculado o volume inserido de um Equipamento Eletroeletrônico p em um ano t da seguinte forma :

$$\text{Volume de EEE } p(t) = \text{Vendas } p(t) / [1 - \text{Cinza } p(t)] + \text{Importação } p(t) - \text{Exportação } p(t)$$

Onde:

- $\text{Vendas } p(t)$ é o volume de vendas do produto p no ano t ;
- $\text{Cinza } p(t)$ é o percentual do mercado cinzado do produto p no ano t ;
- $\text{Importação } p(t)$ é a importação do produto p no ano t ;
- $\text{Exportação } p(t)$ é a exportação do produto p no ano t ;

O volume de vendas (em unidades) é multiplicado pelo peso médio. As importações e exportações são obtidas em *kilogramas* (AliceWeb).

Tabela 5 - Peso médio dos EEE

Produto	Peso Médio (kg)
Refrigeradores	57,950
Fogões	44,292
Lava roupa	36,512
Ar condicionado	8,000
Televisor/Monitor	37,234
LCD/Plasma	12,000
DVD/VHS	3,374
Produtos de áudio	10,400
Desktop	24,283
Notebooks	2,368
Impressoras	6,312
Celulares	0,124
Batedeira	2,900
Liquidificador	2,650
Ferro elétrico	1,177
Furadeira	1,700

Fonte: Análise Inventta, Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de MG (2009).

Cálculo do Volume de REEE

Volume de EEE $p(t)$ é transformado em REEE $p(t+c)$ REEE, tal que c representa a vida útil do produto:

$$\text{Volume de REEE } p(t+c) = \text{Volume de EEE } p(t)$$

Por exemplo, se no ano de 2010 foram inseridas 100 toneladas de celulares aos quais foram atribuídos em média 3 anos de vida útil, em 2013 haverá o potencial de produção de 100 toneladas de REEE provenientes destes celulares.

Tabela 6 - Ciclo de Vida dos EEE

Produto	Ciclo de Vida (anos)
Refrigeradores	15
Fogões	12
Lava roupa	11
Ar condicionado	9
Televisor/Monitor	10
LCD/Plasma	7
DVD/VHS	7
Produtos de áudio	7
Desktop	7
Notebooks	4
Impressoras	6
Celulares	3
Batedeira	5
Liquidificador	5
Ferro elétrico	5
Furadeira	5

Fonte: Análise Inventta, Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de MG (2009).

Apresentamos abaixo as curvas de inserção de equipamentos eletroeletrônicos no mercado brasileiro, estimados a partir dos dados de vendas, importação e exportação.

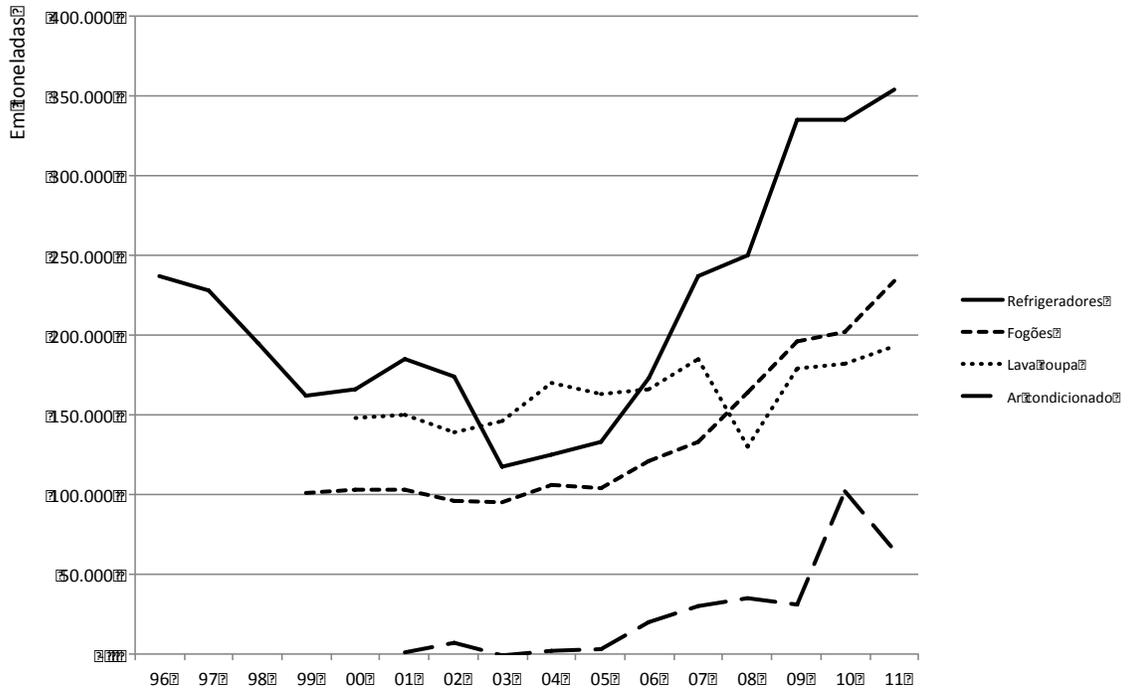


Figura 12–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Branca no mercado nacional

Fonte: Abinee, Eletros, Análise Inventta.

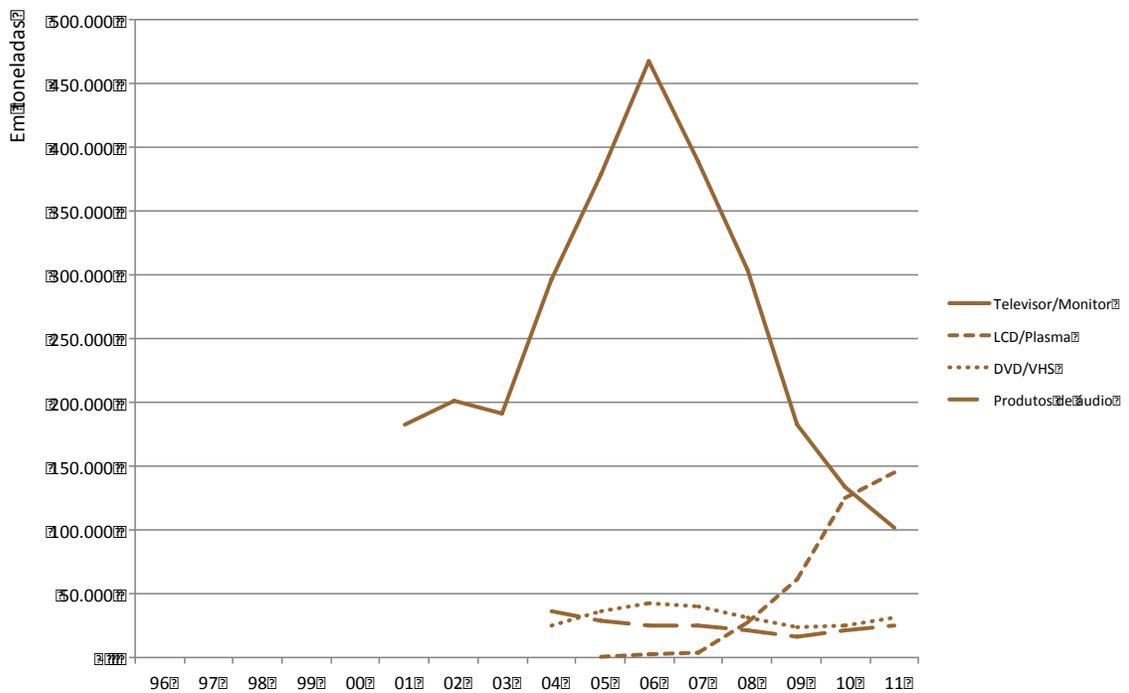


Figura 13–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Marrom no mercado nacional

Fonte: Abinee, Eletros, Análise Inventta.

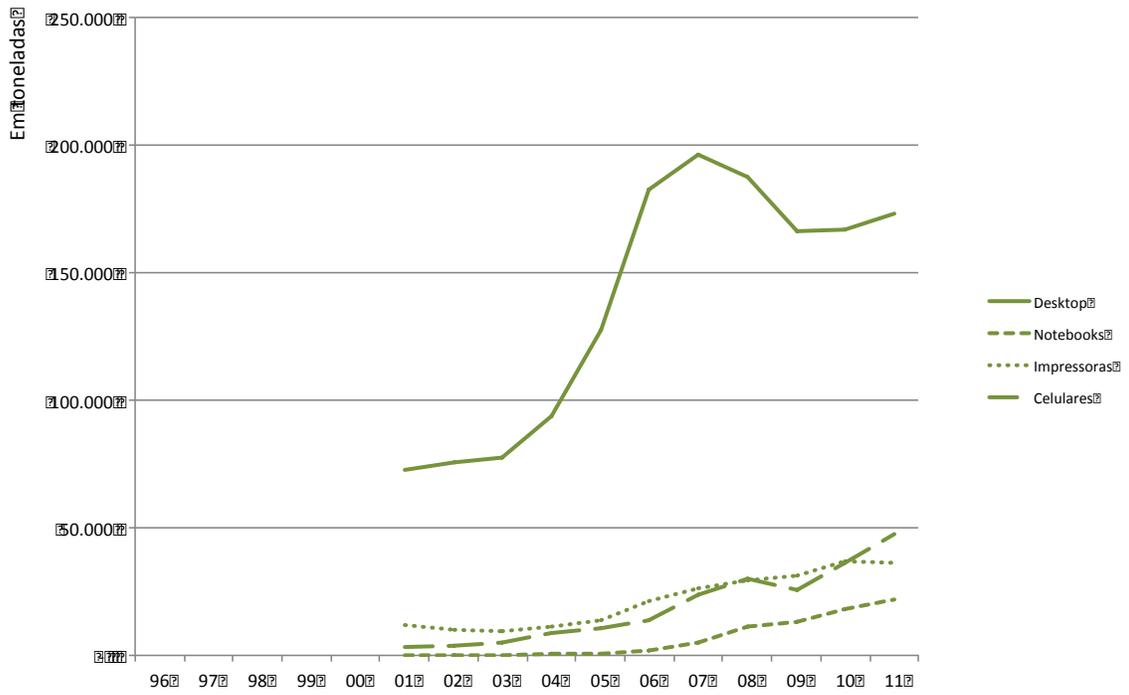


Figura 14–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Verde no mercado nacional

Fonte: Abinee, Eletros, Análise Inventta.

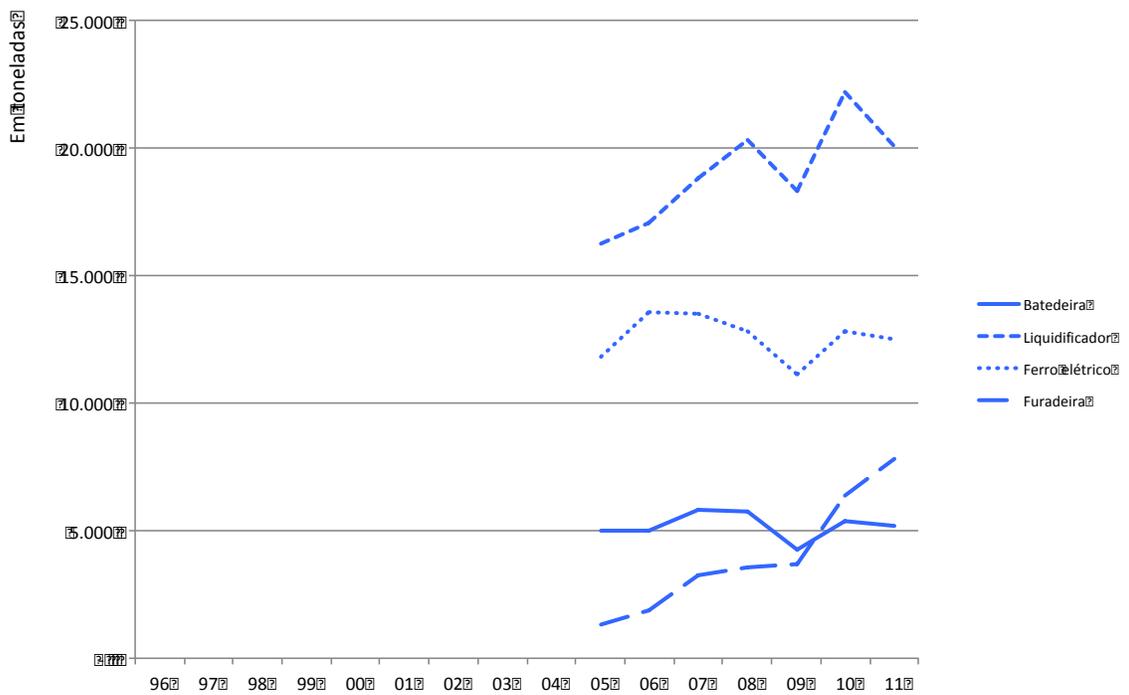


Figura 15–Inserção de eletroeletrônicos da Linha Verde no mercado nacional

Fonte: Abinee, Eletros, Análise Inventta.

Segmentação do REEE por porte médio

Para fins de simplificação da análise optou-se por segmentar os resíduos em dois grandes grupos: os resíduos de grande porte e os de pequeno porte.

O volume de REEE de grande porte foi calculado somando todos os REEE's provenientes da linha branca (Refrigeradores, Fogões, Lava roupa e Ar condicionado).

O volume de REEE de pequeno porte foi calculado somando todos os outros REEE's considerados no estudo (Televisor/Monitor, LCD/Plasma, DVD/VHS, Produtos de áudio, Desktop, Notebooks, Impressoras, Celulares, Batedeira, Liquidificador, Ferro elétrico, Furadeira).

Resultados

Utilizando os dados e metodologia apresentados, obteve-se o seguinte volume potencial de geração de REEE's:

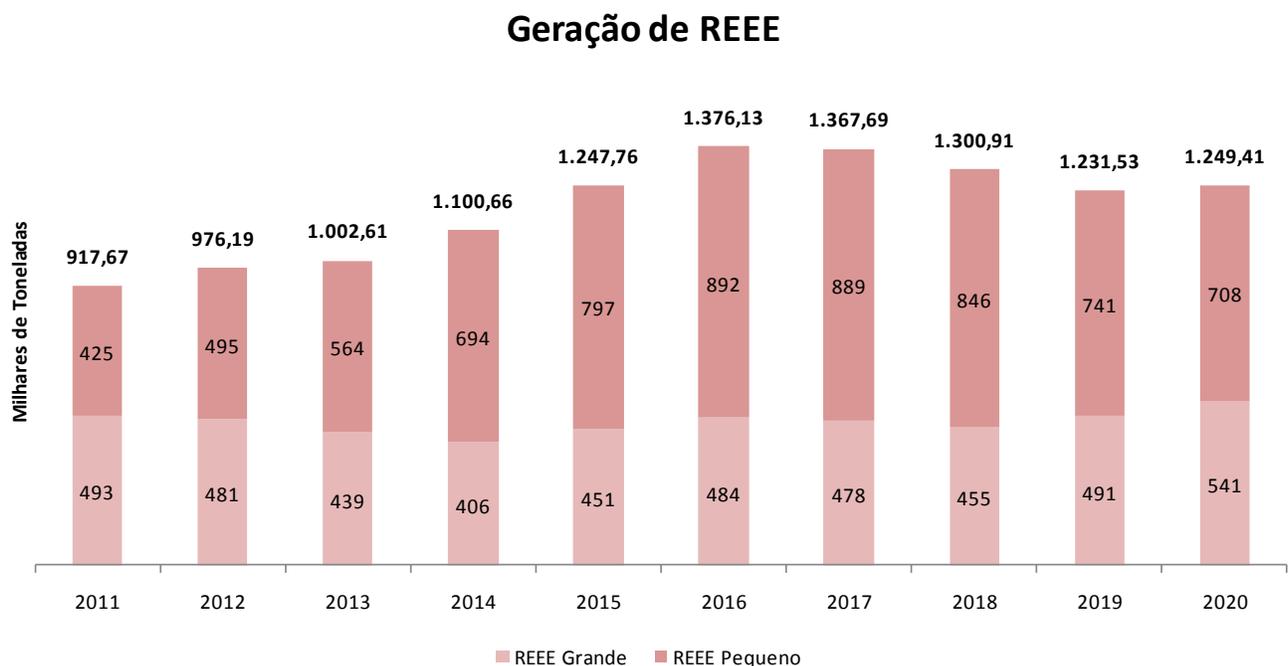


Figura 16 - Estimativa da geração de REEE

Fonte: Análise Inventta

b. Comparação com o Benchmarking Internacional

Após a aplicação da metodologia, utilizaram-se referências internacionais para balizar e verificar os valores calculados.

Como análise da razoabilidade dos resultados (*sanity-check*), comparamos o valor encontrado com referências internacionais. Para comparação utilizamos o PIB per capita (que apresentou forte correlação com a geração de REEE per capita). Dessa forma, foi feita uma dispersão comparando valores internacionais com o pontos máximo e mínimo da estimativa realizada.

Tabela 7 - Renda per capita e geração de WEEE

País	PIB (US\$/habitante)	Geração WEEE (kg/habitante)
Dinamarca	34.600	23,2
Finlândia	30.900	23,0
Alemanha	30.400	14,6
Reino Unido	30.300	29,4
França	29.900	24,0
Suécia	29.800	23,9
Estônia	16.700	8,2
Hungria	16.300	11,4
Lituânia	13.700	6,3
Polônia	13.300	8,4
Bulgária	9.600	5,7
Brasil (mínimo 2011)	11.900	4,8
Brasil (máximo 2016)	11.900	7,2

Fonte: Análise Inventta; CIA WorldFactbook; United Nations University

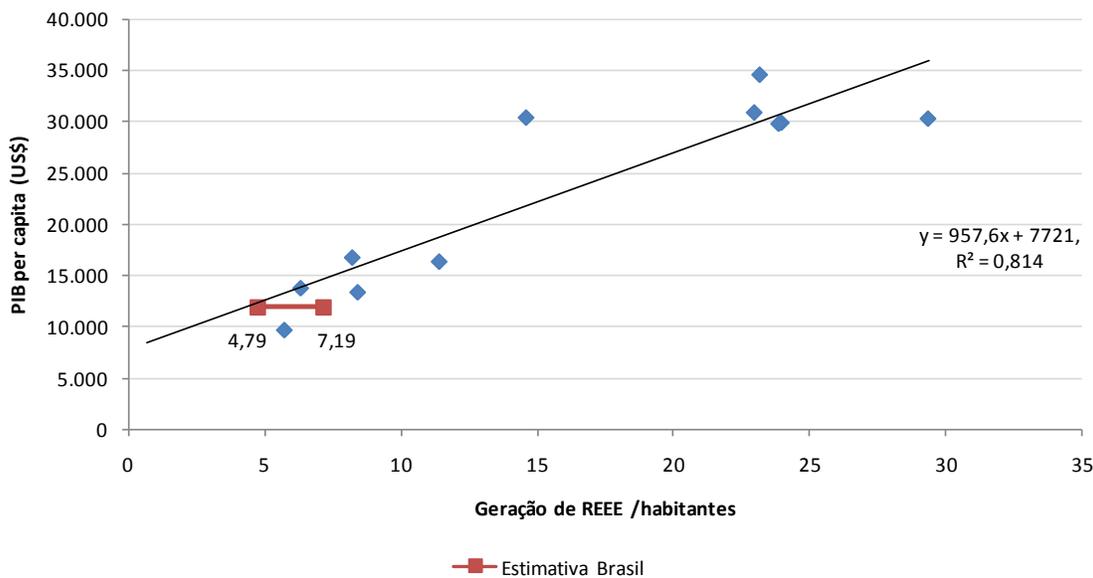


Figura 17 - Correlação PIB/capitae Geração de REEE

Fonte: Análise Inventta; United Nations University – Final Report (2008)

Na Figura 17, é possível observar que a estimativa mínima de geração de REEE ficou próxima da curva esperada para o PIB per capita do Brasil enquanto o valor máximo ficou ligeiramente acima da estimativa para o PIB per capita brasileiro. Vale ressaltar que os valores observados no *benchmarking* internacional referem-se também a estimativas de potencial de geração de REEE.

3.2 Situação da infraestrutura para sistemas de logística reversa

A logística reversa de REEE compreende seu recebimento e transporte desde o consumidor até as empresas de reciclagem e/ou sua disposição final. Conectando todas as regiões do país, o setor de logística brasileiro enfrenta com sucesso condições adversas: a escala continental do país, a precariedade de infraestrutura em regiões mais distantes dos grandes centros, a reduzida oferta de alternativas modais, as disparidades regionais em relação a tributação e custos de operação, entre outras. Mesmo com tais variáveis, é um setor robusto e com alta penetração territorial.

A construção de um sistema de logística reversa para os REEE deve fazer frente a algumas particularidades. A adesão dos usuários está condicionada à facilidade no descarte de equipamentos - por exemplo, o consumidor só vai descartar sua geladeira usada a partir do momento em que a nova esteja a ponto de ser instalada. Diferentes portes de equipamentos sugerem sistemas diferenciados de descarte: retirada doméstica para equipamentos de grande porte, pontos de entrega voluntária para equipamentos menores. Outra condição, no caso de equipamentos como computadores, telefones e *tablets* é a confiabilidade no tratamento que o sistema dá aos dados pessoais neles gravados. Se houver alguma dúvida a respeito da proteção à privacidade desses dados, o consumidor tenderá a postergar ou mesmo evitar o descarte. Também importante é a exigência de transferência de titularidade: o recebimento de equipamentos exige a emissão de um termo de doação, garantindo a legalidade de seu transporte.

Uma vez que o equipamento entre no sistema de logística reversa, ele fará parte de uma cadeia de processos que vão culminar em sua reciclagem ou neutralização de seus componentes. As etapas da logística reversa são: descarte, coleta ou recebimento, triagem, reciclagem e disposição final. Tipicamente, cada uma dessas fases será desenvolvida em diferentes organizações, conectadas pelo sistema de logística reversa.

A indústria brasileira de reciclagem de REEE conta com uma grande concentração geográfica, usualmente em áreas industrializadas ou de intensa atividade econômica. Ressalte-se que diversos representantes do setor indicam que a capacidade instalada está atualmente subutilizada, tendo potencial para absorver um grande aumento no volume de material processado. A dependência de transportar REEE para as áreas onde se concentram esses atores exige atenção especial, não somente pelas grandes distâncias que por vezes será necessário vencer, como também por aspectos tributários. A princípio, o transporte interestadual impõe taxaço sobre toda mercadoria circulante. Na ausência de acordos que, em vista da relevância da logística reversa para o bem comum, isentem de impostos o transporte de REEE entre estados, o sistema será excessivamente onerado.

3.3 Aspectos legais dos REEE's

A legislação ambiental brasileira pode ser considerada em diversos aspectos uma das mais avançadas do mundo. A Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecida em 1981, já criava instrumentos para o planejamento, a gestão e a fiscalização ambientais. Em 1998 foi sancionada a Lei de Crimes Ambientais, que prevê a responsabilização de pessoas físicas e jurídicas por infrações ambientais. Essa lei uniformizou o formato das punições, além de ter incorporado a extinção de pena frente à comprovação de recuperação do dano ambiental. Ela prevê multas de até R\$ 50 milhões para crimes ambientais, o que dá a medida da prioridade que o poder público tem dedicado a reduzir os impactos ambientais. Entretanto, apesar de muitos avanços, os REEE em particular só eram contemplados por legislação específica no aspecto particular do gerenciamento pós-uso de pilhas e baterias - tratada na resolução 257 do CONAMA, de 1999 (posteriormente substituída pela resolução 401, de 2008).

É nesse contexto que se insere a aprovação, em 2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei 12.305). Ela integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com as diretrizes nacionais para o saneamento básico e com a Política Federal de Saneamento Básico, nos termos da Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, com a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, e com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999.

Tabela 8 - Histórico dos aspectos legais

Data	Legislação	Do que trata
12-Fev-98	Lei nº 9.605	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
02-Ago-10	Lei nº 12.305/10	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605 e dá outras providências.
23-Dez-10	Decreto 7.404/10	No. Regulamenta a Lei no 12.305, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
04-Abr-11	Portaria No. 113/11	Aprova Regimento Interno para o Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa.

Fonte: Análise Inventta

Além de estabelecer medidas como a erradicação dos lixões a céu aberto, a fiscalização de aterros sanitários e o incentivo à reciclagem de resíduos, a PNRS traz ainda diversos avanços. Ela cria novos instrumentos que reconhecem a potencial toxicidade de determinados tipos de resíduo, além de estabelecer a responsabilidade compartilhada entre indústria, comércio, usuários e poder público. Em dezembro de 2010, a PNRS foi regulamentada pelo

Devido, entre outros fatores, à sua longa tramitação, quando da aprovação da PNRS no Congresso Nacional diversos estados e municípios já haviam desenvolvido legislação e mecanismos próprios voltados ao gerenciamento de resíduos sólidos (Figura 18). A PNRS constitucionalmente sobrepõe-se a esses dispositivos, prevendo a suspensão automática e imediata das legislações estaduais e municipais no momento da entrada em vigor da norma federal. Parte-se do princípio de que o genérico compete à União e o detalhamento ao poder estadual ou local, mas que estes só podem ser mais restritivos do que a União, nunca mais brandos ou tênues ao agir. (FELDMANN in YOSHIDA, 2012). Eventuais conflitos durante a necessária adaptação da PNRS aos diferentes dispositivos locais e estaduais já existentes serão irrelevantes frente aos benefícios de uma política estruturada e abrangente.

Com a PNRS, torna-se responsabilidade obrigatória dos municípios e do Distrito Federal a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos em seus próprios territórios. Como mecanismo indutor, a PNRS erige os planos de resíduos sólidos como condição para os estados, DF e os municípios terem acesso a recursos da União. Priorizam-se soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluindo a elaboração e implementação de plano intermunicipal ou de planos microrregionais de resíduos sólidos. Reflexo da intenção da PNRS na inclusão social e valorização econômica da atividade dos catadores, são também priorizados os municípios que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Aos estados é atribuída a promoção da integração de gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, bem como o controle e fiscalização das atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental pelo órgão estadual competente. Também se atribui aos estados o papel de apoiar iniciativas consorciadas ou compartilhadas entre diferentes municípios (YOSHIDA, 2012). Do ponto de vista econômico, a União, os Estados, o Distrito Federal e os municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios.

A PNRS toma como instrumentos os acordos setoriais assim como os termos de compromisso e os regulamentos. Coloca como diretrizes um modelo oposto ao de comando-controle, valorizando a cooperação, a interação e o reconhecimento. Além de manter o princípio do poluidor-pagador, já consagrado no direito ambiental, a PNRS introduz o conceito do protetor-recebedor - prevendo a possibilidade de compensação financeira para aquele que promover a preservação do meio ambiente.

Até a PNRS, o modelo tecnológico adotado para quase todo o resíduo (exceto no caso de resíduos decorrentes de serviço de saúde) era o aterramento sanitário de resíduos, sem qualquer tratamento. Com a lei, somente rejeitos - materiais cuja possibilidade de reaproveitamento foram esgotadas - podem ser aterrados. A PNRS não veda a utilização de incineração (fora dos casos em que ela é obrigatória), mas estabelece condições e exigências de tratamento e monitoramento de emissões.

Mesmo com a aprovação e iminente implementação da PNRS, os REEE ainda carecem de definição mais clara em alguns pontos delicados. Um desses pontos é sua classificação. Diferentes maneiras de enquadrar os materiais (na forma de produtos, resíduos ou rejeitos; e

se considerados perigosos ou inertes) vão ocasionar diferentes obrigações de segurança ambiental e laboral - incluindo a exigência de licenciamento dos pontos de recebimento, a fiscalização sobre seu transporte, o uso de equipamentos de proteção, a eventual remuneração por insalubridade e outras. Além disso, o regime de tributação sobre a circulação e o tratamento dos REEE, além de refletir o interesse do poder público em incentivar ou coibir determinadas práticas, também varia conforme a classificação dos materiais. A titularidade dos materiais também é um fator importante: para garantir amparo jurídico da logística reversa, pode ser necessário o preenchimento de um termo ou declaração de doação. A coleta, logística, reciclagem e disposição final dos REEE terão um custo, uma complexidade e uma viabilidade diferenciadas em decorrência do entendimento jurídico e de decisões tomadas nesse contexto.

4 SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA

4.1 Definição das variáveis-chave

Todo o processo de levantamento e análise de dados foi conduzido de forma a se identificar as variáveis-chave para a definição da modelagem da logística reversa para os resíduos eletroeletrônicos, a saber:

Variáveis-chave	A	B	C	D
	Fonte dos recursos para viabilização	Responsabilidade pelos órfãos	Metas de recolhimento e reciclagem	Grau de responsabilidade do Poder Público
E	F	G	H	I
Tratamento do REEE	Reuso no sistema de logística reversa	Segregação do REEE por marca	Responsabilidade proporcional pelo REEE	Modelo de competição

Figura 19 – Variáveis-chave selecionadas para a modelagem

Essas variáveis levantam os pontos cruciais para entendimento do modelo de forma simplificada, e apontam os prováveis direcionamentos para os principais pontos críticos de decisão que o estudo revela para a modelagem da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos.

Tabela 9 - Descrição e alternativas consideradas para cada variável-chave

Variável-chave	Descrição	Alternativas consideradas
A. Fonte dos recursos para viabilização	Refere-se a predominância da origem dos recursos para cobertura dos custos previstos na modelagem do sistema de logística reversa	1. Taxa ou Imposto 2. Fabricante / Importador 3. Custos compartilhados
B. Responsabilidade pelos produtos órfãos	Determina quem arca com o custo da logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos quando o fabricante ou importador for desconhecido	1. Poder público 2. Fabricante / Importador
C. Metas de recolhimento e reciclagem	Refere-se ao estabelecimento ou não de metas de recolhimento e reciclagem dos REEE	1. Sem metas 2. Com meta de reciclagem 3. Com meta de recolhimento e reciclagem
D. Grau de responsabilidade do Poder Público	Refere-se ao grau de envolvimento e responsabilidade do Poder Público na gestão, operação e viabilização do sistema de logística reversa de REEE	1. Legislador, regulamentador e fiscalizador 2. Atuante 3. Operador
E. Tratamento do REEE	Considera o tratamento a ser dado ao resíduo eletroeletrônico quanto ao seu valor comercial e grau de periculosidade	1. Mercadoria 2. Resíduo não perigoso 3. Resíduo perigoso
F. Reuso no sistema de logística reversa	Refere-se ao tratamento a ser dado ao reuso dentro do sistema de logística reversa	1. Não estimulado 2. Estimulado por campanhas 3. Viabilizado pelo sistema
G. Segregação do resíduo por marcas	Determina se haverá a segregação do resíduo eletroeletrônico por marca, suportando a determinação das responsabilidades referente a cada fabricante / importador	1. Com segregação por marca 2. Monitoramento por amostragem 3. Sem segregação por marca
H. Responsabilidade pelo REEE	Refere-se ao modelo de estabelecimento do volume de REEE sob a responsabilidade de cada fabricante	1. Individualizada 2. Definida proporcionalmente
I. Modelo de competição	Refere-se ao grau competição a ser estimulado na modelagem da logística reversa.	1. Monopólio 2. Competitivo

A seguir são detalhadas as variáveis encontradas para cada referência analisada e também para o modelo sugerido ao Brasil.

4.2 Benchmarking

Compilando aprendizados em relação a sistemas de logística reversa de REEE, foi feito um amplo mapeamento de experiências internacionais. Também fizeram parte do esforço de mapeamento experiências brasileiras e internacionais de logística reversa para outros tipos de resíduos como pneus, óleos lubrificantes, embalagem de agrotóxicos, e pilhas e baterias.

De forma a permitir um melhor entendimento, elaborou-se uma matriz que classifica as experiências mapeadas em duas dimensões:

- Modelo de competição: determina o grau de competição que caracteriza o modelo. Se é **monopolista**, uma organização tende a possuir o controle da coleta, reciclagem e disposição dos resíduos. Já no modelo **competitivo**, não há o controle do sistema por um grande ator mas sim vários atores atuando de forma competitiva na logística reversa.
- Responsabilidade pela logística reversa (da coleta à disposição final): determina quem é o responsável pela gestão da reciclagem e disposição dos resíduos.

A Figura 20 define as classificações adotadas para os modelos de competição e as responsabilidades no sistema de logística reversa:

Grau de competição	Responsabilidade
<p>Monopólio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uma instituição (governamental, algum ator mais relevante ou uma organização não governamental) possui praticamente controle da reciclagem/disposição dos resíduos. <p>Competitivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vários atores atuam na reciclagem/disposição dos resíduos. 	<p>Responsabilidade do Fabricante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O fabricante é responsável pelo processo de reciclagem/disposição dos resíduos. <p>Responsabilidade Compartilhada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mais de um agente da cadeia é responsável pelo processo de reciclagem/disposição dos resíduos. <p>Responsabilidade do Governo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O governo é responsável pelo processo de reciclagem/disposição dos resíduos.

Figura 20 – Macro-dimensões analisadas e suas alternativas

Aprofundando na classificação, os diversos modelos podem apresentar diferenças quanto à forma como os atores realizam suas obrigações. A Figura 21 demonstra algumas das maneiras como o modelo pode funcionar:

RESPONSABILIDADE PELA LOGÍSTICA REVERSA

		Fabricante	Compartilhada	Governo
MODELO DE COMPETIÇÃO	Monopolista	<p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalmente são iniciativas pioneiras de menor porte com intuito de marketing e/ou fortalecimento de marca do fabricante; • Em algumas iniciativas os fabricantes restringem a coleta apenas das suas próprias marcas; • Os números normalmente são menos significativas; 	<p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalmente são grandes organizações não governamentais que gerem a logística reversa; • Esse tipo de iniciativa é uma resposta mobilizada e organizada para a legislação vigente que determina responsabilidade compartilhada no processo; • Modelo mais utilizado por outros setores brasileiros; 	<p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> • O estado mobilizado para organizar e gerir a logística reversa; • Esse tipo de iniciativa requer um estado atuante com boa capacidade gerencial (tanto no aspecto da logística quando no aspecto financeiro);
	Competitivo	<p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalmente acontece quando muitas organizações não governamentais atuam na logística reversa; • Os fabricantes criam/se associam a diferentes instituições; • Esse tipo de estrutura é decorrente da iniciativa de diferentes fabricantes à legislação vigente; 	<p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equivalente ao caso [D], mas esse tipo de estrutura é decorrente da iniciativa de diferentes fabricantes à legislação vigente (que determina que a responsabilidade será compartilhada); 	<p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável

Figura 21 – Matriz de opções de modelos de logística reversa

A divergência de classificação permite uma análise das vantagens e desvantagens na adoção de cada modelo, definidos abaixo:

Responsabilidade do Fabricante no Modelo Monopolista

Prós:

- Ganhos de escala;
- Melhor governança;
- Facilidade de fiscalização;

Contras:

- Não há compartilhamento de custos entre outros responsáveis pelo resíduo;
- Pouca abertura para iniciativas de menor escala ou independentes;
- No caso de um grande volume de produtos órfãos, uma sobrecarga dos custos para os atores ligados ao sistema;

Responsabilidade Compartilhada no Modelo Monopolista

Prós:

- Ganhos de escala;
- A informação é bem consolidada e as estatísticas são documentados e conhecidas;

- Nenhum agente da cadeia fica sobrecarregado;

Contras:

- Rotinas para rateio de custos entre os participantes do sistema;

Responsabilidade do Governo no Modelo Monopolista

Prós:

- Ganhos de escala;
- A informação é bem consolidada e as estatísticas são documentados e conhecidas;
- O tratamento do passivo e dos órfãos é mais efetivo;
- Alta eficácia;
- Menor custo de fiscalização;

Contras:

- Normalmente viabilizado com impostos, taxas ou contribuições dos atores;
- Maior custo de gestão do sistema;

Responsabilidade do Fabricante no Modelo Competitivo

Prós:

- Os custos e a eficiência do processo são otimizados;

Contras:

- Existe menor alinhamento entre as ações e os dados são menos precisos;
- O passivo e os órfãos são mais difíceis de serem tratados;
- Menor ganho de escala;
- Maiores custos de fiscalização;
- Não há compartilhamento de custos entre outros responsáveis pelo resíduo;

Responsabilidade Compartilhada no Modelo Competitivo:

Prós:

- Os números normalmente são mais significativos;
- Os custos e a eficiência do processo são otimizados;
- Nenhum agente da cadeia fica sobrecarregado;

Contras:

- A governança é mais difícil, o alinhamento entre as ações e os dados são menos precisos;
- O passivo e os órfãos são mais difíceis de serem tratados;
- Requer uma estrutura mais complexa para o envolvimento de mais agentes;

Dentro dessa metodologia, foram mapeadas oito referências internacionais sobre REEE, quatro nacionais de outros setores e uma internacional do setor de embalagens. A Figura 22 permite a visualização da distribuição de todos os modelos analisados:

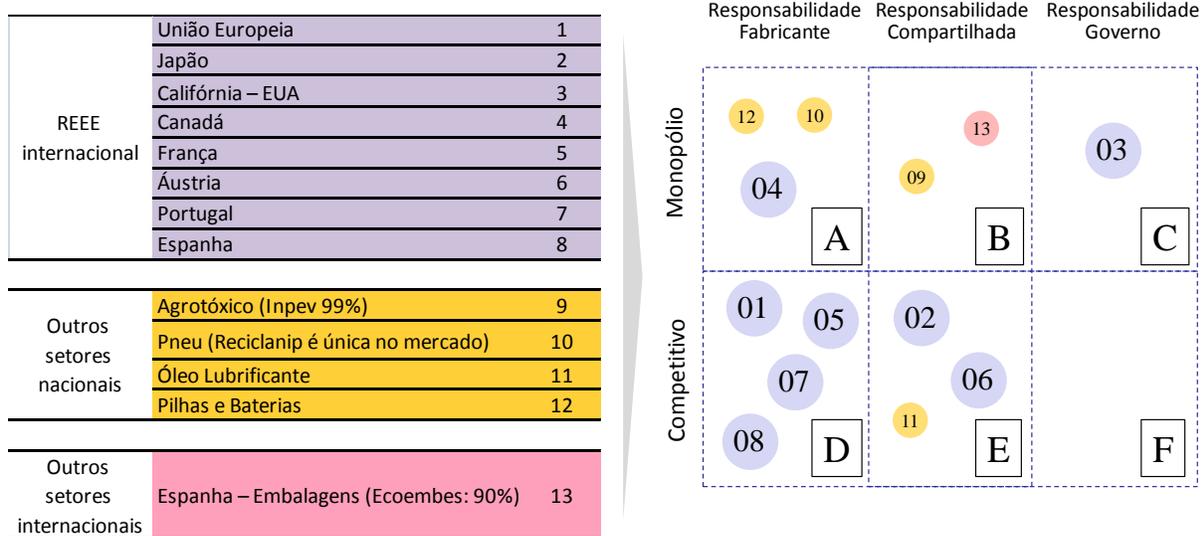


Figura 22 - Classificação das referências analisadas

Segundo as variáveis-chave do estudo, apresentadas anteriormente, pôde-se elaborar a Tabela 9 a qual apresenta os diversos programas estudados.

Tabela 10 - Representação Comparativa de todos os modelos analisados segundo as variáveis-chave do estudo

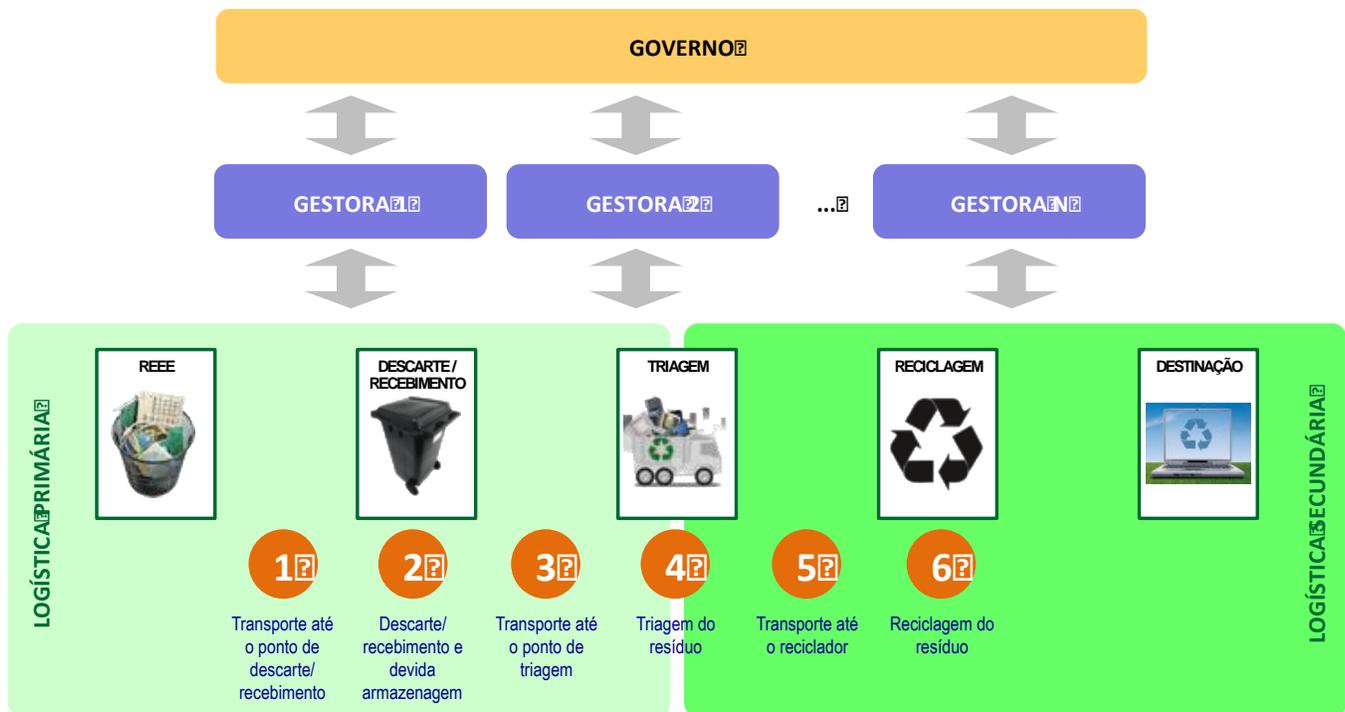
Variáveis-chave	Pneus Brasil	Agrotóxicos Brasil	Lubrificantes Brasil	Pilhas/Baterias Brasil	Embalagens Espanha	REEE França	REEE Califórnia EUA	REEE Canadá	REEE União Européia	REEE Espanha	REEE Portugal	REEE Japão	REEE Áustria
Fontes dos recursos para viabilização	Fabricantes/Importadores	Custo compartilhado	Fabricantes/Importadores	Fabricantes	Custo compartilhado	Taxa	Impostos	Fabricantes/Importadores	Fabricantes/Importadores	Fabricantes/Importadores	Fabricantes/Importadores	Custo compartilhado	Custo compartilhado
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante/Importador	Fabricante/Importador	Fabricante/Importador		Governo	Fabricante/Importador	Governo	Governo/Consumidor	Fabricantes/Importadores	Fabricantes/Importadores	Fabricantes/Importadores	Governo/Fabricantes	Fabricantes/Importadores
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento	Com meta de reciclagem	Com meta de reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem
Grau de responsabilidade do Poder Público	Atuante	Atuante	Legislador, regulador e fiscalizador	Legislador, regulador e fiscalizador	Operador	Fiscalizador, operador e legislador	Operador	Atuante	Fiscalizador, operador e legislador	Operador	Legislador, regulador e fiscalizador	Operador	Atuante
Tratamento do Resíduo	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo perigoso	Resíduo perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso	Resíduo não perigoso
Reuso do sistema logística reversa	Viabilizado pelo sistema	Não estimulado	Não estimulado	Não estimulado	Não estimulado	Viabilizado pelo sistema	Estimulado por campanhas	Viabilizado pelo sistema	Estimulado por campanhas	Não estimulado	Viabilizado pelo sistema	Estimulado por campanhas	Não estimulado
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Sem segregação por marca	Sem segregação por marca	Sem segregação por marca	Sem segregação por marca	Com segregação por marca	Sem segregação por marca	Sem segregação por marca	Com segregação por marca	Com segregação por marca	Com segregação por marca	Com segregação por marca	Sem segregação por marca
Responsabilidade proporcional pelo REEE	Definida Proporcionalmente	Definida Proporcionalmente	Definida Proporcionalmente	Definida Proporcionalmente	Definida Proporcionalmente	Individualizada	Individualizada	Definida Proporcionalmente	Individualizada	Individualizada	Individualizada	Individualizada	Individualizada
Modelo de competição	Monopólio	Monopólio	Competitivo	Monopólio	Monopólio	Competitivo	Monopólio	Monopólio	Competitivo	Competitivo	Competitivo	Competitivo	Competitivo

A análise aprofundada das referências, através qual é possível determinar com maior exatidão as decisões tomadas em cada modelo e o histórico de evolução dos mesmos, encontra-se detalhada no capítulo 9.2 do presente estudo.

4.3 Modelagem proposta

A modelagem proposta tem como características básicas:

- O sistema será estruturado para lidar com **REEE's de consumo**, ou seja, para lidar com descartes em **volumes razoáveis** para o perfil de consumo de uma pessoa física. Os REEE's oriundos de pessoas jurídicas não estão sendo considerados na modelagem.
- Logística reversa dividida entre **logística primária** (transporte da casa do consumidor até o centro de triagem) e **logística secundária** (transporte do centro de triagem até sua destinação final).
- **Logística primária distinta** entre REEE's de **pequeno porte** (portáteis) e REEE's de **grande porte**.
- **Associação obrigatória de fabricantes e importadores** à uma ou mais **organizações gestoras** que irão gerenciar o sistema de logística reversa e farão a interface com os autoridades competentes;
- **Implantação gradual** do sistema, priorizando inicialmente regiões com maior densidade de resíduos;
- Disponibilização de **rede de pontos fixos de descarte/recebimento em municípios de grande porte**.
- Realização de **campanhas de recolhimento em municípios não cobertos** pela rede de pontos fixos de descarte/recebimento.
- **Não haverá distinção entre marcas para fins logísticos**, apenas um monitoramento por amostragem para gestão e controle do sistema.
- Produtos considerados **órfãos serão processados pelos atores** porém **monitorados durante a fase de implantação** do sistema para que se possa mensurar o seu impacto no custo e posteriormente identificar **formas de compensação alinhadas ao princípio do protetor-recebedor**, preconizado pela PNRS. Alternativas como isenção fiscal, fomento à pesquisa, e outros instrumentos poderão ser consideradas (p.e.: fundo para reciclagem)



O fluxo físico dos REEE segue abaixo descrito:

1) TRANSPORTE ATÉ O PONTO DESCARTE/RECEBIMENTO

- Para produtos de pequeno porte, o CONSUMIDOR transporta e entrega seu REEE na rede de pontos fixos de descarte/recebimento.
- Para produtos de maior porte, o CONSUMIDOR entra em contato com o FABRICANTE / IMPORTADOR ou ORGANIZAÇÃO GESTORA que o represente para solicitar que seu produto seja retirado – a custo do CONSUMIDOR – em sua casa.
 - O modelo considera que seja por uma estratégia de diferenciação comercial dos FABRICANTES/IMPORTADORES (p.e.: através da oferta de vouchers de desconto) ou pelo crescimento e valorização do mercado de recicláveis e reciclados, haverá um momento em que as ORGANIZAÇÕES GESTORAS contarão com PARCEIROS LOGÍSTICOS que retirarão o produto na casa do cliente sem custo para o mesmo.
 - No caso de troca de um equipamento por um outro novo, o consumidor terá como direito a gratuidade da devolução do seu REEE de grande porte a custo do COMÉRCIO ou FABRICANTE, dependendo de quem estiver responsável pelo custo da entrega do novo equipamento.

2) RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM

- COMÉRCIO disponibiliza pontos fixos de descarte/recebimento nos quais recebem e fazem a armazenagem do REEE.

- Apenas municípios com grande potencial de geração de resíduos contarão com rede de pontos fixos de descarte/recebimento. Municípios de menor porte serão cobertos pelo sistema de logística reversa através de campanhas de recolhimento periódicos.
- Pontos de recebimento alternativos, fora do COMÉRCIO, poderão compor o sistema a critério e custo da ORGANIZAÇÃO GESTORA (p.e.: as assistências técnicas, agência dos correios, outros parceiros logísticos, etc.).
- CONSUMIDOR com intenção de doar seu eletroeletrônico para reuso é informado e orientado quanto as possibilidades de fazê-lo.

3) TRANSPORTE ATÉ O CENTRO DE TRIAGEM

- COMÉRCIO e ORGANIZAÇÃO GESTORA realizam o transporte do REEE até o centro de triagem mais próximo.
 - Compartilhamento dos custos de transporte serão tratados entre as partes no estabelecimento do acordo setorial.
- Os centros de triagem poderão ser terceirizados pela ORGANIZAÇÃO GESTORA.
 - Oportunidade de parcerias com as PREFEITURAS, COOPERATIVAS DE CATADORES, RECICLADORES e OUTROS PARCEIROS para realização do transporte.

4) TRIAGEM DO RESÍDUO

- ORGANIZAÇÃO GESTORA estrutura, coordena e gerencia rede de centros de triagem (próprios, estabelecidos em parceria com PREFEITURAS de municípios de maior porte), promove a triagem, armazenamento e despacho do REEE.
 - Fica a cargo da ORGANIZAÇÃO GESTORA optar pela instalação de centros de triagem em parceria com outros atores do processo (p.e.: instalação de centros de triagem nos centros de distribuição das redes de varejo para aproveitar a logística de venda e pós-venda já estabelecida).
 - No centro de triagem é feita a separação do REEE por tipo de equipamento e contagem por amostragem para fins de monitoramento do processo.

5) TRANSPORTE ATÉ O RECICLADOR

- A ORGANIZAÇÃO GESTORA recolhe o REEE nos centros de triagem e transporta para o reciclador com o qual estabeleceu contrato de serviço
- Possibilidade da ORGANIZAÇÃO GESTORA ser remunerada pelo RECICLADOR em função do valor do REEE entregue

6) RECICLAGEM DO RESÍDUO

- O RECICLADOR realiza a descaracterização de marcas e dados (quando aplicável), faz a rastreabilidade, recicla o REEE e realiza o balanço de massa, conforme contrato de serviço estabelecido com a ORGANIZAÇÃO GESTORA
- RECICLADOR repõe o material reciclado no mercado ou dá a devida destinação final ao resíduo cumprindo licenciamento ambiental e normas técnicas.

Ficam como responsabilidades atribuídas a cada um dos atores:

Consumidor:

- Levar seu resíduo eletroeletrônico (de pequeno porte) ao ponto de descarte/recebimento;
- Solicitar e arcar com o custo da retirada do seu resíduo eletroeletrônico (de grande porte) em sua residência;

Comércio:

- Providenciar rede de pontos fixos de descarte/recebimento, segundo premissas de volume a serem estabelecidas;
- Receber e armazenar adequadamente os resíduos;
- Divulgar os pontos de recebimento, práticas de descarte e alternativas de reuso;
- Fazer a gestão do volume de resíduos para solicitação de retirada;
- Compartilhar custos de frete primário com a organização gestora;
- Prover a retirada gratuita do resíduo eletroeletrônico do consumidor em caso de troca;
- Realizar campanhas de coleta de resíduos eletroeletrônicos em municípios com população abaixo da linha de corte para estabelecimento de pontos fixos de recebimento.

Fabricante / Importador:

- Arcar com a parte que lhe cabe dos custos de implantação e operação do sistema de logística reversa
- Habilitar-se como tal ou associar-se a uma organização gestora

Organização Gestora:

- Compartilhar custos com o Comércio da retirada dos resíduos dos pontos de recebimento;

- Fazer a triagem por tipo/porte de equipamento;
- Realizar amostragem do REEE por marca para fins de monitoramento de volume de órfãos, informação aos órgãos fiscalizadores e compensação de custos com outras Organizações Gestoras;
- Processar 100% do REEE que entrar no seu sistema;
- Gerenciar e custear a logística dos centros de triagem até os recicladores;
- Contratar e acompanhar o serviço de reciclagem;
- Prover informação e serviço de retirada de resíduo eletroeletrônico ao seu cliente;
- Informar fluxo do processo de logística aos órgãos fiscalizadores;
- Realizar campanhas de conscientização;
- Prover informação e serviço de retirada de REEE de grande porte ao seu cliente;
- Realizar campanhas de coleta de resíduos eletroeletrônicos em municípios com população abaixo da linha de corte para estabelecimento de pontos fixos de recebimento.

Reciclador:

- Certificar-se junto aos órgão fiscalizadores;
- Realizar a reciclagem e disposição final correta do rejeito;
- Prover informações de performance do processo;
- Vender material reciclado ao mercado;

Poder Público:

- Atribuir e fiscalizar as metas de reciclagem;
- Regular e incentivar os recicladores para ganho de performance no processo (certificação);
- Prover incentivos a fabricação de produtos com maior conteúdo de reciclados, recicláveis e facilidade de reciclagem seja no próprio setor eletroeletrônico ou em outros setores;
- Lançar editais para incentivo a pesquisa & desenvolvimento de forma a promover o desenvolvimento de conhecimento e tecnologias relacionadas à cadeia da logística

reversa de REEE;

- Criar mecanismos de compensação dos custos de processamento dos órfãos em linha com o princípio protetor-recebedor;
- Prover financiamentos para infraestrutura de recicladoras e outros atores do sistema;
- Promover conscientização sobre o tema;
- Articular comitê de acompanhamento da implantação do sistema;

A definição da modelagem sugerida para a logística reversa dos REEE no Brasil tomou como base premissas que ao longo do estudo foram identificadas como relevantes para potencializar o impacto do modelo frente aos desafios colocados pela PNRS, definidas anteriormente neste estudo. Levou-se em conta as referências analisadas e os pontos positivos e negativos de cada caso.

Abaixo apresentamos e discutimos os prós e contras das alternativas selecionadas para cada variável-chave.

Variável A: Fonte dos recursos para viabilização do sistema

A alternativa selecionada para o modelo proposto para a logística reversa de REEE brasileira segundo as premissas adotadas foi de **custos compartilhados** entre Consumidor (logística primária), Comércio (ponto de recebimento e frete primário) e Fabricante/Importador (frete primário, triagem, frete secundário e processamento). Levou-se em conta o pleno atendimento das diretrizes de responsabilidade compartilhada colocadas pela PNRS e a viabilidade de implementação frente aos prazos para o sistema começar a operar.

Consideramos na perspectiva de evolução do modelo, tanto para fins de isonomia (p.e.: incluir atores de pequeno porte que contrários a política, não aderirem ao sistema) quanto para a criação de opções para os fabricantes e importadores, a criação de uma taxa ou contribuição que retroalimentaria o sistema de logística reversa estabelecido.

A			
Fonte dos recursos para viabilização	TAXA / IMPOSTO	FABRICANTE / IMPORTADOR	CUSTOS COMPARTILHADOS
Pontos positivos	Quando cobrado na forma explícita, por exemplo, uma linha na nota fiscal, transmite transparência e ajuda a construir consciência ambiental	Gestão centralizada dos recursos Maior velocidade na implantação	Custos divididos entre os elos, não sobrecarregando apenas um agente Cria consciência e senso de responsabilidade entre vários elos Favorece a competitividade entre os agentes
Pontos negativos	Aumento da percepção de sobrecarga tributária para o consumidor Repasses para a operacionalização são mais burocráticos Implementação demorada Aumento na percepção de valor relativa dos produtos ilegais	Sobrecarga de custos em um único agente da cadeia Risco de pouca transparência sobre os reais valores cobrados Risco de formação de práticas comerciais como cartel, monopólio	Agentes da cadeia envolvidos indiretamente podem perceber como injusta a parte que lhes compete nos custos Gestão descentralizada dos recursos
Observações	Forte papel do poder público	Alto custo de fiscalização	Atende às exigências previstas na Lei 12.305

Variável B: Responsabilidade pelos órfãos

Em mercados e setores onde o nível de informalidade tende a ser baixo ou desprezível, os custos da logística reversa certamente não ocasionam distorções nos sistemas implantados. Ao longo do próprio *benchmarking* foi possível identificar que em muitos casos isso ocorre. No entanto, no Brasil há fortes indícios e constatações que o volume de produtos órfãos seja relevante.

No modelo proposto sugere-se que os as soluções para tratamento dos produtos órfãos seja objeto de análises mais aprofundadas de forma a que o sistema contemple os princípios contidos no inciso II do artigo 6º da Lei 12.305, ou seja:

- Pelo princípio do poluidor pagador, não se deveria atribuir à Organização Gestora a responsabilidade por reciclar equipamentos não produzidos e/ou comercializados por seus integrantes.
- Pelo princípio do protetor-recebedor, caso a Organização Gestora venha assumir o processamento de equipamentos órfãos ou não produzidos e/ou comercializados por seus integrantes, caberia a criação de mecanismos de ressarcimento, compensação e incentivos, conforme a própria lei preconiza.

Responsabilidade pelos órfãos		PODER PÚBLICO	FABRICANTE / IMPORTADOR
Pontos positivos	Forma de compensação pelo passivo de produtos originados de contrabando		Custos diluídos entre vários agentes
	Estímulo à políticas mais rígidas de controle do mercado cinza		Ganhos de escala para processamento juntamente com os não órfãos Ambientalmente mais virtuoso
Pontos negativos	Dificuldade de controle da conta devida		Onera-se um agente que não é responsável por pelo passivo
	Muito caro e difícil separar o que é órfão daquilo que não é		Não se estimula à redução da causa do problema
	Dificuldade de instrumentalização do custeio dos órfãos por parte do governo		
Observações	A forma de custear poderia ser através de outros instrumentos que não a contratação direta dos serviços de reciclagem		

Vale dizer que por não haver informações seguras e precisas quanto ao volume potencial de produtos órfãos que entrarão no sistema – o que é fundamental para se definir e estabelecer os instrumentos de compensação mais adequados – considera-se um período de observação e monitoramento dos fluxos de REEE que passarão pelo sistema. É importante dizer que ao longo dessa fase de observação, para que não se acumule pilhas de REEE pelo país, sugere-se que tais resíduos sejam reciclados e acompanhados de forma tempestiva e informados às autoridades competentes. Tais informações medidas no estabelecimento do sistema permitirão entender a relevância real dos órfãos, se os mesmos não terão valor para fins de reciclagem (compensando o custo dos mesmos) e a forma como a questão deverá ser tratada.

Variável C: Metas de recolhimento e reciclagem

Um dos desafios para virtuosidade do sistema de logística reversa e garantia de sua eficácia é o estabelecimento de metas para os agentes que ficarem responsáveis por sua operação. Se de um lado não é possível impor ao consumidor que realize o descarte do seu REEE, do outro lado seria prejudicial qualquer iniciativa de contenção do descarte ou acúmulo de REEE que tiver ultrapassado uma eventual meta estabelecida. A modelagem proposta define que se estabeleça apenas **metas de reciclagem**. Sugere-se que 100% do REEE que entrar no sistema seja processado. Mas para que a taxa de recolhimento seja compatível com os desafios da PNRS, os envolvidos do sistema deverão comprometer-se junto às autoridades competentes com: (1) a disponibilização de pontos fixos de descarte/recebimento de REEE de pequeno porte cobrindo os principais municípios brasileiros, (2) o fornecimento do serviço de retirada dos REEE de grande porte quando solicitado pelo consumidor, (3) promover campanhas periódicas de recolhimento nos municípios não cobertos por pontos fixos de descarte/recebimento e (4) realizar campanhas de informação e conscientização do consumidor.

C Metas de recolhimento e reciclagem	C		
	SEM METAS	METAS DE RECICLAGEM	METAS DE RECOLHIMENTO E RECICLAGEM
Pontos positivos	Simplicidade de gestão, não se precisa comprovar nenhum número de recolhimento / reciclagem Menores custos de fiscalização	Maior facilidade de se estabelecer uma meta Estímulo à criação de um mercado de créditos de reciclagem (baseado no princípio do poluidor-pagador e do protetor-recebedor)	Estímulo ao aumento do volume recolhido
Pontos negativos	Risco de baixo engajamento dos responsáveis, resultando em baixos volumes coletados e reciclados	Dependência de uma etapa de recolhimento robusta	Estímulo à acomodação de volume recolhido com o cumprimento da meta Risco de criar estoque de REEE Maior custo de fiscalização
Observações	No setup de um novo modelo, deve-se considerar não ter meta até que o modelo se acomode	Requer o esforço de outros atores em campanhas para a coleta	O recolhimento depende também da vontade e necessidade de descarte por parte do consumidor

Variável D: Grau de responsabilidade do Poder Público

O papel do Poder Público na modelagem sugerida é como **atuante**, ou seja, além de exercer a fiscalização, atua no programa de forma mais intensa. Sua atuação se faz importante no fomento do desenvolvimento tecnológico da cadeia, no financiamento da infraestrutura, na certificação da eficácia, na disseminação da cultura de reciclagem, no custeio direto ou indireto das despesas relacionadas aos produtos órfãos, conforme detalhado na descrição da variável [B]. O contato entre consumidor e Poder Público deve ser próximo no sentido de elevar a conscientização e influenciar positivamente na taxa de adesão ao sistema.

D Grau de responsabilidade do Poder Público	D		
	LEGISLADOR, REGULAMENTADOR E FISCALIZ.	ATUANTE	OPERADOR
Pontos positivos	Propício à auto-regulação do mercado. Governo só cria lei e fiscaliza	Governo com papel ativo, fomentando P&D, linhas de financiamento, certificação de recicladoras, campanhas de coleta, financiamento de investimentos no setor, provimento de incentivos fiscais, entre outros	Todos os stakeholders contribuem indiretamente com os custos
Pontos negativos	Risco de algumas responsabilidades dentro do modelo ficarem órfãs Governo distante	Risco de morosidade na designação da fonte dos recursos e operacionalização dos instrumentos de incentivo Aumento dos custos governamentais Dependência de vontade política para o sucesso dessa estratégia	Morosidade na implementação demorada Aumento da máquina pública Menores oportunidades de redução do custo de todo o processo, apesar da escala Diminuição das responsabilidades e comprometimento dos fabricantes
Observações	Mesmo no modelo de menor participação do Poder Público deve-se considerar o estabelecimento de um comitê com representantes dos diversos stakeholders do processo para acompanhamento e direcionamento de implantação do sistema de logística reversa		

Variável E: Tratamento do REEE

A legislação vigente considera o REEE um material perigoso sendo portanto necessário que o agente responsável por lidar com tal resíduo obtenha licenciamento ambiental. Essa realidade confere um desafio de custo ao sistema relevante. A modelagem proposta, apesar de tal restrição, considera que o REEE será tratado como **resíduo não perigoso** durante a cadeia de logística reversa. É importante destacar que para que isso ocorra é necessário que o Poder Público legisle sobre esse tema. Uma das condições impostas ao sistema de logística reversa e que pode facilitar o mudanças na legislação para atendimento da condição de resíduo não perigoso é que não se promova qualquer modificação físico-química do REEE ao longo do manuseio e transporte até uma recicladora, agente esse que deverá obter licenciamento ambiental para manuseio e processamento de tal resíduo. Dessa forma, minimiza-se o risco há exposição de material perigoso e risco de contaminação durante a logística.

E Tratamento do REEE	MERCADORIA	RESÍDUO NÃO PERIGOSO*	RESÍDUO PERIGOSO
Pontos positivos	Maior segurança fiscal e jurídica Inibição de mercado paralelo	Custos de coleta reduzidos Aproveitamento da atual capacidade instalada para a coleta Estímulo à competitividade nas primeiras etapas da cadeia (coleta), favorecendo a atuação de agentes como cooperativas de catadores	Legalização e capacitação de mão de obra especializada para tratamento de resíduos perigosos Maior segurança ambiental
Pontos negativos	Maior custo pela necessidade de operacionalização do processo de doação do bem para terceiros Incidência de impostos	Risco de aumento do mercado paralelo Risco de sofrer o mesmo tratamento do resíduo comum	Alto custo de treinamento de mão de obra Redução da oferta de agentes capacitados para realizar principalmente etapas de coleta e pré-processamento
Observações		Esse cenário não é o que está em vigor atualmente. Requer mudanças legais.	

* Considerando-se a limitação do produto não ser desmontado ou destruído.

Variável F: reuso no sistema de logística reversa

O sistema de logística reversa de REEE sugerido possibilitará o reuso de equipamentos eletroeletrônicos. Assim, o consumidor que declarar a intenção de doar para reuso seu equipamento nos Pontos de Recebimento ou através do contato com a organização gestora, será instruído quanto a forma de fazê-lo (quem faz, contato, como entregar, etc.). Dessa forma, o reuso não é amplamente estimulado ou reprimido pelo sistema, mas é **possibilitado** pelo mesmo.

F		Reuso no sistema de logística reversa		
		NÃO ESTIMULADO	POSSIBILITADO*	ESTIMULADO
Pontos positivos	Facilidade operacional, uma vez que o reuso estaria fora do sistema de logística reversa.	Aderência com relação aos princípios contidos na Lei 12.350	Facilita o reuso dentro de estruturas físicas do sistema de logística reversa Ambientalmente virtuoso, pois promove redução do consumo Socialmente virtuoso, pois aumenta o acesso de classes menos favorecidas à bens de consumo antes inalcançáveis pelo poder aquisitivo	
Pontos negativos	Menor impacto ambiental.	Requer investimentos e envolvimento de diversos stakeholders do processo	Aumento do mercado paralelo de produtos e partes usadas Aumento do ciclo de vida do produto, aumentando assim os riscos de acidentes sob a marca do fabricante	
Observações	Potencial de interpretação de ser contradiscente à PNRS			

* Através da instrução do consumidor no ponto de recebimento quanto as opções existentes (p.e.: ONGs) para doar seu eletroeletrônico para reuso

Variável G: Segregação do resíduo por marca

É sugerido o **monitoramento por amostragem** nos Pontos de Triagem, ou seja, será responsabilidade das organizações gestoras realizar a amostragem de produtos órfãos e não órfãos no fluxo de REEE, para que a divisão entre os destinadores de cada categoria seja justa e adaptada à realidade. Através do monitoramento por amostragem as organizações gestoras poderão compensar custos referentes ao trato de REEE de fabricantes/importadores representados por outras organizações gestoras. Tais medições deverão também ser informadas às autoridades competentes para fins de controle. Fica a cargo das Organizações Gestoras estabelecer método de monitoramento mais preciso (p.e.: contagem) do que o sugerido.

G		Segregação do REEE por marca		
	COM SEGREGAÇÃO	MONITORAMENTO POR AMOSTRAGEM	SEM SEGREGAÇÃO	
Pontos positivos	<p>Maior controle das responsabilidades de cada parte no processo</p> <p>Melhor identificação de órfãos</p>	<p>Menor custo quando comparado com a segregação por marcas</p> <p>Possibilita identificar % de órfão e responsabilidades proporcionais</p>	<p>Menor custo operacional</p>	
Pontos negativos	<p>Maior custo de controle e gestão</p> <p>Informações competitivas (p.e.: market-share de descarte) levadas à público</p>	<p>Informações competitivas (p.e.: market-share de descarte) levadas à público</p> <p>Custo adicional ao processo</p>	<p>Impossibilita a determinação das responsabilidades de cada parte no processo</p> <p>Impossibilidade de se mensurar % de órfãos</p>	
Observações	<p>O custo da segregação por marca tende a ser menor se implantado nas etapas finais do processo de recolhimento (p.e.: na recicladora)</p>		<p>Esse modelo exige uma forma alternativa de se determinar as responsabilidades proporcionais (p.e.: % vendas do ano anterior)</p>	

Variável H: Responsabilidade proporcional pelo REEE

Foram identificadas iniciativas na análise do *benchmarking* nas quais o Fabricante/Importador são responsáveis pelo estabelecimento do seu sistema de logística reversa para lidar com o REEE relativos às suas linhas de produtos. Esse modelo é aplicado em países de menor extensão territorial onde ganhos de escala podem ser menos relevantes do que a necessidade imposta pelos desafios logísticos da realidade brasileira.

Este estudo propõe que a responsabilidade pelo REEE's seja **definida proporcionalmente** pelas organizações gestoras às quais os fabricantes e importadores se associarão para servir na operação e gestão do sistema de logística reversa. Para fins de cálculo, sugere-se que seja feita a determinação proporcional frente ao volume recolhido pelo sistema baseado nas vendas do ano anterior, sendo respeitada a divisão por tipo de produto em função dos distintos custos de logística e processamento. Essa escolha minimiza os custos provenientes da segregação por marca nos Pontos de Triagem.

A partir da informação prestada periodicamente acerca dos volumes processados por cada organização gestora, os órgãos fiscalizadores farão o balanço de responsabilidades entre as organizações gestoras através da recomendação de expansão da rede de pontos de coleta, realização de campanhas de recolhimento e outras ações. Ficará a cargo do órgão fiscalizador determinar, à luz da lei, as penalidades a serem aplicadas no caso do não atendimento às recomendações.

Os principais prós e contras em relação a presente variável-chave estão demonstrados na figura a seguir:

Responsabilidade proporcional pelo REEE	H	
	INDIVIDUALIZADA	DEFINIDA PROPORCIONALMENTE
Pontos positivos	<ul style="list-style-type: none"> O vínculo gera uma maior responsabilidade do fabricante com o REEE de sua marca Induz o fabricante a fazer campanhas mais intensas Maior facilidade de fiscalização 	<ul style="list-style-type: none"> Ganhos de escala e conseqüente redução de custos Permite o tratamento de órfãos com mais facilidade Maior virtuosidade ambiental
Pontos negativos	<ul style="list-style-type: none"> Divisão do que compete a cada fabricante é onerosa e de difícil operacionalização Os órfãos ficam ainda mais marginalizados Menor potencial de impacto ambiental Perda de ganho de escala 	<ul style="list-style-type: none"> REEE é anônimo Crítérios de rateio podem ser interpretados como injustos para algumas partes
Observações	Esse modelo considera que cada fabricante/importador tem que criar o seu sistema individual de logística reversa sendo responsável apenas pelos produtos de sua marca	Diferentes formas de proporcionalização das responsabilidades podem ser utilizadas (p.e.: venda nos últimos anos, tamanho de empresa, etc.)

Variável I: Modelo de competição

A modelagem proposta prevê a criação da figura das organizações gestoras para operação do sistema de logística reversa. Em alguns países há apenas uma organização gestora e em outros estimula-se que haja mais. A figura da organização gestora tenta facilitar a fiscalização e permite que se ganhe escala no processo, benefício indispensável para o modelo brasileiro. A modelagem proposta tem com base a criação de um sistema **competitivo** no qual poderão coexistir várias organizações gestoras, organizadas de formas distintas, cobrindo diferentes regiões, servindo a distintos fabricantes e importadores.

Modelo de Competição	I	
	MONOPÓLIO	COMPETITIVO
Pontos positivos	<ul style="list-style-type: none"> Ganhos de escala Alto poder de barganha com fornecedores Gestão centralizada Facilidade de fiscalização pelo governo 	<ul style="list-style-type: none"> Favorece a competitividade no mercado, no qual os preços se regulam e tendem a ser mais baixos Modelo propício à inovações tecnológicas e melhoria de eficiência de processo
Pontos negativos	<ul style="list-style-type: none"> Barreira de entrada para novos players Risco de baixa transparência nos processos Modelo com menor propensão à inovação 	<ul style="list-style-type: none"> Risco de entrada de muitos competidores não homologados Dificuldade de fiscalização A busca intensa pela redução de custos pode diminuir a eficácia do processo
Observações		Requer olhar atento do poder público para ajustes e regulamentação quando necessário

Dessa forma, as variáveis-chave ficam enquadradas no modelo proposto da seguinte maneira:

Variável	Modelo	Observações
A. Fonte dos recursos para viabilização	Custos compartilhados	Consumidor, Comércio, Fabricantes e Importadores arcam com os custos de todo o processo.
B. Responsabilidade pelos produtos órfãos	Poder público	Poder Público compensa custo de processamento dos produtos órfãos através de políticas de incentivos, desoneração fiscal, fomento a P&D, e outras iniciativas.
C. Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	100% dos REEE que entrarem no sistema estabelecido pelas organizações gestoras representantes dos fabricantes e importadores deverão ser processados.
D. Grau de responsabilidade do Poder Público	Atuante	Não opera o sistema, mas atua de forma a estimular o seu melhor funcionamento através de provimento de fonte de recursos para PD&I, financiamento para infraestrutura, campanha para reuso e recolhimento de REEE, entre outros.
E. Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	REEE não deve ser descaracterizado até chegar à recicladora, quem deverá estar devidamente licenciada para processar sua destinação.
F. Reuso no sistema de logística reversa	Possibilitado	Consumidor que declarar intenção de doar seu equipamento para reuso será instruído nos pontos de descarta/recebimento ou nas centrais de atendimento das gestoras.
G. Segregação do resíduo por marcas	Monitoramento por amostragem	REEE descartados via pontos de recebimento do sistema não serão segregados por marca. Deverão ser medidos por amostragem nos centros de triagem para fins de determinação de órfão, encontro de contas com outras organizações gestoras e informação às autoridades competentes. Fica a critério dos fabricantes e importadores estabelecerem um sistema mais preciso de medição.
H. Determinação da responsabilidade pelo REEE	Definida proporcionalmente	Responsabilidade de cada fabricante determinada por sua proporção de vendas do ano anterior. O equilíbrio do sistema será realizado através de recomendações dos órgãos fiscalizadores.
I. Modelo de competição	Competitivo	Fabricantes e Importadores se agrupam em organizações gestoras para estruturarem e gerirem a logística reversa, ficando a critério dos mesmos a escolha dos seus parceiros de logística e reciclagem. Incentiva-se que mais de uma organização gestora seja criada.

4.4 Avaliação da viabilidade econômica dos sistemas de logística reversa

Para mensurar os custos operacionais do processo e fazer a análise da viabilidade elaborou-se uma planilha em Excel cuja lógica de programação foi dividida em sete partes, as quais serão detalhadas a seguir:

- Distribuição do REEE para os municípios
- Cobertura e adesão do programa
- Pontos de descarte/recebimento
- Centros de Triagem
- Recicladoras
- Cálculo dos fretes
- Campanhas em municípios de menor porte

4.4.1 Distribuição do REEE para os municípios

Primeiramente utilizaram-se os dados de vendas de EEE para distribuir os REEE nas regiões Brasileiras. Por exemplo, se o Sudeste vendeu 50% dos EEE brasileiros da linha branca, considera-se que 50% do volume de resíduos da linha branca estarão na região sudeste do Brasil.

Após a divisão por regiões, utilizou-se o PIB de serviços como referência para a distribuição dos REEE entre os municípios. Se, por exemplo, a cidade de São Paulo tem 20% do PIB de serviços do Sudeste. Considera-se que 20% do volume de resíduo da linha branca do sudeste estarão na cidade de São Paulo.

Conhecendo a quantidade potencial de REEE em cada município, o modelo estima o custo de recolher esse REEE, enviar para centros de triagem, triar, enviar para as recicladoras e reciclar de fato.

4.4.2 Cobertura e adesão do Programa

Esse valor é um corte de população para decidir os municípios que irão, ou não, participar do programa de logística reversa através de pontos de recebimento fixos. Todos os municípios com população inferior ao valor determinado serão considerados como municípios não atendidos pelo programa em um primeiro momento e, posteriormente, serão atendidos com campanhas periódicas. Esse valor é importante para determinar cenários e uma evolução do programa ao longo do tempo.

Após o corte que define os municípios que serão atendidos com pontos de recebimento ou através de campanhas, utiliza-se a taxa de adesão para adequar os valores de REEE que

entrarão no programa. Esse fator considera que existirão REEE que não entrarão no sistema de logística reversa tanto pela intenção de descarte do consumidor brasileiro, quanto pelo descarte inadequado. Vale ressaltar que esse é um fator que pode mudar ao longo do tempo e impacta de maneira significativa o volume de REEE que será inserido na estrutura formal da logística reversa de REEE.

Dessa forma a análise de viabilidade considera os custos relativos a um percentual do REEE gerado em um ano determinado (o REEE aderido). No gráfico abaixo, é apresentada a sequência do volume gerado até o REEE reciclado efetivamente.

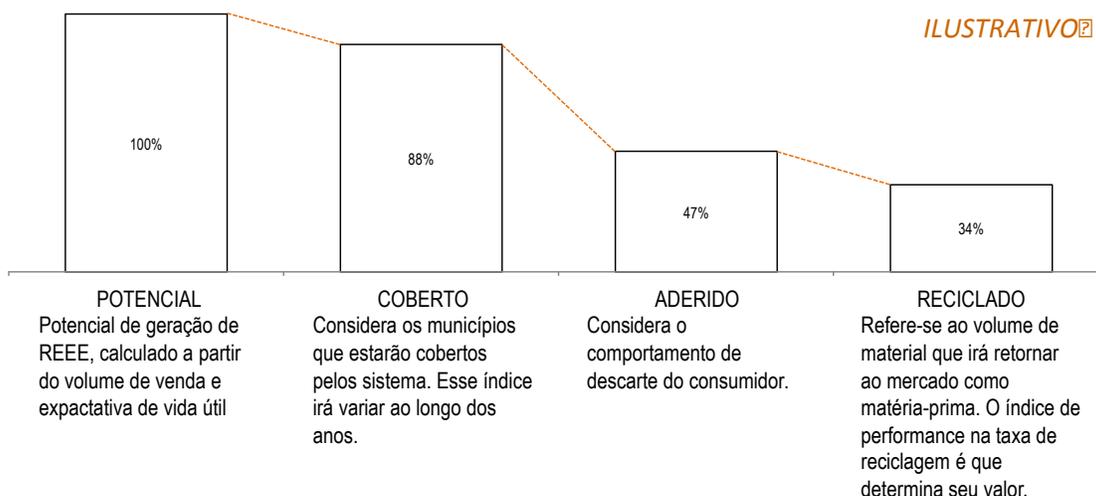


Figura 23 - Sequência da Geração de REEE até a Reciclagem

4.4.3 Estabelecimento dos pontos de descarte/recebimento

Essa etapa considera a estrutura necessária para que o REEE pequeno chegue até os centros de triagem. O REEE de grande porte utiliza apenas um frete da casa do consumidor até o centro de triagem e será abordado posteriormente.

4.4.4 Modelos de Pontos de descarte/recebimento

Na análise de viabilidade é possível determinar 8 tipos de pontos de recebimento. Basicamente são 4 pontos de diferentes tamanhos operando com, ou sem, o termo de doação. Os diferentes tamanhos de ponto de recebimento seguem na tabela abaixo:

Tabela 11 - Diferentes pontos de recebimento

Tipos	Toneladas	Tamanho m ²	Pessoal
0,5 Toneladas [2m ²]	0,5	2	0,1
1,0 Toneladas [3m ²]	1,0	3	0,3
2,0 Toneladas [8m ²]	2,0	8	0,7
5,0 Toneladas [16m ²]	5,0	16	1

Já o termo de doação atua como um multiplicador da quantidade de pessoas que operam o ponto de descarte/recebimento. Se o termo de doação for obrigatório, existirão funcionários no ponto de descarte/recebimento para produzir/receber esses termos, por isso, a quantidade de pessoas é maior. Dessa forma, caso considere o termo de doação obrigatório, utiliza-se o fator igual a 1,5, caso considere com o termo de doação não obrigatório utiliza-se o fator igual a 1.

Com esses fatores definidos são calculados os custos totais de um ponto de recebimento, considerando outros gastos:

Tabela 12 - Custos Ponto de recebimento (2 toneladas sem termo de doação)

OPEX Ponto de recebimento			
Equipamento	Quantidade	Valor unitário mensal	Valor anual total
Pessoal	0,7	R\$ 1.500,00	R\$ 12.600,00
Espaço (m ²)	8	R\$ 35,00	R\$ 3.360,00
Material de escritório	1	R\$ 50,00	R\$ 600,00
Segurança (m ²)	8	R\$ 15,00	R\$ 1.440,00
Valor total			R\$ 18.000,00

4.4.5 Proporção Pontos de Recebimento/habitantes

Após definido o tipo de ponto de recebimento que será utilizado, é necessário definir a quantidade. Para isso, deve-se determinar uma proporção entre número de habitantes e pontos de recebimento. Para auxiliar nessa proporção, a planilha apresentará alguns dados sobre a configuração atual (coletas realizadas por ano em cada ponto de recebimento, toneladas por ponto de recebimento e o número total de pontos de recebimento).

Grandes proporções fazem com que os pontos de recebimento fiquem sobrecarregados e sejam realizadas muitas coletas por ano. Menores proporções fazem com que existam muitos pontos de recebimento e aumentam o custo dessa atividade.

É interessante pensar que essa variável pode ter uma relação forte com a adesão do programa. Considerando que se a proporção for pequena, existiriam mais pontos de recebimento, o acesso seria facilitado e as pessoas teriam mais facilidade em aderir ao programa de logística reversa. Fazendo a mesma analogia, com proporções maiores a adesão tende a cair.

4.4.6 Centros de Triagem

Os centros de triagem são estruturas que recebem os REEE's, realizam triagem, análise amostral de órfãos, "paletização" e expedição para as recicladoras. A primeira configuração a ser definida é a população mínima dos municípios que serão Centros de Triagem.

Cabe realçar que o modelo mais inteligente para a definição dos centros de triagem seria à partir de uma otimização da malha logística, mas como uma simplificação do modelo adotamos o corte populacional como o parâmetro que justificará a criação (ou não) de centros de triagem em um município.

a. Corte populacional

Dessa forma, a "População mínima dos municípios que serão Centros de Triagem" definirá os municípios que serão centros de triagem. Todos os municípios que participarem do programa e não forem centro de triagem enviarão seu REEE para o centro de triagem mais próximo (essa distância é calculada com as coordenadas de cada municípios e será melhor explorado posteriormente).

Caso seja configurado um corte populacional mais elevado, poucos municípios terão centros de triagem. Nesta configuração os centros de triagem terão maior volume e, conseqüentemente, um menor custo por tonelada. No entanto, as cidades que não serão centros de triagem terão menos opções de envio e, por isso, terão maiores fretes primários. Fazendo a mesma analogia com cortes pequenos, existirão mais centros de triagem que terão um custo por tonelada mais elevado, mas facilitarão os fretes primários dos municípios atendidos. Por isso, esse corte deve ser analisado para se obter o ponto ótimo.

b. Modelos de Centro de Triagem

Após definido os municípios que serão centros de triagem, é necessário calcular os custos envolvidos no processo de triagem de fato. Considerando a diversidade do volume enviado para cada município que será um centro de triagem, foram definidos 3 modelos de centro de triagem com diferentes custos e capacidades. Na tabela abaixo são apresentados os 3 tipos de centros de triagem com seus respectivos custos operacionais (OPEX) e investimentos necessários (CAPEX) (12.000, 3.600 e 1.200 toneladas anuais).

Tabela 13 – Investimentos (Capex) e Custos Operacionais (Opex) do Centro de Triagem

CAPEX				
Capacidade Anual (ton)	12.000			
Equipamento	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Percentual
Empilhadeira	2	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	45%
Esteira	2	R\$ 20.000,00	R\$ 40.000,00	22%
Paletizadora	2	R\$ 15.000,00	R\$ 30.000,00	17%
Carrinhos tração humana	10	R\$ 1.200,00	R\$ 12.000,00	7%
Balanças	2	R\$ 4.500,00	R\$ 9.000,00	5%
Containers transportes	20	R\$ 100,00	R\$ 2.000,00	1%
Escritório	1	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	3%
Valor total	R\$ 178.000,00			
Capacidade Anual (ton)	3.600			
Equipamento	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Percentual
Empilhadeira	1	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	42%
Esteira	1	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	21%
Paletizadora	1	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	16%
Carrinhos tração humana	5	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00	6%
Balanças	2	R\$ 4.500,00	R\$ 9.000,00	9%
Escritório	1	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	5%
Containers transportes	10	R\$ 100,00	R\$ 1.000,00	1%
Valor total	R\$ 96.000,00			
Capacidade Anual (ton)	1.200			
Equipamento	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Percentual
Paletizadora	1	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	42%
Carrinhos tração humana	5	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00	17%
Balanças	2	R\$ 4.500,00	R\$ 9.000,00	25%
Escritório	1	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	14%
Containers transportes	6	R\$ 100,00	R\$ 600,00	2%
Empilhadeira	0	R\$ 40.000,00	R\$ 0,00	0%
Esteira	0	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	0%
Valor total	R\$ 35.600,00			
OPEX				
Capacidade Anual (ton)	12.000			
	Quantidade	Valor unitário	Valor Total	Percentual
Colaboradores	18	R\$ 650,00	R\$ 11.700,00	28%
+ impostos	18	R\$ 702,00	R\$ 12.636,00	30%
Galpão	400	R\$ 15,00	R\$ 6.000,00	14%
EPI	30	R\$ 100,00	R\$ 3.000,00	7%
Outros Gastos	20,00%	R\$ 41.670,00	R\$ 8.334,00	20%
Valor total mensal	R\$ 41.670,00			
Valor anual	R\$ 500.040,00			
Valor /ton (min)	R\$ 41,67		Min. Ton.	8.100,00
Capacidade Anual (ton)	3.600			
	Quantidade	Valor unitário	Valor Total	Percentual
Colaboradores	8	R\$ 650,00	R\$ 5.200,00	28%
+ impostos	8	R\$ 702,00	R\$ 5.616,00	30%
Galpão	200	R\$ 15,00	R\$ 3.000,00	16%
EPI	10	R\$ 100,00	R\$ 1.000,00	5%
Outros Gastos	20,00%	R\$ 18.520,00	R\$ 3.704,00	20%
Valor total mensal	R\$ 18.520,00			
Valor anual	R\$ 222.240,00			
Valor /ton (min)	R\$ 61,73		Min. Ton.	2.277,05
Capacidade Anual (ton)	1.200			
	Quantidade	Valor unitário	Valor Total	Percentual
Colaboradores	4	R\$ 650,00	R\$ 2.600,00	27%
+ impostos	4	R\$ 702,00	R\$ 2.808,00	29%
Galpão	120	R\$ 15,00	R\$ 1.800,00	18%
EPI	6	R\$ 100,00	R\$ 600,00	6%
Outros Gastos	20,00%	R\$ 9.760,00	R\$ 1.952,00	20%
Valor total mensal	R\$ 9.760,00			
Valor anual	R\$ 117.120,00			
Valor /ton (min)	R\$ 97,60			

c. Lógica para determinação dos Centros de Triagem

Como grande parte do custo operacional de um centro de triagem é composto por custos fixos, quando ele começa a operar muito abaixo da capacidade seus custos por tonelada se elevam significativamente. Dessa forma, foi calculado o volume mínimo para cada Centro de triagem - abaixo desse valor é mais vantajoso construir outro centro de triagem de menor porte (o que justifica o grande intervalo de capacidade entre os centros de triagem). Com o mínimo de cada centro de triagem e o volume de REEE enviado é possível definir a quantidade e os tipos de centros de triagem em um município que possuirá centros de triagem (municípios com grande volume de REEE podem ter diversos centros de triagem).

Número de Centros de Triagem de Tamanho Grande

Volume = Volume de REEE enviado para o município; Capacidade = Capacidade do Grande:

Se o resto da divisão (Volume de REEE/Capacidade) for maior que o mínimo do grande:

N° Grandes = Arredondar para cima a divisão (Volume de REEE/Capacidade)

Se o resto da divisão (Volume de REEE/Capacidade) for menor que o mínimo do grande:

N° Grandes = Arredondar para baixo a divisão (Volume de REEE/Capacidade)

Número de Centros de Triagem de Tamanho Médio

Volume = Resto da divisão Volume de REEE/Capacidade Grande; Capacidade = Capacidade do Médio:

Se o resto da divisão (Volume/Capacidade) for maior que o mínimo do médio:

N° Médios = Arredondar para cima a divisão (Volume/Capacidade)

Se o resto da divisão (Volume /Capacidade) for menor que o mínimo do médio:

N° Médios= Arredondar para baixo a divisão (Volume /Capacidade)

Número de Centros de Triagem de Tamanho Pequeno

Volume = Volume de REEE – [Quantidade_Grande * Capacidade Grande + Quantidade_Médio * Capacidade Médio];

Capacidade = Capacidade do Pequeno:

Se Volume de REEE for maior ou igual ao Volume

N° Pequenos = Arredondar para cima a divisão (Volume/Capacidade)

Se Volume de REEE for menor ao Volume

$$N^{\circ} \text{ Pequenos} = 0$$

d. Custo para a triagem dos REEE

Após calculada a quantidade e o tipo dos centros de triagem nos municípios, pode-se determinar o custo operacional total dessa atividade. O custo operacional total é calculado à partir da soma do OPEX de cada centro de triagem do município.

O custo por tonelada é calculado dividindo-se o custo total pelo volume de REEE enviado para aquele município.

O custo de cada município é proporcional ao volume de REEE que ele envia para o centro de triagem (considera-se que um município envia todo o seu REEE para o mesmo centro de triagem). Dessa forma, se o REEE de um município representa 20% do volume de um centro de triagem, considera-se que o custo de triagem daquele município é equivalente a 20% do custo respectivo centro de triagem.

4.4.7 Recicladoras

Primeiro fez-se um mapeamento das recicladoras que operam REEE. Esse mapeamento completo é apresentado no anexo 9.3 (mapeamento secundário sem auditoria das informações encontradas).

Considerando o mapa das recicladoras, utilizou-se uma simplificação que os centros de triagem enviarão todo seu REEE para a recicladora mais próxima. Essa premissa foi necessária devido à falta de informações da capacidade de processamento das recicladoras, além de simplificar a lógica do frete secundário.

Ao longo do processo de entendimento da indústria da reciclagem averiguou-se que apesar de na maioria dos casos, o processamento do REEE representar uma componente de custo na logística reversa, algumas recicladoras indicaram que poderiam até pagar por alguns tipos de REEE's. Sabe-se que a possibilidade do processamento ser uma componente de receita no sistema de logística reversa dependerá de diversos fatores, tais como: tecnologia utilizada pela recicladora, taxa de eficiência do processo, qualidade da triagem realizada, quem arca com o frete até o local do processamento e nível de adequação e atendimento às normas ambientais. A dificuldade de se obter informações mais precisas e confiáveis quanto às condições para que o REEE seja considerado uma componente de receita no sistema de logística reversa, nos levou a adotar como premissa que o processamento do REEE será uma componente de custo no sistema, ou seja, será considerado uma prestação de serviço por parte das recicladoras.

Avaliando-se a reciclagem como um serviço, a grande dificuldade foi estimar o preço deste para diferentes taxas de reciclagem. Para isso são utilizadas duas variáveis que influenciam no preço do serviço prestado:

- Taxa de reciclagem
- Ganho de escala

a. Taxa de reciclagem

A taxa de reciclagem mede quanto (em peso) é reciclado de um produto. Se um refrigerador de 60kg for reciclado a uma taxa de 80% significa que 48kg serão reciclados voltando ao mercado como matéria-prima e 12kg serão considerados rejeitos e irão para a disposição final. Esse índice mede de certa forma a performance do processamento realizado pela recicladora.

Com poucos dados primários, foi feita uma regressão exponencial e definiu-se uma curva de preços vinculados aos tipos de serviços oferecidos. Nitidamente o preço do serviço cresce com o aumento da taxa de reciclagem desejada.

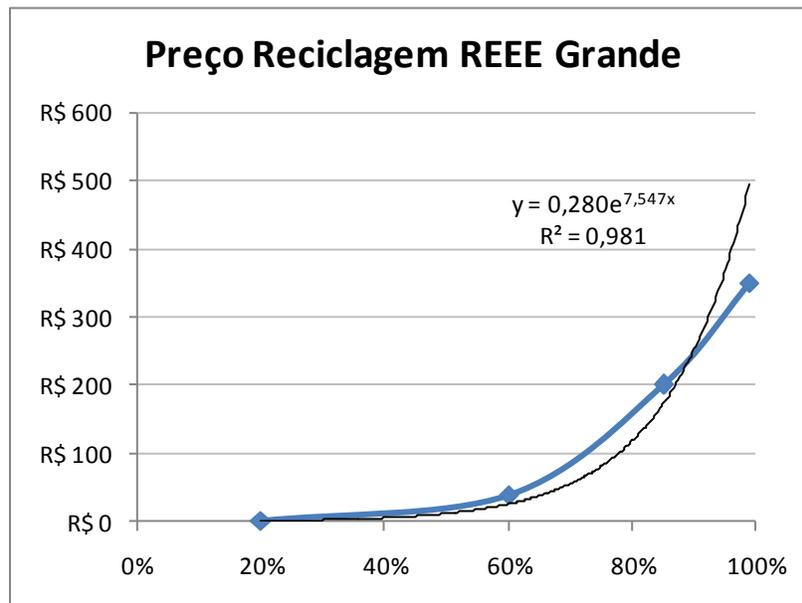


Figura 24 - Curva do preço reciclagem REEE Grande

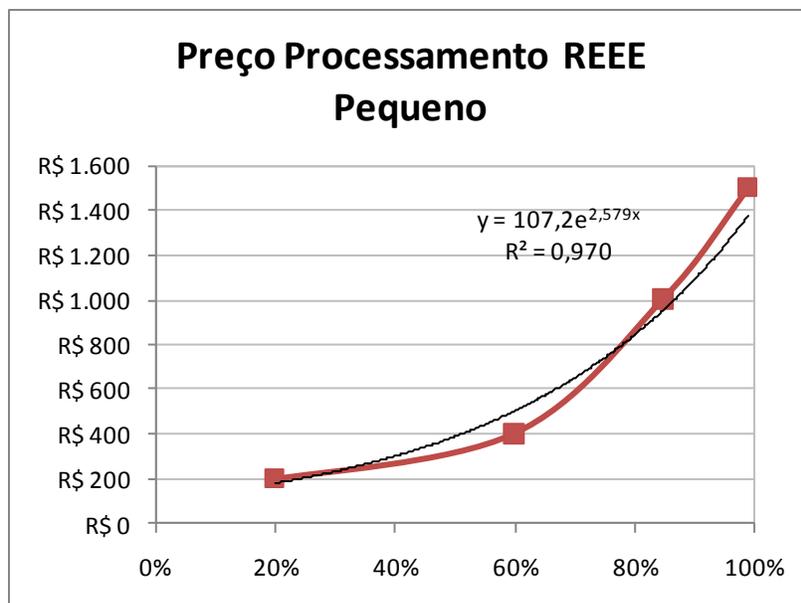


Figura 25 - Curva do preço reciclagem REEE Pequeno

Definida a taxa de reciclagem adota-se o preço estimado pelas curvas.

Cabe realçar que esses valores têm uma sensibilidade grande para os diferentes produtos e é um ponto de ajuste fino do modelo.

b. Ganho de Escala

As recicladoras operam ociosas e sem tecnologias de ponta devido a irregularidade e a incerteza do mercado. Pode-se considerar que com o programa de logística reversa de EEE, esse mercado será aquecido, novas tecnologias serão empregadas, a demanda aumentará e, por isso, os preços do serviço de reciclagem devem sofrer alterações.

Baseado nessa premissa, o modelo tem uma variável de desconto do preço calculado no item anterior. Assim, com a taxa de reciclagem calcula-se o preço base e com o ganho de escala define-se um desconto para esse valor.

Por exemplo, para produtos grandes com taxa de reciclagem de 85% o preço calculado é R\$ 171,61/tonelada. Se for considerado um ganho de escala de 20%, o preço que será definido no modelo será R\$ 137,29/tonelada.

4.4.8 Lógica do cálculo dos fretes

a. Custo dos fretes

O transporte de cargas tem um papel fundamental no modelo. Por isso, criou-se uma lógica para o cálculo dos fretes seguindo as etapas:

- Distância entre cidades;

- Cubagem da carga;
- Tabela de fretes.

Distância entre cidades

Para o cálculo da distância entre cidades utilizou-se às coordenadas (obtendo-se as distâncias geodésicas) e posteriormente uma correção da distância geodésica para a rodoviária.

Para calcular a distância geodésica, considerando a terra esférica, utiliza-se a trigonometria esférica. Dois pontos P1 e P2 são colocados na superfície da esfera com suas respectivas coordenadas ϕ_1 e ϕ_2 sendo suas latitudes geográficas e $\Delta\lambda$ a diferença entre suas longitudes. Encontrando-se o arco **S**, que une os pontos P1 e P2, bastará multiplicá-lo pelo raio da terra para encontrarmos a distância geodésica.

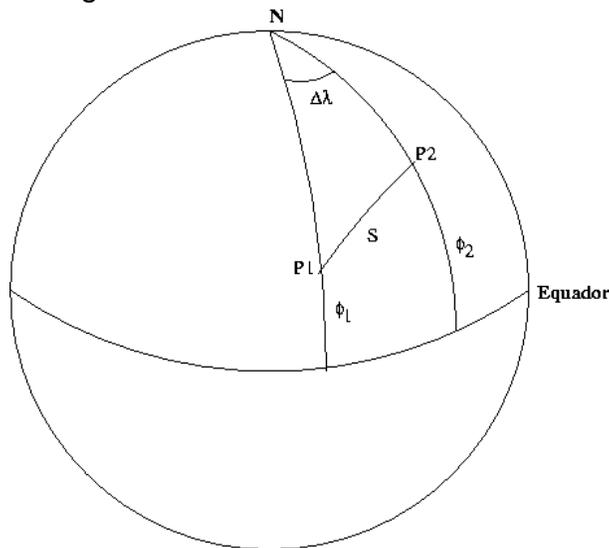


Figura 26 - Distância entre 2 pontos na superfície da Terra

Pela lei dos cossenos, na trigonometria esférica podemos escrever:

$$\cos(S) = \sin(\phi_2) * \sin(\phi_1) + \cos(\phi_2) * \cos(\phi_1) * \cos(\Delta\lambda)$$

Após encontrado o arco S, multiplica-se por 6.378km (raio da terra) e encontra-se a distância geodésica).

Para corrigir as distâncias geodésicas, foi feito um levantamento das distâncias rodoviárias para as principais rotas através do *Google Maps* e utilizou-se o um fator que diminuía o erro. Esse fator é um aumento de 32,5%.

Cubagem de cargas

O REEE de grande porte possui uma densidade baixa e, por isso, precisa ser cubado. Segundo a Associação Nacional do Transporte de Cargas a densidade ideal é 300 Kg/m³. Qualquer carga com densidade abaixo desse valor deve ser cubado. A cubagem consiste em uma operação matemática que transforma o peso da carga em um peso volumétrico.

Considerando uma geladeira:

$$\text{Volume} = \text{altura (1,7m)} \times \text{Largura (0,6m)} \times \text{Comprimento (0,6m)} = 0,612\text{m}^3$$

$$\text{Peso} = 57,950 \text{ kg}$$

$$\text{Densidade} = 94,690 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Cubagem: } 300 \text{ (ideal)} / 94,69 \text{ (real)} = \mathbf{3,17}$$

Dessa forma, para efeito de frete, 1 tonelada do REEE grande será considerado 3,17 toneladas.

Tabela de *Fretes*

Para o cálculo do frete foi utilizado como referência a tabela do Guia do Transportador (RLV Soluções Empresariais como responsável técnico). Com o volume e a distância é possível identificar o valor que será cobrado.

Tabela 14 - Tabela de Fretes

		Frete de Referência					
		Fracionada	Carga Lotada				
Distância em km		< 1 Toneladas R\$/ton	3 Toneladas R\$/Viagem	4,5 Toneladas R\$/Viagem	11 Toneladas R\$/Viagem	19 Toneladas R\$/Viagem	29 Toneladas R\$/Viagem
0	20	400,00	100,00	120,00	180,00	250,00	300,00
21	50	644,00	143,20	185,10	218,78	387,73	423,99
51	100	656,00	224,67	266,76	317,48	504,26	559,16
101	150	668,00	306,14	348,41	416,18	620,79	694,33
151	200	680,00	387,60	430,07	514,87	737,32	829,50
201	250	692,00	469,07	511,72	613,57	853,85	964,67
251	300	704,00	550,54	593,38	712,27	970,38	1.099,83
301	350	716,00	632,01	675,03	810,97	1.086,91	1.235,00
351	400	730,00	713,48	756,69	909,66	1.203,44	1.370,17
401	450	744,00	794,95	838,35	1.008,36	1.319,97	1.505,34
451	500	780,00	876,42	920,00	1.107,06	1.436,50	1.640,51
501	600	820,00	1.039,35	1.083,31	1.304,45	1.669,56	1.910,85
601	700	860,00	1.202,29	1.246,62	1.501,84	1.902,62	2.181,19
701	800	900,00	1.365,23	1.409,93	1.699,24	2.135,68	2.451,52
801	900	947,00	1.528,17	1.573,24	1.896,63	2.368,74	2.721,86
901	1.000	930,00	1.691,11	1.736,55	2.094,03	2.601,80	2.992,20
1.001	1.100	960,00	1.854,04	1.899,86	2.291,42	2.834,85	3.262,54
1.101	1.200	1.010,00	2.016,98	2.063,17	2.488,82	3.067,91	3.532,87
1.201	1.300	1.050,00	2.179,92	2.226,48	2.686,21	3.300,97	3.803,21
1.301	1.400	1.100,00	2.342,86	2.389,79	2.883,60	3.534,03	4.073,55
1.401	1.500	1.200,00	2.505,79	2.553,11	3.081,00	3.767,09	4.343,89
1.501	1.600	1.245,00	2.668,73	2.716,42	3.278,39	4.000,15	4.614,23
1.601	1.700	1.307,00	2.831,67	2.879,73	3.475,79	4.233,21	4.884,56
1.701	1.800	1.369,00	2.994,61	3.043,04	3.673,18	4.466,27	5.154,90
1.801	1.900	1.431,00	3.157,54	3.206,35	3.870,57	4.699,33	5.425,24
1.901	2.000	1.493,00	3.320,48	3.369,66	4.067,97	4.932,39	5.695,58
2.001	2.200	1.555,00	3.646,36	3.696,28	4.462,76	5.398,51	6.236,25
2.201	2.400	1.700,00	3.972,23	4.022,90	4.857,55	5.864,63	6.776,93
2.401	2.600	1.845,00	4.298,11	4.349,52	5.252,33	6.330,75	7.317,60
2.601	2.800	1.990,00	4.623,98	4.676,14	5.647,12	6.796,87	7.858,28
2.801	3.000	2.135,00	4.949,86	5.002,76	6.041,91	7.262,99	8.398,95
3.001	3.500	2.350,00	5.764,55	5.819,31	7.028,88	8.428,28	9.750,64
3.501	4.000	2.600,00	6.579,24	6.635,87	8.015,85	9.593,58	11.102,33
4.001	4.500		7.393,92	7.452,42	9.002,82	10.758,88	12.454,02
4.501	5.000		8.208,61	8.268,97	9.989,79	11.924,18	13.805,71
5.001	5.500		9.023,30	9.085,52	10.976,76	13.089,47	15.157,40
5.501	6.000		9.837,99	9.902,08	11.963,73	14.254,77	16.509,09

Como a tabela é feita para o estado de São Paulo, foi necessário criar uma correção para outras regiões do Brasil. As correções foram adotadas na seguinte proporção:

	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
Variação da referência	10%	15%	20%	0%	5%

Cabe realçar a dificuldade de realizar orçamentos, principalmente fora da região Sudeste.

Impostos

No modelo é possível optar pela adição de impostos no frete. Caso considere a taxa de impostos é necessário definir o valor da mercadoria para que o imposto seja calculado.

Será acrescido sobre o valor do frete um percentual (sobre o valor da mercado) calculado de 3 formas distintas:

- Frete municipal (PIS+ COFINS + ISS)
- Frete Intermunicipal (PIS + COFINS + ICMS estadual)
- Frete Interestadual (PIS + COFINS + ICMS interestadual)

Esses percentuais seguem as tabelas abaixo:

PIS = 0,65%

COFINS = 3%

ISS = 4%

Tabela 15 - ICMS Estadual

ICMS Estadual

Acre	17%
Alagoas	17%
Amapá	17%
Amazonas	17%
Bahia	17%
Ceará	17%
Distrito Federal	17%
Espírito Santo	12%
Goiás	17%
Maranhão	17%
Mato Grosso	17%
Mato Grosso do Sul	17%
Minas Gerais	12%
Pará	17%
Paraíba	17%
Paraná	18%
Pernambuco	17%
Piauí	17%
Rio de Janeiro	17%
Rio Grande do Norte	17%
Rio Grande do Sul	18%
Rondônia	12%
Roraima	17%
Santa Catarina	12%
São Paulo	18%
Sergipe	17%
Tocantins	17%

a) Frete Primário

O frete primário é o custo do transporte até o centro de triagem. Para o REEE de pequeno porte a origem é um ponto de recebimento e para os REEE de grande porte a origem é a casa do consumidor.

Como na maioria das vezes são fretes de pequeno volume, o custo por tonelada é relativamente alto quando comparado com o frete secundário (que envolve maiores volumes).

Frete Primário do REEE de grande porte

Para o cálculo do REEE de grande porte considera-se uma variável de otimização do frete.

Caso a otimização for 0%, significa que todo o resíduo será coletado como carga fracionada (equivalente ao transporte de pequenos volumes), caso a otimização for configurada como 100% considera-se que todo o volume foi coletado com um caminhão baú (coluna de 3 toneladas na tabela de fretes).

Frete Primário do REEE de pequeno porte

O frete primário dos REEE de pequeno porte é calculado à partir dos pontos de recebimento. Por isso, a primeira etapa é calcular o volume em cada ponto de recebimento (PR).

$$Volume\ PR = \frac{Volume\ Município}{Número\ PRs}$$

Depois é necessário calcular o número de viagens que serão realizadas em cada ponto de recebimento. Para encontrar esse valor, deve-se considerar tanto o “tamanho do ponto de recebimento” quanto o “Número mínimo de coletas por ano” (duas variáveis configuradas pelo usuário).

Calculando primeiro o volume definido pelo número mínimo de coletas por ano:

$$Volume\ mínimo\ de\ coletas\ por\ ano = \frac{Volume\ REEE\ PR}{Número\ mínimo\ de\ coletas\ por\ ano}$$

Esse valor deve ser verificado com o tamanho do ponto de recebimento:

Se

$$Volume\ mínimo\ de\ coletas\ por\ ano \leq Volume\ Máximo\ PR$$

Nesse caso os pontos de recebimento não irão lotar em um período menor do que o configurado pelo usuário e o REEE será coletado seguindo a regra de n coletas por ano. Assim, utiliza-se:

$$Volume_{Cada\ viagem} = Volume\ mínimo\ de\ coletas\ por\ ano$$

$$Número\ de\ Viagens = Número\ mínimo\ de\ coletas\ por\ ano$$

Caso

$$\text{Volume}_{\text{mínimo de coletas por ano}} > \text{Volume Máximo PR}$$

Nesse caso os pontos de recebimento irão lotar em um período menor do que o configurado pelo usuário e o REEE será coletado com uma frequência maior do que a regra estipulada pelo usuário. Assim, utiliza-se:

$$\text{Volume}_{\text{Cada viagem}} = \text{Tamanho PR}$$

$$\text{Número de Viagens} = \frac{\text{Volume REEE PR}}{\text{Volume Máximo PR}}$$

Conhecendo-se o volume e o número de viagens por ano, utiliza-se a lógica dos fretes para calcular o custo do frete primário dos REEE de pequeno porte em um município.

b) Frete Secundário

O frete secundário é o custo do transporte do centro de triagem até a recicladora mais próxima. Para o cálculo utiliza-se o número mínimo de viagens para definir o volume de cada viagem. Caso esse volume exceda o máximo de um frete (29 toneladas), o volume total terá o custo equivalente aos fretes de 29 toneladas.

Normalmente os centros de triagem acumulam grande volume de REEE, o que gera fretes de grande volume e reduz significativamente o custo por tonelada desse tipo de frete.

4.4.9 Campanhas de coleta

As campanhas são utilizadas para suprir os municípios que não terão pontos de recebimentos fixos. Basicamente serão feitas algumas campanhas por ano para coletar REEE em cidades de menor porte. Para calcular o custo dessas atividades utiliza-se o mesmo modelo alterando-se algumas variáveis.

$$\text{População mínima dos municípios atendidos} = 1$$

Essa variável irá permitir que todos os municípios sejam atendidos.

$$\text{População/Ponto de Recebimento} = 50.000$$

(Esse número tem que ser maior do que o corte de população utilizado para os pontos de recebimento fixo)

Essa variável garantirá que os municípios com campanhas tenham apenas um ponto de recebimento.

$$\text{Estoque Máximo do Ponto de recebimento} = 29 \text{ toneladas}$$

Essa variável define o ponto de recebimento como uma carreta no município. A ideia é simular as carretas recendo REEE de pequeno porte durante as campanhas.

Otimização do Frete Primário REEE Grande = 100%

Essa variável considera que durante as campanhas caminhões de pequeno porte irão receber os REEE de grande porte nas residências. Simulando a campanha, em um mesmo dia várias residências serão atendidas e iremos considerar como um frete primário com 100% de otimização.

Número mínimo de coletas por ano

Essa variável irá definir quantas campanhas serão feitas por ano.

Todas as outras variáveis deverão ser configuradas exatamente como no cenário base.

Depois de alteradas essas variáveis soma-se o custo total dos municípios abaixo do corte populacional definido no cenário base e considera-se este o custo das campanhas.

4.5 Definição do Cenário Base

O estudo definiu um cenário base como uma perspectiva futura e depois analisou cenários com possíveis alterações das premissas preestabelecidas.

Abaixo são elencadas as principais variáveis de configuração. Elas são classificadas quando a lógica da determinação dos valores (que seguiu duas vertentes):

- Variáveis definidas das referências internacionais e/ou contexto
 - Adesão
 - Número mínimo de coletas por ano
 - Estoque Máximo do Ponto de Recebimento
 - Termo de doação
 - Impostos
 - População/Ponto de Recebimento
 - Otimização do Frete Primário
 - Taxa de Reciclagem do REEE
 - Ganho de escala da reciclagem
- Variáveis definidas da otimização
 - População mínima dos municípios atendidos
 - População mínima dos municípios que serão Centros de Triagem

Vale realçar que os valores adotados não prescrevem dados futuros nem cria metas para o programa. Apenas são referências para realizarmos os cálculos e definirmos possibilidades.

4.5.1 Variáveis definidas das referências internacionais e/ou contexto

Adesão

Cruzando dados da *United Nations University* (Geração de REEE) e da *EuroStat* (Coleta de REEE) chegamos a uma taxa de adesão de diferentes países da Europa:

Tabela 17 - Geração de REEE

	Geração WEEE (kg/head)	Coleta WEEE (kg/head)	Coletado/Gerado
Dinamarca	23,2	13,8	59%
Estônia	8,2	4,5	55%
Finlândia	23,0	9,9	43%
França	24,0	4,5	19%
Alemanha	14,6	8,2	56%
Hungria	11,4	4,4	39%
Lituânia	6,3	3,2	51%
Polônia	8,4	1,2	14%
Suécia	23,9	15,4	64%
Reino Unido	29,4	11,1	38%
Bulgária	5,7	5,2	91%

Considerando a tabela acima, definiu-se 50% de adesão para o cenário base em 2017.

Número mínimo de coletas por ano:

O número mínimo de coletas por ano dá maior segurança ao comércio. Ele evita grandes estoques e a morosidade na coleta do REEE.

Considerando discussões realizadas com os setores, definiu-se o valor de 24 coletas por ano.

Estoque Máximo do Ponto de Recebimento:

O modelo permite que o usuário configure diferentes pontos de recebimentos e avalie o melhor caso para cada cenário. Para o cenário base foi considerado que grandes pontos de recebimento prejudicavam o comércio e pequenos pontos de recebimento prejudicam o frete primário.

Desse equilíbrio instável, definiu-se o modelo de 2 toneladas e 8 m² como o cenário base.

Termo de doação:

Considerando a burocracia e os adicionais nos termos de doação, o cenário base considerou que o termo de doação não é obrigatório.

Impostos:

Como alguns estados já regulamentaram a isenção para o resíduo eletrônico e alguns atores já conseguem transportá-los sem carga tributária, definiu-se tanto o frete primário quanto o frete secundário como isentos de impostos.

População/Ponto de Recebimento:

A priori, levantaram-se dados internacionais:

Tabela 18 - Relação entre ponto de recebimento e população

País	Pontos de recebimento	População	Relação
República Tcheca	11.152	11.352.000	1.018
França	10.300	38.000.000	3.689
Áustria*	1,4	10.000	7.143
Ontário	527	11.352.000	21.541

* para o caso da Áustria a informação levantada já mencionava a proporção de pontos de recebimento (1,4) para cada 10.000 habitantes.

No entanto, esse valor é bem específico de cada programa (e sua maturidade) e da densidade dos países. Apesar de conhecer a referência internacional, preferiu-se estimar valores adequados para a realidade brasileira.

Por isso, definiu-se 25.000 habitantes por ponto de recebimento.

Otimização do Frete Primário:

Considerando que é extremamente custoso o transporte fracionado, é possível que rapidamente as organizações gestoras atinjam patamares altos de otimização do frete primário.

Por isso, definiu-se 65% de otimização para o cenário base.

Taxa de Reciclagem do REEE:

Analisando o exemplo do Japão, taxas de reciclagem elevadas são difíceis de serem atingidas e demandam um tempo de amadurecimento do programa. Por isso, definiu-se a taxa de Reciclagem do REEE de grande porte em 75% e a taxa dos de pequeno porte em 65%.

Ganho de escala da reciclagem:

Como as recicladoras trabalham abaixo da capacidade instalada, com o aumento da demanda provavelmente os preços irão diminuir. Além disso, é possível que com a melhoria das tecnologias empregadas a reciclagem seja mais efetiva e gere mais receitas.

Por isso, foi definido um ganho de escala de 20% para o REEE grande e 30% para o REEE pequeno.

4.5.2 Variáveis definidas da otimização

Algumas variáveis são definidas à partir de cenários e simulações do modelo utilizado. Para defini-las as outras variáveis foram consideradas constantes (de acordo com as premissas definidas anteriormente) para encontrar o ponto ótimo.

População mínima dos municípios atendidos:

Foram feitas análises em diferentes cortes populacionais para definir o seu ponto ótimo. As populações foram escolhidas para que existisse uma diminuição de 4% da cobertura.

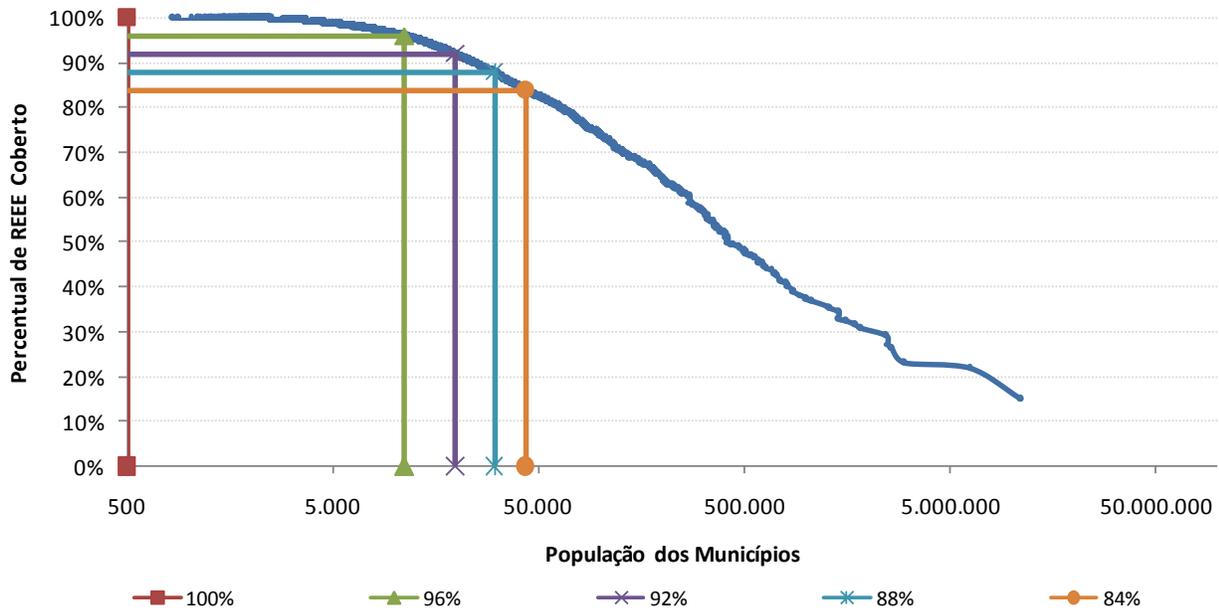


Figura 27 - Diferentes cortes populacionais com diferença de 4% da cobertura

Após definidos os cortes populacionais, analisou-se o custo por tonelada (e sua variação) nos diferentes cenários.

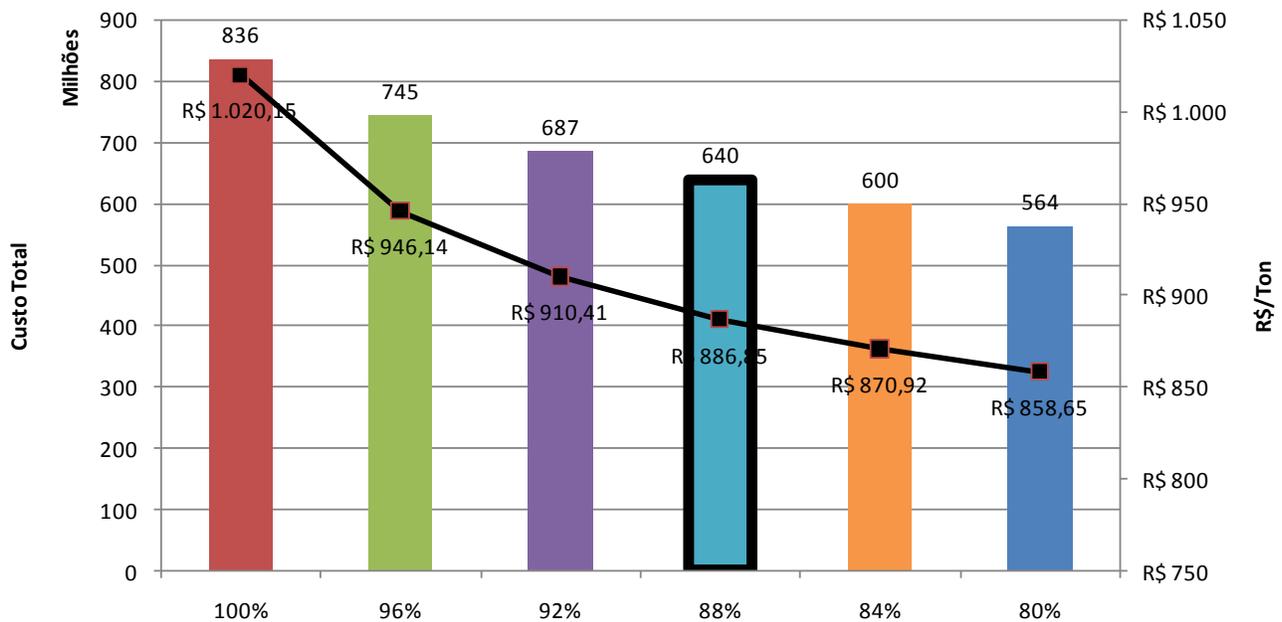


Figura 28 - Custo por tonelada nos diferentes cortes populacionais

Considerando que 88% de cobertura é o primeiro ponto que o custo por tonelada inicia uma queda relativamente constante, definiu-se esse valor de cobertura para o corte populacional. Traduzindo esse valor para a população do município, assumiu-se 30.000 habitantes como o corte populacional para o cenário base.

População mínima dos municípios que terão Centros de Triagem:

Com todas as variáveis preestabelecidas, variou-se apenas a população as cidades que seriam centros de triagem e analisou-se o custo total do programa em cada cenário (os centros de triagem influenciam quase todos os custos do programa).

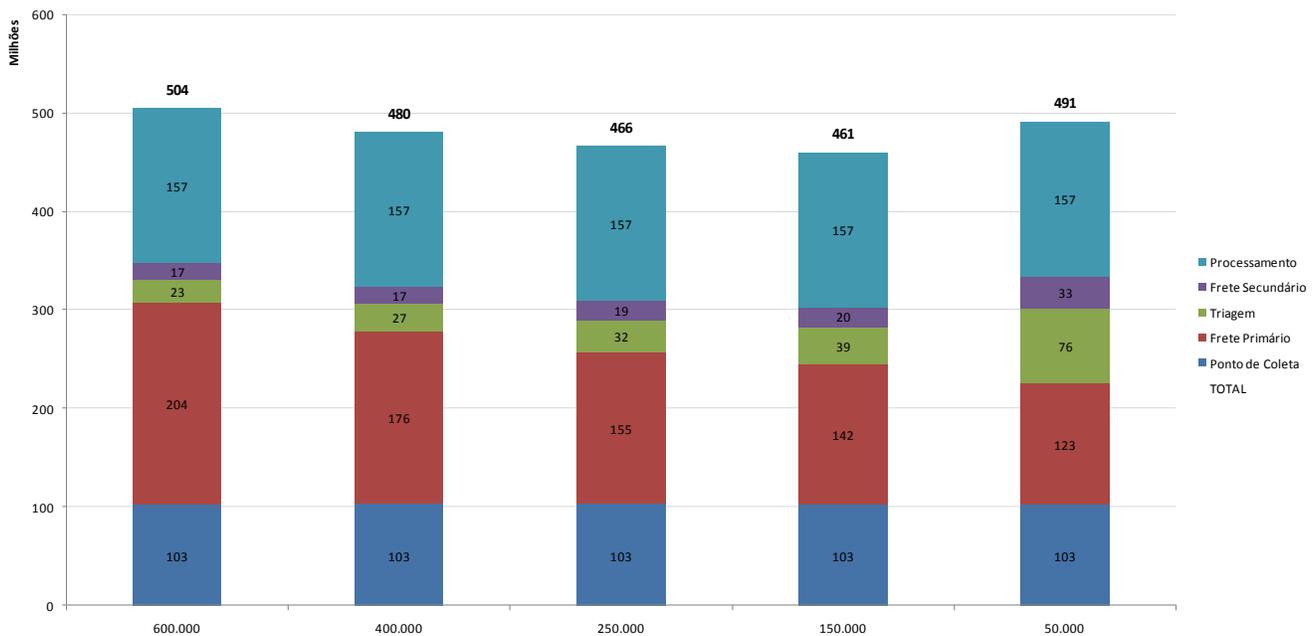


Figura 29 - Custo Total em diferentes cenários para os centros de triagem

Avaliando o custo total, definiu-se os municípios de 150.000 habitantes como os que terão centro de triagem no cenário base.

4.5.3 Cenário Base

A partir da argumentação desenvolvida nos capítulos anteriores, definiu-se o cenário base em 2017 com as seguintes premissas:

- Adesão: 50%
- Número mínimo de coletas por ano: 24
- Estoque Máximo do Ponto de Recebimento: 2 toneladas (8 m²)

- Termo de doação: Não obrigatório
- Impostos: Isentos
- População/Ponto de Recebimento: 25.000 habitantes/ponto de recebimento
- Otimização do Frete Primário: 65% de eficiência
- Taxa de Reciclagem do REEE: 75% grande e 65% para o pequeno
- Ganho de escala da reciclagem: 20% para o REEE grande e 30% para o REEE pequeno;
- População mínima dos municípios atendidos: 30.000 habitantes;
- População mínima dos municípios que terão Centros de Triagem: 150.000 habitantes;

Com essas premissas, a estrutura de custos operacionais (OPEX) do programa segue o gráfico abaixo:

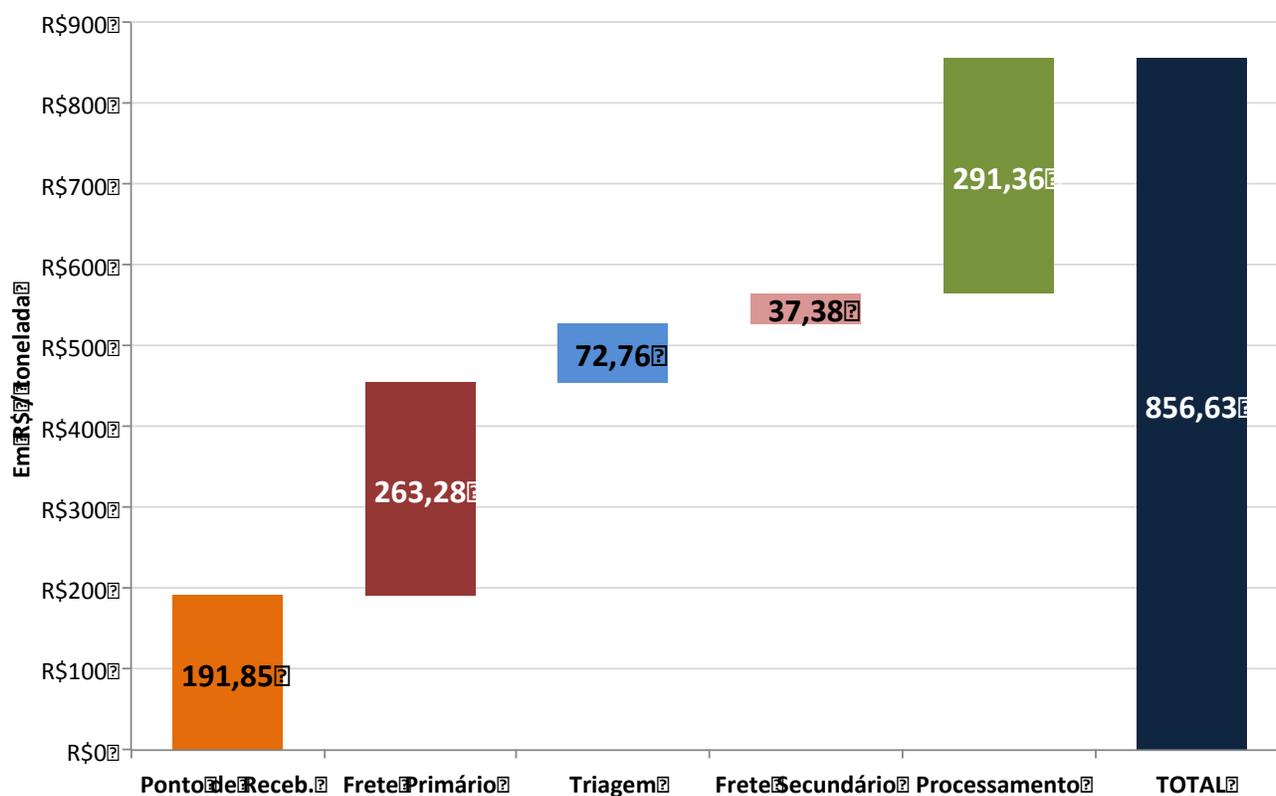


Figura 30 - Estrutura de Custos do cenário base

Comparando esse custo com referências internacionais, percebe-se que o custo ficou relativamente abaixo das referências:

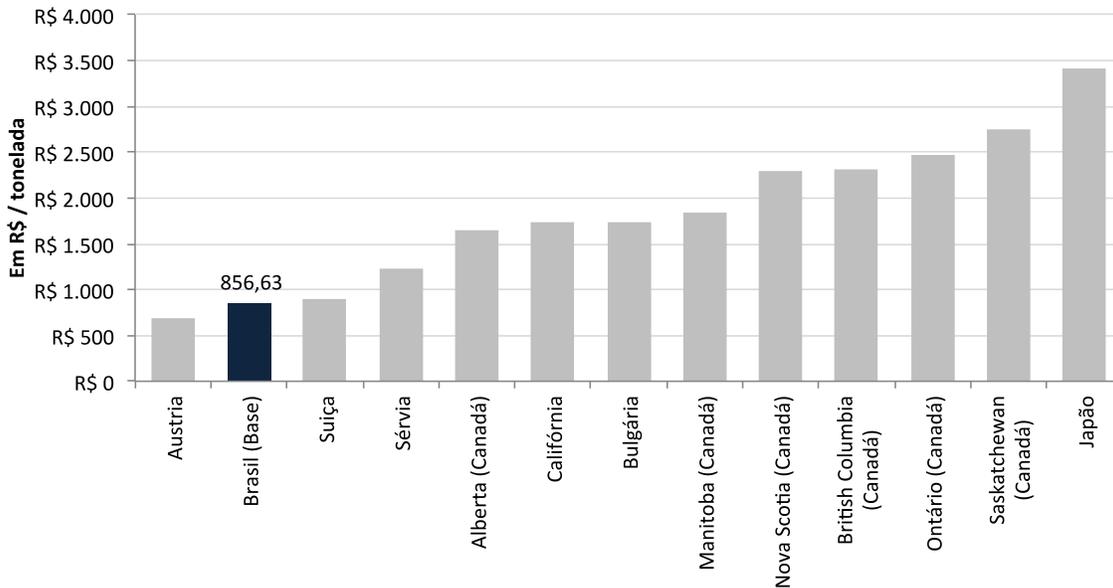


Figura 31 - Comparação de custos com referências internacionais

Além disso, variaram-se algumas premissas para definir dois cenários extremos: eficiente e ineficiente:

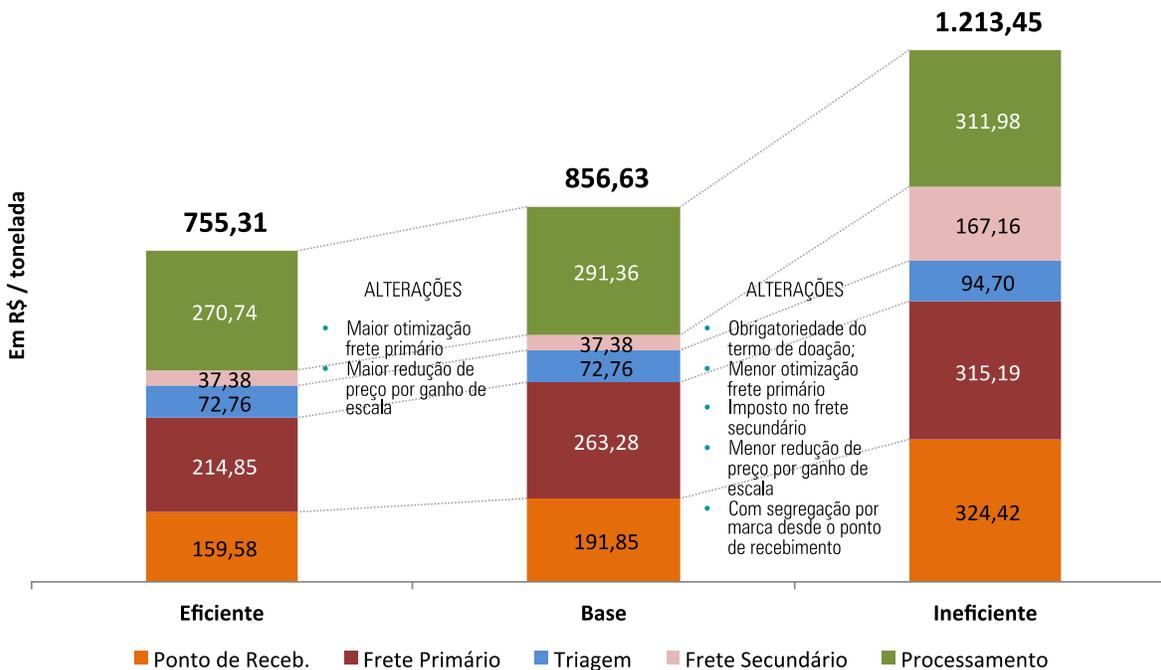


Figura 32 – Cenários para o custo operacional do sistema

4.6 Perspectivas de evolução

Tomando-se por base as premissas do cenário base (2017), as mesmas foram detalhadas desde o início da operação do sistema (2013) para um período de 8 anos (até 2020), quando acreditamos numa certa estabilização do sistema. Nesse tópico, portanto, é apresentada apenas uma proposta da evolução dessas premissas e, conseqüentemente, do programa de logística reversa.

4.6.1 População mínima dos municípios atendidos e Adesão:

Nessas variáveis, o cenário base foi evoluído da seguinte forma:

Tabela 19 - Evolução da cobertura e adesão

Ano base	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
População mínima dos municípios atendidos	200.000	130.000	80.000	50.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Adesão REEE Grande	30%	40%	45%	48%	50%	51%	52%	53%
Adesão REEE Pequeno	65%	58%	55%	52%	50%	51%	52%	53%

Importante realçar que à partir de 2018 existirão campanhas periódicas nos municípios com menos que 30.000 habitantes. Por isso, a cobertura atinge o patamar de 100% nos anos posteriores à 2018.

Além disso, a curva de adesão tem um comportamento bem diferente para o REEE grande e o REEE pequeno. A adesão do REEE pequeno corrige um possível passivo existente e uma devolução em massa de REEE. Por isso, no início do programa consideramos uma adesão acima da real que vai se estabilizando próximo dos 50% considerados no cenário base.

Já no REEE grande foi adotada a premissa que não existe um passível desse tipo de resíduo. Por isso a curva de adesão segue o padrão próximo do esperado, com um aumento progressivo até os 50% considerados no cenário base.

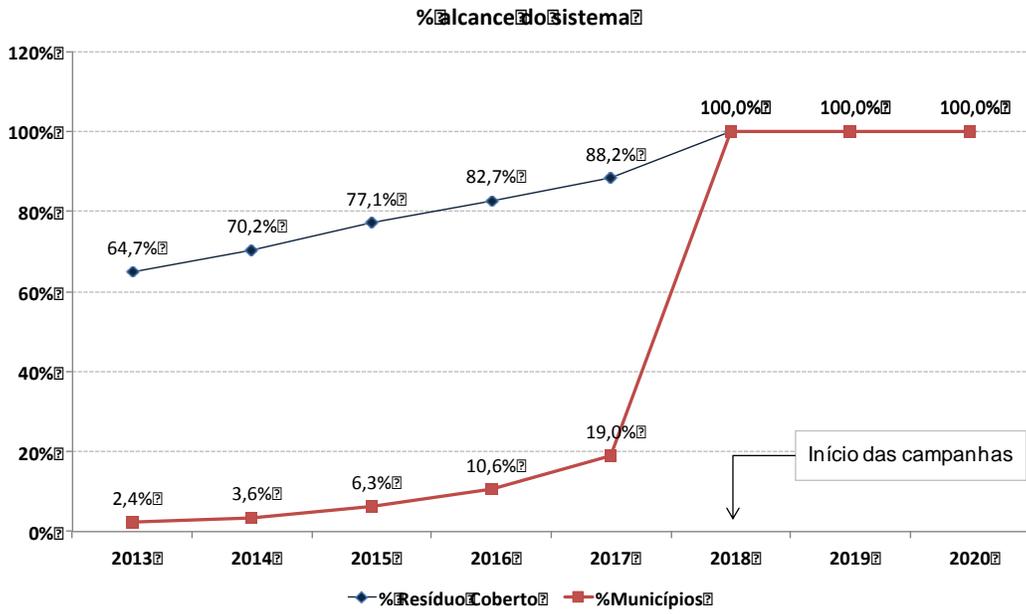


Figura 33 - Cobertura do Programa

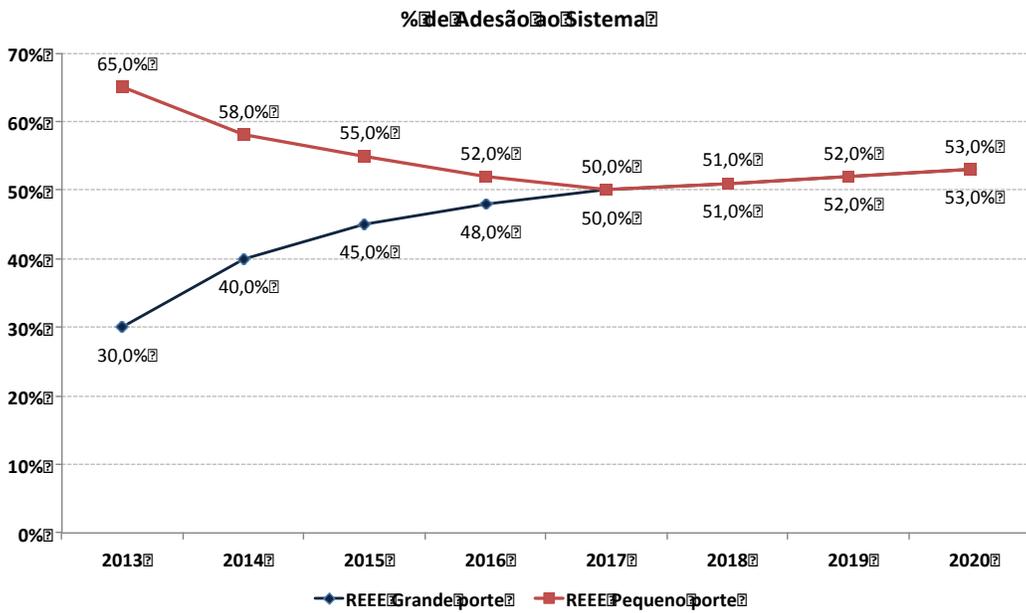


Figura 34 - Adesão do Programa

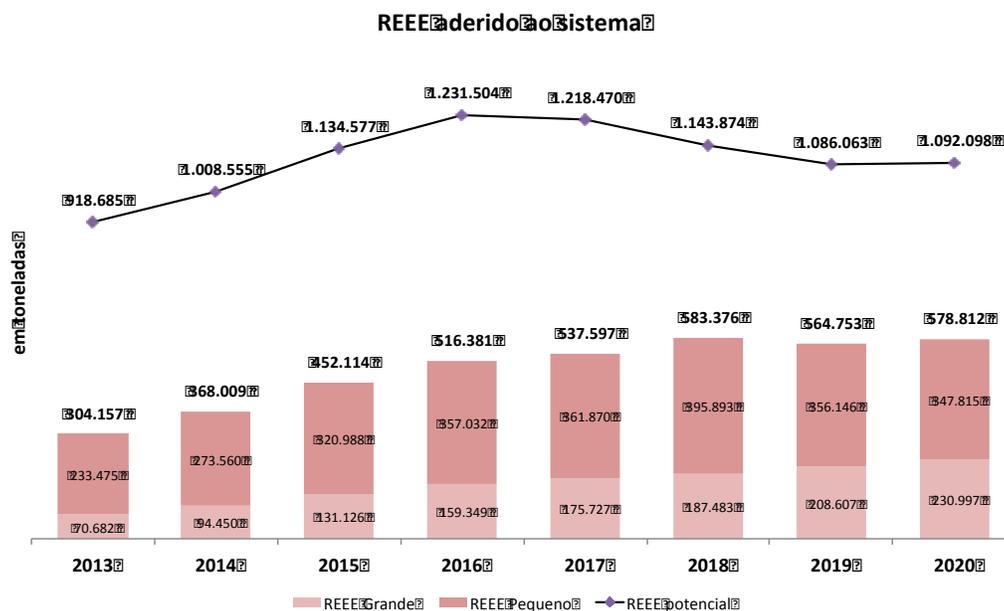


Figura 35 - Volume de REEE esperado

4.6.2 População/Ponto de Recebimento e Centros de Triagem

A evolução considera que os pontos de recebimento serão menos frequentes no começo do programa e apenas municípios de grande porte terão os centros de triagem. Apenas com o passar do tempo os pontos de recebimento serão mais pulverizados e os centros de triagem assumirão a configuração ideal. Assim, o cenário base foi evoluído da seguinte forma:

Tabela 20 - Evolução dos pontos de recebimento e centros de triagem

Ano base	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
População/Ponto de recebimento	80.000	55.000	40.000	30.000	25.000	24.000	23.000	22.000
População dos Centros de Triagem	500.000	380.000	280.000	200.000	150.000	150.000	150.000	150.000

Com isso, segue-se a evolução do programa de logística reversa:

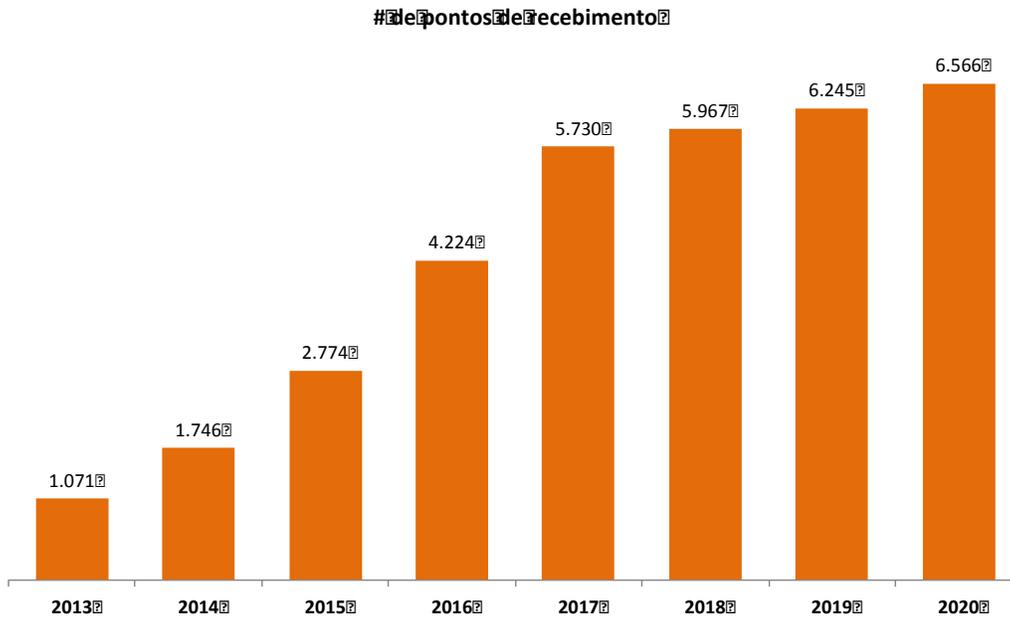


Figura 36 - Evolução do número de pontos de recebimento

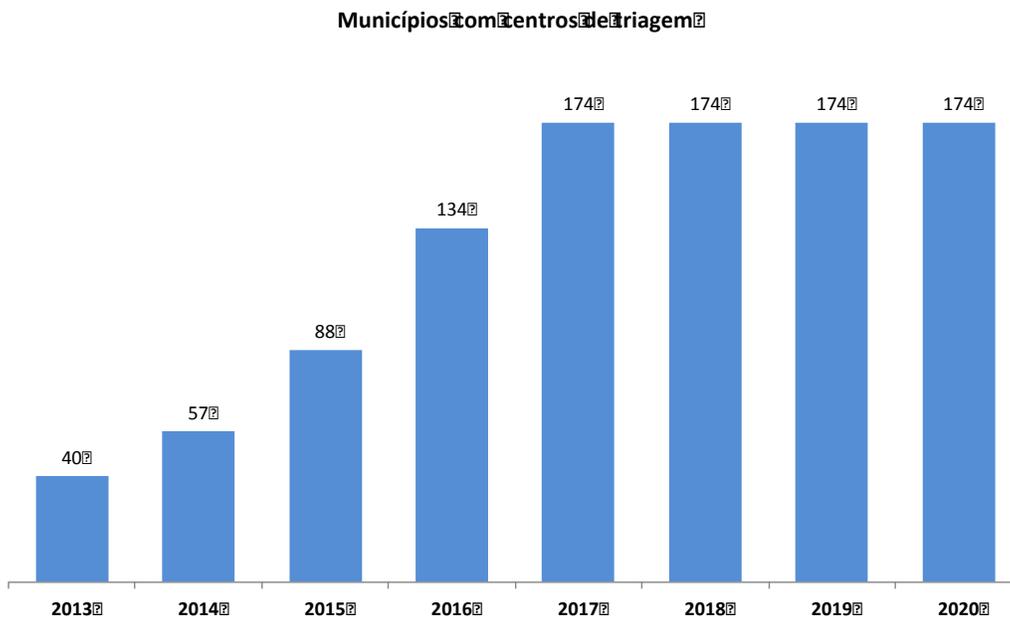


Figura 37 - Evolução do número de municípios com centros de triagem

4.6.3 Custo de Processamento

O custo de processamento foi uma variável com elevado grau de incerteza no estabelecimento da modelagem. Poucas referências de preço do serviço foram fornecidas e

algumas dúvidas quanto à possibilidade de tal custo se converter em potencial receita para o sistema não foram sanadas.

Por isso, o modelo adota a reciclagem como um serviço prestado e que gera custo ao sistema. O esforço implementado nesse momento foi o de definir os custos operacionais desse serviço.

Com isso, segue-se a evolução do programa de logística reversa:

Tabela 21 - Evolução dos custos de processamento

Ano base	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Taxa de Reciclagem (Grande)	60,0%	66,0%	70,0%	73,0%	75,0%	76,0%	77,0%	78,0%
Taxa de Reciclagem (pequeno)	55,0%	59,0%	62,0%	64,0%	65,0%	66,0%	67,0%	68,0%
Ganho de Escala REEE Grande	3,0%	10,0%	15,0%	18,0%	20,0%	21,0%	22,0%	23,0%
Ganho de Escala REEE Pequeno	10,0%	20,0%	25,0%	28,0%	30,0%	31,0%	32,0%	33,0%

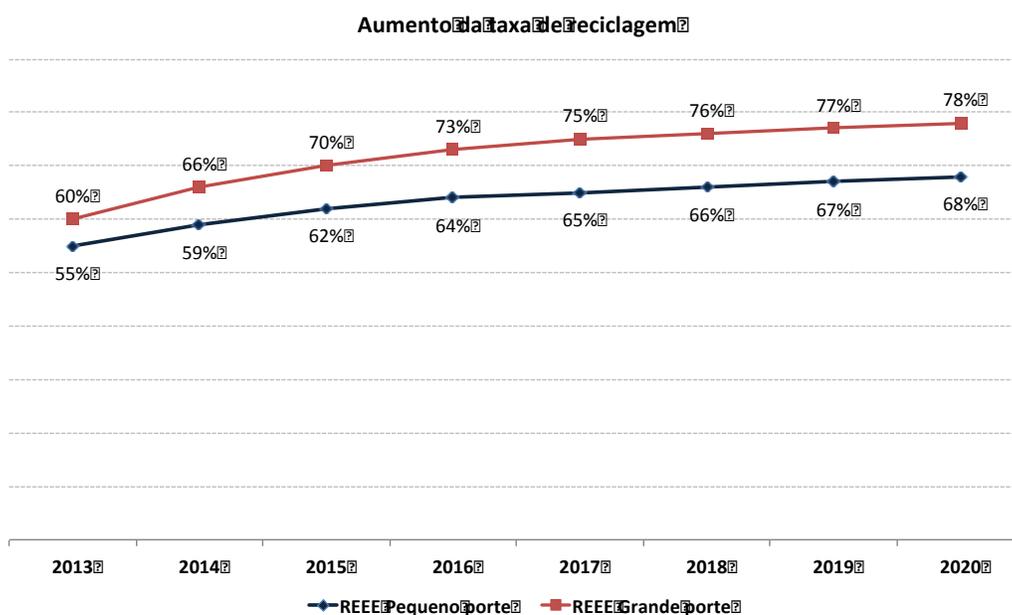


Figura 38 - Taxa de reciclagem

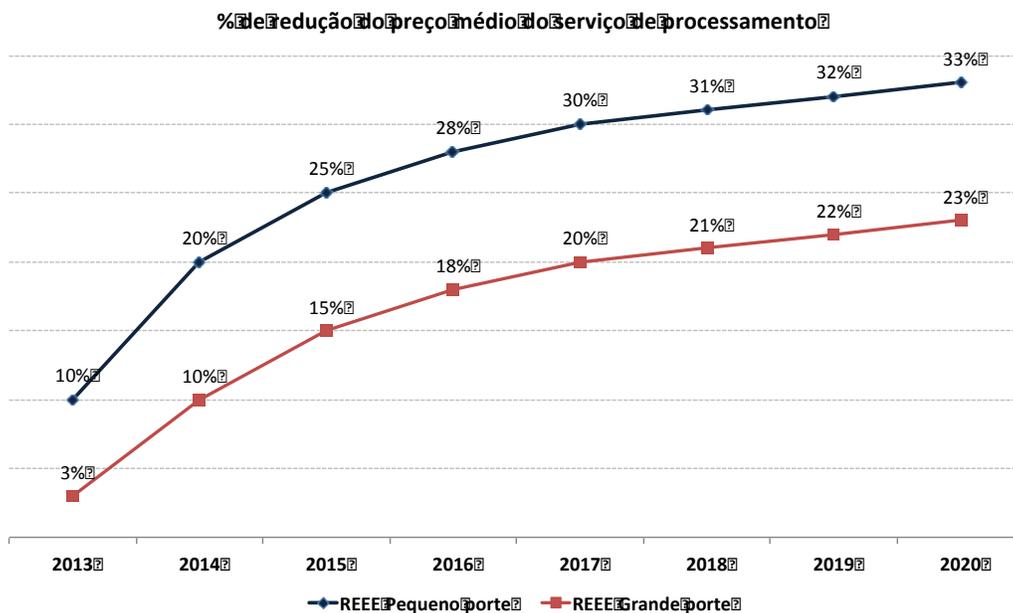


Figura 39 – Perspectiva de redução de preço por ganho de escala

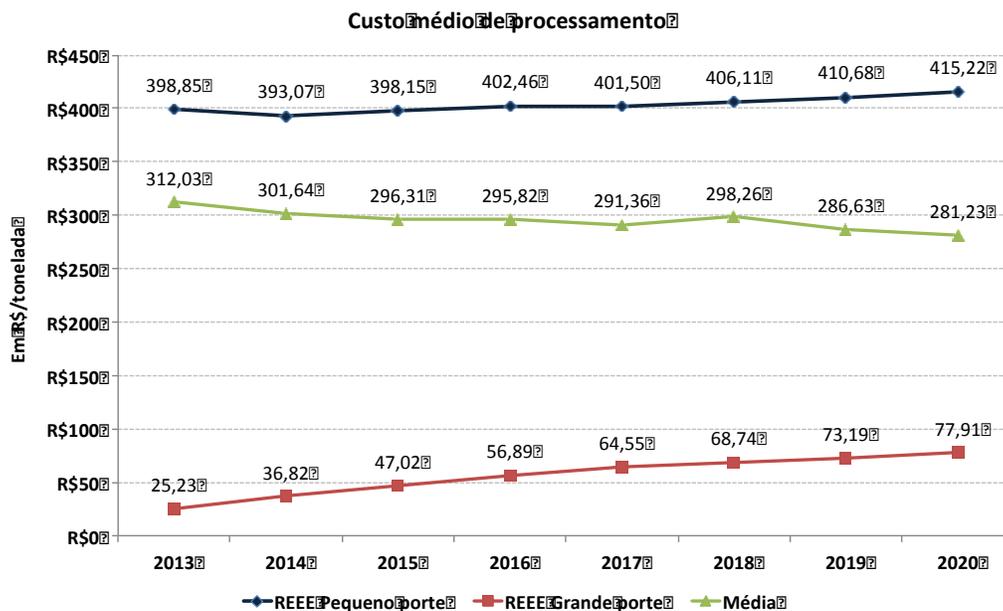


Figura 40 - Custo médio do processamento

4.6.4 Custo operacional total

Tabela 22 – Resumo das premissas adotadas no cenário de evolução

1. Cobertura do Programa de Logística Reversa

Ano base	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
População mínima dos municípios atendidos	200.000	130.000	80.000	50.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Adesão REEE Grande	30%	40%	45%	48%	50%	51%	52%	53%
Adesão REEE Pequeno	65%	58%	55%	52%	50%	51%	52%	53%

2. Pontos de recebimento

População/Ponto de recebimento	80.000	55.000	40.000	30.000	25.000	24.000	23.000	22.000
Estoque Máximo do PR	2,0 Toneladas [8m ²]							
Termo de doação dos REEE (secundário)	Termo não é obrigatório							

3. Centro de Triagem

População mínima dos municípios que serão Centros de Triagem	500.000	380.000	280.000	200.000	150.000	150.000	150.000	150.000
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

4. Logística

Imposto na Logística primária	Lixo Eletrônico							
Valor do REEE/ton	R\$ 500							
Imposto na Logística Secundária	Lixo Eletrônico							
Valor do REEE/ton	R\$ 500							
Otimização do Frete Primário REEE Grande	50%	56%	60%	63%	65%	66%	67%	68%
Número mínimo de coletas por ano	24	24	24	24	24	24	24	24

5. Processamento

Eficiência do REEE grande	60,0%	66,0%	70,0%	73,0%	75,0%	76,0%	77,0%	78,0%
Eficiência do REEE pequeno	55,0%	59,0%	62,0%	64,0%	65,0%	66,0%	67,0%	68,0%
Ganho de Escala REEE Grande	3,0%	10,0%	15,0%	18,0%	20,0%	21,0%	22,0%	23,0%
Ganho de Escala REEE Pequeno	10,0%	20,0%	25,0%	28,0%	30,0%	31,0%	32,0%	33,0%

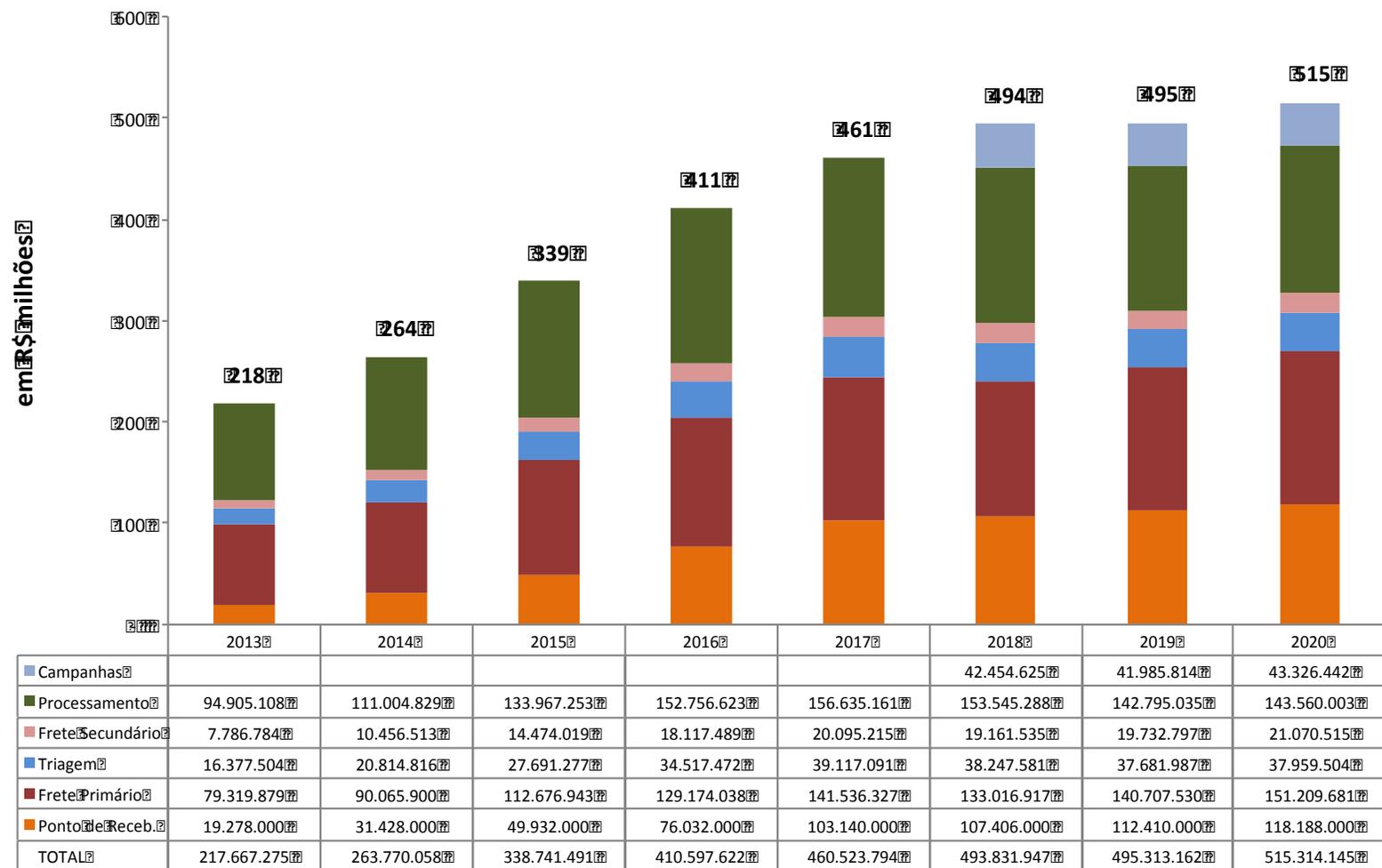


Figura 41 – Custos Operacional por Etapa do Sistema

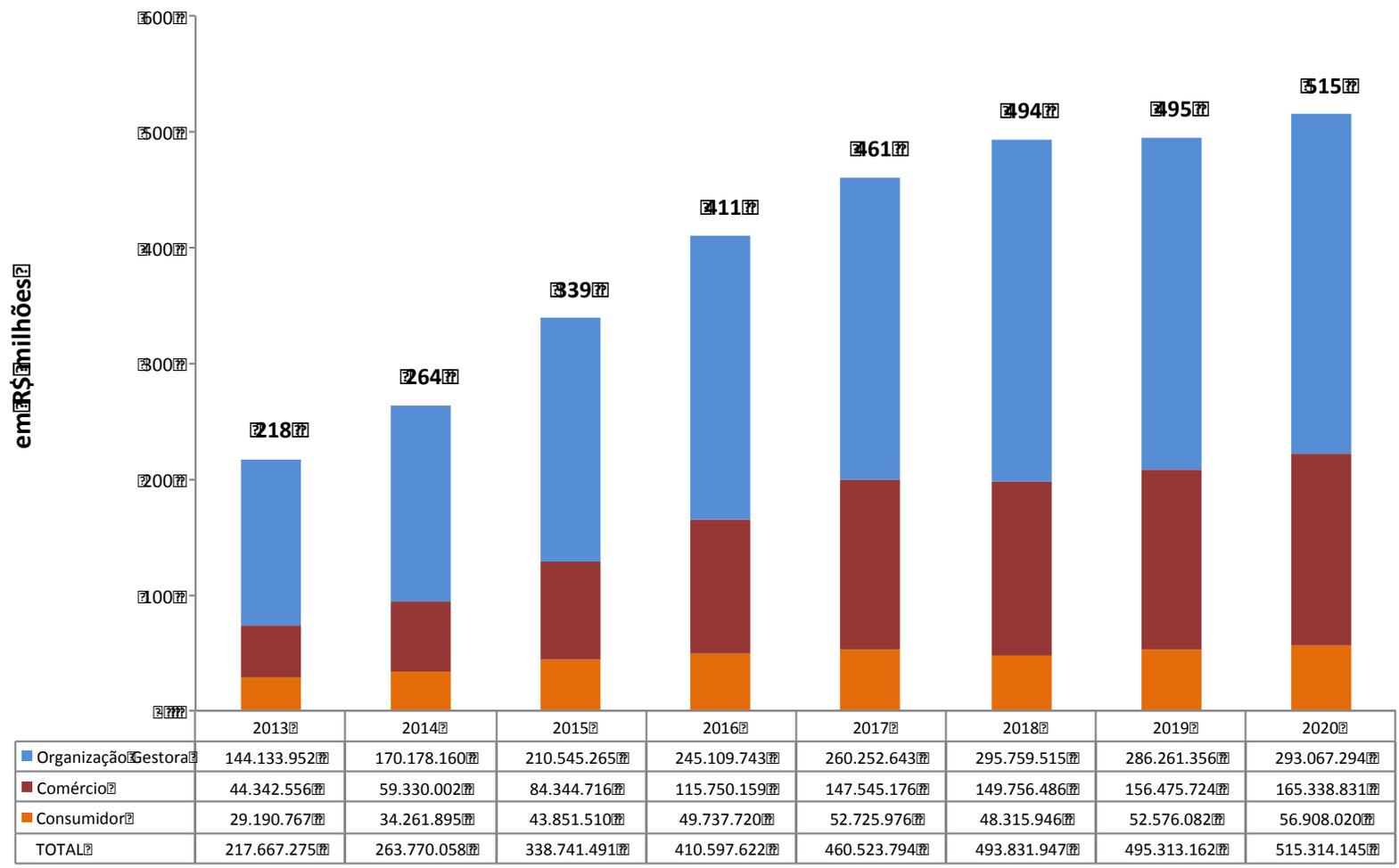


Figura 42 - Custos Operacional por Ator do Sistema

O custo operacional total, considerando as premissas de evolução detalhadas no estudo, evoluirá de um patamar de cerca de R\$200 milhões para cerca de R\$500 milhões quando o sistema entrar em regime, ou seja, quando todo o território brasileiro estiver coberto pelo sistema. Esses valores representam em média 0,5% do faturamento dos eletroeletrônicos de consumo, utilizados como base para o presente estudo. É muito importante salientar que tal percentual trata-se de uma estimativa global e que a eficiência na implantação e perspectivas na evolução do modelo será determinante para estabelecer o patamar real dos custos de manutenção do sistema. Ainda, por se tratar de uma média, a estimativa não considera as os distintos patamares relativos de custos para cada linha de produtos.

5 AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA

O estabelecimento do sistema de logística reversa tem como principal virtude fortalecer o mercado da reciclagem no Brasil podendo trazer benefícios que vão além do impacto ambiental que se espera alcançar.

Sociais	Econômicos	Ambientais
<ul style="list-style-type: none">• Geração de empregos formais• Fortalecimento das associações de catadores com geração de oportunidades de prestação de serviços ao sistema• Promoção de uma maior conscientização da população quanto às questões ambientais relacionadas aos equipamentos eletroeletrônicos• Minimização de problemas de saúde causados pelo manuseio incorreto de REEE	<ul style="list-style-type: none">• Maior retorno ao mercado de matérias-primas advindas da reciclagem de REEE• Fortalecimento da indústria da reciclagem pelo consequente aumento da demanda• Desenvolvimento de conhecimento e tecnologias relacionada a reciclagem de REEE	<ul style="list-style-type: none">• Diminuição de casos de descarte incorreto de REEE• Melhoria da qualidade dos serviços de reciclagem e consequente menor nível de rejeitos nos aterros• Redução de gasto energético por conta de uso de reciclados (p.e.: o gasto de energia para reciclagem de alumínio é 95% menor do que para sua produção primária)

No que tange a geração de empregos formais, estima-se o potencial de criação de cerca de 10 a 15 mil posições de trabalho para operação do sistema desde os pontos de descarte/recebimento, passando pelos centros de triagem e chegando até às recicladoras que irão processar o volume de REEE. Tal estimativa considera o momento em que o sistema estará em plena operação, cobrindo 100% do território nacional.

Um outro impacto potencial que merece destaque é a expectativa de retorno de matérias-primas ao mercado. Conforme tabela apresentada abaixo, para alguns materiais existe o potencial do sistema de logística reversa dos REEE contribuir com até 18% de crescimento da disponibilidade de material reciclado no mercado, com é o caso dos plásticos.

Tabela 23 – Potencial econômico de aproveitamento dos resíduos

Material	Estimativa de volume de Matéria-prima reciclada gerada a partir do sistema de logística reversa (toneladas mil)	Tamanho do mercado (ano)	Impacto Potencial no Mercado
Alumínio	29,4	300 (2006)	10%
Cobre	27,2	397 (2011)	7%
Ferro	550,2	8.660 (2010)	6%
Plástico	169,0	953 (2010)	18%
Vidro	24,8	470 (2010)	5%

Fonte: CEMPRE, Escola Politécnica USP, Sindicelabc

Um aspecto relevante da implantação do sistema de logística reversa proposto reside no seu potencial de contribuir para o alcance dos objetivos traçados no Plano Brasil Maior. Ao promover o fortalecimento da cadeia da reciclagem de REEE e o estímulo do desenvolvimento produtos recicláveis e com maior teor de material reciclado (*ecodesign*), o sistema de logística reversa a ser estabelecido contribuirá com a promoção de uma produção mais sustentável, tema transversal da nossa política industrial, tecnológica e de comércio exterior.

Ainda, na linha dos impactos ambientais, há que se destacar o a potencial redução de emissão de CO₂ pelo uso de materiais reciclados a partir do sistema de logística reversa dos REEE, conforme apresentado abaixo.

Tabela 24 – Potencial de redução de emissão de CO₂

Material	Estimativa de volume de Matéria-prima reciclada gerada a partir do sistema de logística reversa (toneladas mil)	Potencial médio de redução de emissão de CO ₂ (toneladas de CO ₂ / tonelada de material reciclado)	Estimativa de redução de emissão de CO ₂ (toneladas de CO ₂)
Alumínio	29,4	4,5	132.300
Cobre	27,2	4,7	127.840
Vidro	24,8	0,32	7.936

Fonte: Berryman, ABAL, Resteel

6 RECOMENDAÇÕES PARA IMPLANTAR UM SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA PARA REEE'S

Um completo e profundo mergulho no entendimento da cadeia e do arcabouço que envolve a questão da logística reversa dos REEE permitiu se identificar uma série condições necessárias para que o sistema de logística reversa proposto no presente estudo seja viável e opere de forma eficaz e eficiente. As recomendações listadas abaixo têm portanto como objetivo trazer a mesa os elementos que conferirão tais características à modelagem proposta e incluem as sugestões levantadas por atores que farão parte do próprio sistema.

6.1 Aspectos tributários e legais

Revisar marco legal de forma a se permitir tratar o REEE como resíduo não perigoso no processo de logística reversa (antes de transformações físicas e químicas);

Fundamentação: Considerar os EEE como perigosos irá elevar os custos da logística reversa em função do atendimento as normas ambientais que impõem o licenciamento ambiental para lidar com tal tipo de resíduo.

Como: Proposição de norma técnica para considerar o REEE não perigoso antes de transformações físicas e químicas, eliminando ou amenizando regras que levam a necessidade de licenciamento ambiental.

Quando: Antes do sistema entrar em operação **Responsável:** Ministério do Meio Ambiente

Beneficiários: Os responsáveis pelo custeio do sistema.

Rever legislação que impõe a existência do termo de doação no caso da transferência de posse do REEE;

Fundamentação: Nessa condição, os pontos de recebimento teriam que dispor de infraestrutura para preenchimento e controle de formulários que seriam preenchidos pelo consumidor no momento da doação do seu REEE. Essa imposição dificulta e encarece a implantação dos pontos de recebimento,

Como: Proposição de lei que ao invés de considerar o REEE um bem, considere-o como sucata.

Quando: Antes do sistema entrar em operação **Responsável:** Ministério da Fazenda

Beneficiários: Principal beneficiário é o comércio, responsável por arcar com os custos dos pontos de recebimento.

Avançar na discussão das questões relacionadas a incidência de impostos na cadeia de

reciclagem de forma a isentar impostos no transporte de REEE;

Fundamentação: O REEE é tratado atualmente como uma mercadoria, incidindo sobre o mesmo os impostos relativos a um objeto com valor comercial onerando sobremaneira o seu manuseio, transporte e processamento. Desonerar ou minimizar a incidência de impostos na cadeia de reciclagem será fundamental para o desenvolvimento do setor.

Como: Articular uma proposição de mudança na legislação vigente que faria isenção de impostos sobre os NCMs relativos aos REEE's.

Quando: A qualquer momento, pois não se trata de uma condição para o sistema entrar em operação.

Responsável: Grupo Técnico de Desoneração e Investimentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos

Beneficiários: Os responsáveis por custear o transporte e processamento dos REEE's

Promover o mercado da reciclagem através de incentivos fiscais pelo uso de material reciclado, venda de produtos com conteúdo reciclável ou com design ecológico;

Fundamentação: Promover o processamento dos REEE sem incentivar o uso do material reciclado resultante desse processo promoverá sim melhorias quanto aos aspectos ambientais porém muito aquém do que se espera de um sistema integral. Ao promover, por exemplo, a produção de produtos com design ecológico, por exemplo, contribui-se para a redução do custo da sua reciclagem, beneficiando o sistema. O sistema irá alcançar sua plena capacidade de redução de impacto ambiental quando todo o material reciclado no processo retornar ao processo produtivo, seja qual for o setor da indústria que o aproveite.

Como: Estabelecer normas técnicas para certificação e articular legislação para estabelecimento do incentivo fiscal

Quando: Quando o sistema estiver maduro

Responsável: Ministério do Meio Ambiente

Beneficiários: Todos os agentes do sistema serão beneficiados, com destaque para os fabricantes de produtos com maior nível de produtos reciclados ou design ecológico.

Criar instrumentos de controle para garantir que todos os Fabricantes, Importadores e Comerciantes se vinculem ao sistema.

Fundamentação:	Garantir o vínculo ao sistema maximiza a isonomia entre os atores e fortalece a adesão e o comprometimento com os resultados.		
Como:	Estabelecer no sistema de dados de gestão do sistema, funcionalidade ou rotina que permita fazer o cruzamento das informações dos atores que aderiram ao sistema com outras bases de dados		
Quando:	No momento da especificação de requisitos do SINIR	Responsável:	Ministério do Meio Ambiente
Beneficiários:	Os principais beneficiários serão os atores vinculados ao sistema, que terão, dessa forma, uma situação de maior isonomia.		

6.2 Instrumentos financeiros

Disponibilizar linhas de crédito para investimentos em infraestrutura das recicladoras regionais através de linhas de crédito incentivadas;

Fundamentação:	A capacidade atual está aquém do que se espera de demanda por reciclagem quando o sistema estiver em plena operação. Além de permitir os investimentos necessários em expansão, as linhas de crédito permitirão uma melhoria na distribuição das recicladoras pelo território brasileiro, minimizando os custos de transporte dos REEE.		
Como:	Articulação junto aos bancos de desenvolvimento para criação de linhas de crédito específicas para promoção da cadeia de reciclagem		
Quando:	No início da implantação do sistema, quando as informações de capacidade e demanda do mesmo passarão a ser monitoradas e permitirão o melhor entendimento das demandas financeiras para sua melhoria e expansão.	Responsável:	Comitê de acompanhamento da implantação do sistema
Beneficiários:	Recicladoras com acesso à crédito e a Indústria com a diminuição dos seus custos de logística		

6.3 Incentivo a P,D&I

Prover fomento a pesquisa para desenvolvimento de novas técnicas de reciclagem, aplicações das matérias primas recicladas e ecodesign;

Fundamentação:	Quando se trata da reciclagem há processos pouco eficientes que geram alto nível de rejeitos – de 20 a 30% do volume – e outros muito eficientes cujo nível de rejeito pode chegar a menos de 1%. Os processos mais eficientes são os que geram menor impacto ao meio ambiente e demandam maior nível de conhecimento e tecnologia para sua viabilização. Vê-se também que por conta do histórico de baixo nível de demanda, pouco se desenvolveu de tecnologia para reciclagem no Brasil. Desenvolver e reter conhecimento sobre os processos de reciclagem trata-se de uma condição para ganhos econômicos e competitividade da indústria nacional.		
Como:	Articulação de linhas de pesquisa relacionadas a cadeia da reciclagem junto aos órgão de fomento nacionais (Finep, CNPq) e estaduais (FAPs)		
Quando:	Embora não seja uma condição para o sistema entrar em operação é desejável que desde o começo da sua operação, tais linhas de pesquisa já estejam disponíveis, possibilitando o crescimento da indústria da reciclagem com tecnologia nacional.	Responsável:	Comitê de acompanhamento da implantação do sistema
Beneficiários:	Fabricantes e Recicladores		

6.4 Infraestrutura

Promover articulação entre Fabricantes, Importadores, Comércio, Recicladores e Poder

Público para alinhamento dos objetivos do sistema de logística reversa dos REEE com os planos de gestão de resíduos sólidos.

Fundamentação: Ao se estabelecer os planos (nacionais, estaduais e municipais) de gestão de resíduos sólidos, será importante observar como serão estabelecidos os sistemas de logística reversa de forma a se procurar alinhamento e ganho de sinergias entre as iniciativas.

Como: Estabelecer como regra nos estabelecimento dos planos de gestão de resíduos sólidos o alinhamento com os sistemas de logística reversa que estiverem em operação.

Quando: O quanto antes **Responsável:** Ministério do Meio Ambiente

Beneficiários: Todos os atores do sistema.

6.5 Política comercial e aduaneira

Incluir nas embalagens e manuais dos produtos eletroeletrônicos, instruções quanto aos procedimentos descarte.

Fundamentação: Instruir o consumidor irá aumentar as taxas de adesão e o volume total de reciclagem de REEE. Como o sistema não possui à priori metas de recebimento, esta ação terá papel importante no aumento do volume de REEE recebidos no sistema.

Como: Criar padrões de informação para as embalagens e os manuais.

Quando: No momento em que o sistema estiver mais maduro **Responsável:** Fabricantes

Beneficiários: Todos os atores do sistema

6.6 Modelo operacional

Estabelecer parcerias com Associações e Cooperativas para suporte operacional da logística

primária e centros de triagem;

Fundamentação: As cooperativas de catadores realizam atualmente um importante papel na cadeia da reciclagem atual. Sua capilaridade e capacidade de compor o sistema devem ser aproveitados da maneira a potencializar a geração de renda.

Como: Estabelecimento de acordos operacionais entre as entidades do sistema

Quando: Ao longo da fase de implantação do sistema **Responsável:** Organização Gestora

Beneficiários: Cooperativas e Recicladores

Planejar ações de divulgação e conscientização que deverão ser implementadas pelo poder público, organizações gestoras e comércio;

Fundamentação: Como o sistema não possui metas de recebimento, esta será uma das principais ações para aumentar o volume coletado e garantir o descarte correto, que minimizará riscos a sociedade e ao meio-ambiente.

Como: Identificar outras campanhas similares que obtiveram sucesso na adesão popular e definir planos de divulgação.

Quando: Ao longo da fase de implantação do sistema **Responsável:** Governo e Organização Gestora

Beneficiários: Todo os agentes do sistema.

Detalhar infraestrutura de descarte/recebimento dos REEE segundo suas especificações técnicas;

Fundamentação: O estudo não abordou detalhes da estrutura para a descarte/recebimento dos REEE. Para a implantação do sistema essa infraestrutura precisa ser melhor detalhada. Estabelecer uma estrutura padrão facilitará o entendimento do processo e promoção da cultura do descarte ambientalmente correto.

Como: Articulação entre fabricantes, importadores e comércio para identificação dos tipos de produtos, análise das alternativas de descarte e definição da infraestrutura padrão.

Quando: Antes do sistema entrar em operação **Responsável:** Fabricantes/Importadores

Beneficiários: Todo os agentes do sistema, com destaque para o Comércio, que terá um modelo padrão de infraestrutura para descarte/recebimento a ser seguido com ganho de escala.

Detalhar infraestrutura para triagem dos REEE;

Fundamentação: Para a implantação do sistema a infraestrutura do centro de triagem deve ser melhor detalhada considerando os tipos de REEE a serem triados e integração com os órgãos competentes para provimento de informação e controle.

Como: Mapeamento dos processos a serem conduzidos e informações a serem prestadas às autoridades competentes para detalhamento da infraestrutura dos centros de triagem

Quando: Antes do sistema entrar em operação **Responsável:** Fabricantes/Importadores

Beneficiários: Organizações gestoras

Definir critérios que diferenciarão resíduos de pequeno porte e dos de grande porte;

Fundamentação: Todo o modelo conceitual foi definido utilizando essa divisão. Para a operacionalização será necessário estabelecer critérios objetivos para diferenciar os resíduos de pequeno porte dos de grande porte.

Como: Estabelecimento de especificações de peso e volume para os REEE.

Quando: Antes do sistema entrar em operação **Responsável:** Fabricantes, Importadores, Comércio e Governo, via acordo setorial

Beneficiários: Todo os atores que compõem o sistema.

Estabelecer um comitê de acompanhamento da implantação do sistema, de forma a se implementar os ajustes necessários para eficácia do modelo;

Fundamentação: Segundo o levantamento feito em outros setores/países, todos os modelos iniciais sofreram alterações e foram evoluindo até um modelo mais maduro. Esse comitê será responsável por acompanhar e direcionar essas mudanças no programa brasileiro de logística reversa de REEE.

Como: Articulação entre os atores que comporão o sistema.

Quando: Antes do sistema entrar em operação **Responsável:** Fabricantes, Importadores, Comércio e Governo, via acordo setorial

Beneficiários: Todo os atores que compõem o sistema.

Detalhar as condições e o processo de formalização e cadastro das organizações gestoras;

Fundamentação:	Como todo o sistema se baseia na habilitação de atores enquanto organizações gestoras é necessária a criação de um processo transparente e ágil para o cadastramento dessas organizações.
Como:	Detalhamento das responsabilidades de uma entidade que se habilitar como gestora e estabelecimento do processo para sua habilitação.
Quando:	Antes do sistema entrar em operação Responsável: Ministério do Meio Ambiente
Beneficiários:	Todas as organizações que por obrigação (Fabricantes e Importadores) ou oportunidade tenham a necessidade de se habilitar enquanto organizações gestoras

Detalhar o fluxo de informações e interfaces com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR);

Fundamentação:	As informações que comporão o SINIR ainda não foram detalhadas e é necessário entender quais e como as informações do sistema de logística reversa de REEE serão controladas e registradas no mesmo.
Como:	Acompanhamento do desenvolvimento do SINIR para entendimento e alinhamento com o sistema de logística reversa de REEE
Quando:	Antes do sistema entrar em operação Responsável: Ministério do Meio Ambiente
Beneficiários:	Todas os atores que comporão o sistema.

Definir as condições técnicas para certificação das recicladoras que poderão compor o sistema.

Fundamentação:	As recicladoras serão responsáveis pela minimização dos impactos ambientais e pela geração de importantes dados do programa. Dessa forma é necessário definir claramente os aspectos técnicos requeridos para a operação das mesmas.
Como:	Definir critérios para certificação, os documentos necessários e o órgão certificador.
Quando:	Antes do sistema entrar em operação Responsável: Ministério do Meio Ambiente
Beneficiários:	Todas os atores que comporão o sistema.

Realizar análise aprofundada de alternativas para apuração e custeio de produtos órfãos.

Fundamentação:	Com um escopo mais amplo, o estudo não é suficiente para entender e
-----------------------	---

detalhar a complexa questão dos órfãos. Por isso, recomenda-se um aprimoramento dessa análise e discussões de possíveis modelos.

Como: Acompanhar e registrar o histórico de volume de órfãos para os primeiros meses de operação do sistema, mensurar o valor de mercado dos mesmos, definir a necessidade de instrumentos de compensação e articular a implementação dos mesmos.

Quando: Ao longo da fase de implantação do sistema

Responsável: Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio

Beneficiários: Todas os atores que compõem o sistema.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abinee (2011). Desempenho Setorial. Disponível em <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>
- Abinee (2012). A Indústria Elétrica e Eletrônica Impulsionando a Economia Verde e a Sustentabilidade. 2012.
- Abinee (2012). Panorama Econômico e Desempenho Setorial. 2012.
- Abinee. (2012). Comportamento da Indústria Elétrica e Eletrônica. 2012.
- Abinee. Eletros. CNC. Abras (2012). Proposta de Logística Reversa Tecnologia de Informações – TI. 2012.
- ABRAS (2012). O Setor de Supermercados no Brasil – Apresentação Institucional. 2012;
- ABRASA (2012). Pós-vendas e sustentabilidade ambiental 2010/2012.
- Abrelpe (2011). Experiências em Logística Reversa na Gestão de Resíduos. 2011.
- Abrelpe (2011). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2011.
- Accenture (2011). Finding Groth: Emergence of a New Consumer Technology Paradigm. 2011.
- Adelphi Research and AREC (2008). Best practices for E-waste Management in Developed Countries. 2008.
- ADEME (2012). Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Disponível em: <<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?id=11433&m=3&cid=96>>. Acesso em Nov. 2012.
- Agência Nacional de Transportes Terrestres (2012). RESOLUÇÃO Nº 3.763/12. DE 26 DE JANEIRO DE 2012.
- AMB3E - Associação Portuguesa de Gestão de Resíduos (2011). Relatório e Contas de 2011.
- ANIP (2012). Você sabe o que acontece com os pneus que não têm mais utilidade?. <Disponível em: http://www.anip.com.br/index.php?cont=detalhes_noticias&id_noticia=438&area=43&titulo_pagina=%DAltimas%20Not%EDcias>. Acesso em Nov. 2012.
- Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Cianorte – APROMAC. Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados. Disponível em: <<http://www.sindirepa-sp.org.br/pdfs/guia.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- Associação Nacional do Transporte de Cargas (2001). Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas. 2001.
- Association for Electric Home Appliances Product Assessment Expert Committee (2012). Environmentally Conscious Design for Electric Home Appliances in Japan <Mainly Recycling>. 2012.

- Bohr, P. The Economics of Electronics Recycling: New Approaches to Extended Producer Responsibility. 2007.
- Bringhenti, J. Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população. USP. 2004.
- Califórnia (2003). Senate Bill No. 20 CHAPTER 526. 2003.
- CalRecycle (2012). Handling Fee Final Report Processing Fee/Handling Fee Cost Survey. 2012.
- Cassels, B. e Graydon, L. L. P. Summary of Electronic Waste Regulations in Canada. 2011.
- Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2012). Requisitos Ambientais – Normalização. 2012.
- Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2010). Brazilian proposal for electronic equipment compliance with environmental requirements. 2010.
- Centro de Tecnologia Renato Archer. Importância da normalização para suporte à destinação ambientalmente correta dos REEE. 2012.
- Comin, A. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. MDIC. 2011.
- Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) (2011). Política Nacional de Resíduos Sólidos - Agora é lei. 2011.
- CORI (2011). Chamamento para a elaboração de acordo setorial para a implementação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de óleos lubrificantes. 2011.
- Da Costa, S. S. (2011) Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Ministério do Meio ambiente. 2011.
- Dashkova, T. A Study of E-Waste Management Programs: a Comparative Analysis Of Switzerland And Ontario. Ontário. 2012. Disponível em: <<http://digitalcommons.ryerson.ca/dissertations/723>>. Acesso em Nov. 2012.
- De Queiroz, J. A. Ações do sistema FECOMÉRCIO/SENAC/SESC-PE. 2012.
- Del Bel, D. Destinadores De Resíduos Eletroeletrônicos. Abetre. 2012.
- Department of Resources Recycling and Recovery (CalRecycle) (2012). Update on California's Covered Electronic Waste Recycling Program Implementation of the Electronic Waste Recycling Act of 2003. 2012.
- do Nascimento, D. M.; do Val, D. D.; Motta, S. A. de O.; Pagotto, E. L. Logística Reversa: Reciclagem de Equipamentos Eletrônicos na Cidade de São José dos Campos. 2010.
- Ducci, L. LEI Nº 13.509. de 08 de junho de 2010. Prefeitura de Curitiba. 2010.
- Ecoembalajes España. S.A. (2010). Informe Resultados. 2010.
- EcologyNet Europe GmbH (2012). Status of Japanese E-Waste Recycling. 2012.

- Eletronics Product Stewardship Canada (2012). Provincial Product Definitions. 2012.
- Eletronics Product Stewardship Canada (2012). Summary of Canadian Electronics Take-Back Programs. 2012.
- Ernest & Young (2010). International benchmark: International case studies. InfoDev - International seminar on e-Waste by Ernest & Young. 2010.
- ERP (2006). Activity Report. Disponível em: <<http://www.erp-recycling.fr/index.php?content=1012>>. Acesso em Nov. 2012.
- ERP (2007). Activity Report. Disponível em: <<http://www.erp-recycling.fr/index.php?content=1012>>. Acesso em Nov. 2012.
- ERP (2009). 2008: Annual Report European Association of Electrical and Electronic Waste Take Back System. 2009.
- ERP (2012). ERP France Tariff Grid. Disponível em: <<http://www.erp-recycling.org/index.php?content=223>>. Acesso em Nov. 2012.
- ERP (2012). The ERP Websites. Disponível em: <<http://www.erp-recycling.fr/index.php?content=1048>>. Acesso em Nov. 2012.
- European Commission <DG ENV> (2012). Final Report - USE OF ECONOMIC INSTRUMENTS AND WASTE MANAGEMENT PERFORMANCES. 2012.
- European Recycling Platform (2012). Strategy. Business Model and Implementation Progress. 2012.
- eWASA (2008). Towards sustainable environmentally sound e-waste management. 2008.
- Faast. T. UmweltforumHaushalt Mag. UFH. 2011.
- Farrell, M. Developing a National E-Waste Policy. Task Manager for infoDev on E-Waste Brazil. 2011.
- Federal Laboratories for Material Testing and Research (EMPA); Umicore Precious Metal Refining e United Nations University (UNU) (2009). Recycling – From E-Waste To Resources. 2009.
- Feilhauer, M. e Zehle S. Ethics of Waste in the Information Society. 2009.
- Feszty, K. e Calder, J. E-waste legislation grows in Canada Green SupplyLine Canada moves to WEEE compliance. 2007.
- Fonseca, F. Resíduos Eletroeletrônicos No Brasil. 2008.
- Frade, N. B. Logística aplicada ao CEDIR. 2012.
- Franco, R. G. F. Protocolo De Referência Para Gestão De Resíduos De Equipamentos Elétricos E Eletrônicos Domésticos Para O Município De Belo Horizonte. UFMG. 2008.
- Françolin, W. PNRS – Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos e Logística Reversa. 4º Congresso SIMPETRO. 2011.
- Freitas, R. R. INTELIGÊNCIA EM GESTÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS. 2012.

- Fundação Certi (2009). Diretivas WEEE. Ecodesign e Lixo eletrônico: Situação no Brasil e ações existentes. 2009.
- Gabrys, J. Digital Rubbish: A natural history of electronics. 2011.
- Genco ATC (2012). Consumer Packaged Goods Manufacturers Can Reduce Supply Chain Costs 10%–20% with Product Lifecycle Logistics. 2012.
- Goldemberg, J. A importância da reciclagem. 2012.
- Gossart, C. Solving the E-Waste Problem (StEP) Green Paper – E-waste Indicators. 2011.
- Governo Federal (1999). LEI No 9.795. DE 27 DE ABRIL DE 1999.
- Governo Federal (2004). DIÁRIO DA REPÚBLICA - I SÉRIE-A N.º 288. 2004.
- Governo Federal (2004). DIÁRIO DA REPÚBLICA - I SÉRIE-B N.º 53. 2004.
- Governo Federal (2007). LEI Nº 11.445. DE 5 DE JANEIRO DE 2007.
- Governo Federal (2010). DECRETO Nº 7.404. DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010.
- Governo Federal (2010). DECRETO nº 7.404. de 23 de dezembro de 2010..
- Governo Federal. 2010. LEI Nº 12.305. DE 2 DE AGOSTO DE 2010.
- Gracioso M. T. F. Colóquio Tratados internacionais em matéria ambiental. Boas práticas de implementação. Convenção de Basileia sobre o Controle dos Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. 2010.
- Greenpeace (2006). Toxic Chemicals in Computers: Determining the presence of hazardous substances in five brands of laptop computers. 2006.
- Greenpeace (2011). Guide to Greener Electronics. 2011.
- Hernández, C. A. ¿Qué está pasando con los RAEE (REEE) en Colombia?. 2012.
- Humboldt State University Sponsored Programs Foundation and R. W. Beck Inc. (2007). California Integrated Waste Management Board. 2007.
- Hyperterm. Collection and Recycling Arrangements in France. Disponível em: <http://www.hyperterm.com/en/Service/WEEE/Recycling_information_for_customers/custrfr.jsp>. Acesso em Nov. 2012.
- IBAM (2012). Estudo De Viabilidade Técnica E Econômica Para Implantação Da Logística Reversa Por Cadeia Produtiva – Componentes: Produtos e embalagens de consumo. 2012.
- IBGE (2011). Contas Regionais do Brasil 2005 – 2009. 2011
- Idec (2009). Tecnologia que vira lixo. Revista do Idec. 2009.
- INESFA (2012). Comércio De Sucatas Ações E Práticas Sustentáveis Na Logística Reversa. 2012.
- Informe Del Taller (2009). Integración Regional para la Gestión de Residuos Electrónicos em Latinoamérica. Panamá. 2009.

- InpEV (2010). Relatório de Sustentabilidade 2010. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/institucional/historico/pdf/publicacoes-11.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- InterGroup Consultants Ltd. (2010). Performance measures for regulated. industry-led. end-of-life electronics recycling programs in Canada. Disponível em: <http://estewardship.ca/docs/Performance-Measurement-Report-FINAL-2010.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- IPEA (2012). Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos. agrosilvopastoris e a questão dos catadores. 2012.
- Israilev, C. Proposta de modelagem de reciclagem para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. 2011.
- Jofre, S. & Morioka, T. Waste management of electric and electronic equipment: comparative analysis of end-of-life strategies. 2004.
- Junior, A. F. Q. O Comércio e a Política Nacional De Resíduos Sólidos - O Descarte de Equipamentos Eletroeletrônicos. 2012.
- Juras, I. M. Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos. 2012. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/tema14/2012_1658.pdf>. Acesso em Nov. 2012.
- Kameoka, F. Logística reversa de sucatas de materiais metálicos. USP. 2012.
- Kolba. H. The WEEE System in Austria. EMPA. 2009.
- Kopacek, B. Recycling and Re-use of LCD Panels. 2008.
- Lagarinhos, C. A. F. Reciclagem de Pneus: Análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa. 2011.
- Leite, P. R. Logística Reversa – Inibidores Das Cadeias Reversas. 2009.
- LES 642 – Transporte e Logística no Sistema Agroindustrial (2012). Principais fatores que influenciam o valor do frete rodoviário no agronegócio brasileiro. 2012.
- Llera, R. G. Manejo de los Residuos Eléctricos y Electrónicos Uso y Evaluación de Sistemas Colectivos en IBM. 2012.
- Logística reversa do óleo lubrificante usado no Brasil. Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/log%C3%ADstica-reversa-do-%C3%B3leo-lubrificante-usado-no-brasil-pdf-d70161899>>. Acesso em Nov. 2012.
- Mahler, C. A Model For Estimation Of Potential Generation Of Waste Electrical And Electronic Equipment In Brazil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011.
- Manual for Electric Home Appliances in Japan (2003). Law For Promotion of Effective Utilization of Resources - Executive Summary of Product Assessment. 2003.
- Manual for Electric Home Appliances in Japan (2007). Law For Promotion of Effective Utilization of Resources - Executive Summary of Product Assessment. 2007.

- Matthews, H. S.; McMichael, F. C.; Hendrickson, C. T. & Hart, D. J. Disposition and End-of-Life Options for Personal Computers. Carnegie Mellon University. 1997.
- Maxpress SP (2012). FecomercioSP debate a logística reversa no mercado de sucatas. 2012.
- Meius Engenharia Ltda. (2009). Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. 2009.
- MINISTÉRIO DO AMBIENTE. DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2006). Decreto-Lei n.o 178/2006.
- Ministério do Meio Ambiente (2011). PORTARIA Nº 113. DE 8 DE ABRIL DE 2011.
- MINISTRY FOR ECOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2005). Decree nº 2005-829 of 20 July 2005 relating to the composition of electrical and electronic equipment and to the elimination of waste from this equipment. Disponível em: <<http://www.weee.fr/french/documents/france/decree2005-829-english.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- Motta, F. G. A cadeia de destinação dos pneus inservíveis – o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v11n1/11.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- Mugnier, E. The European WEEE Directive. World Bank/InfoDeV. Ernst & Young.
- Neto, J. Positivo Informática – Nosso Papel sustentável. II SIREE. 2012.
- Neto, R. ERP - A Solução para o Gerenciamento de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos. 2012.
- NTC&Logística (2011). INCT-F DECOPE/NTC DE MARÇO/10 À MARÇO/11.
- OES (2010). Frequently Asked Questions. Disponível em: <<http://www.ontarioelectronicstewardship.ca/October 26. 2010>>. Acesso em Nov. 2012.
- OES (2011). Annual Report <Phase 1 and 2> Waste Electrical & Electronic Equipment <WEEE> Program January 1. 2011 to December 30. 2011.
- Öko-Institute.V. and Green Advocacy Ghana (2010). Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana. 2010.
- Ontário Electronics Stewardship (2011). 2011: Positive Program Outcomes. a year in review. Disponível em: <<http://www.ontarioelectronicstewardship.ca/>>. Acesso em Nov. 2012.
- Ontario ElectronicsStewardships (2012). Disponível em: <<http://www.ontarioelectronicstewardship.ca/>>. Acesso em Nov. 2012.
- Ontario MinistryoftheEnvironment (2012). Who Does What. Disponível em: <http://www.ene.gov.on.ca/environment/en/subject/waste_diversion/STDPROD_078592.html>. Acesso em Nov. 2012.
- Parikka, J. Medianatures: The materiality of Information Technology in Electronic Waste. 2011.
- PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO (2003). DIRECTIVA 2002/95/CE. 2003.

- PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO (2003). DIRECTIVA 2002/96/CE - Relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos <REEE>. 2003.
- PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO (2003). DIRECTIVA 2003/108/CE - Altera a Directiva 2002/96/CE relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos <REEE>. 2003.
- Peralta, G. L. & Fontanos, P. M. E-waste issues and measures in the Philippines. 2006.
- Pinto, T. de P. Aspectos da coleta seletiva no Brasil. 2007.
- PORTARIA CAT Nº 92. DE 03 DE DEZEMBRO DE 2001. D.O.E de 05/11/2011. 2011.
- PORTARIA INTERMINISTERIAL MME/MMA Nº 464. DE 29.8.2007. D.O.U. de 30.8.2007. 2007.
- PORTARIA No- 5. DE 9 DE MAIO DE 2012. D.O.U nº 90. 2012.
- Porto Digital (2011). Contribuições Para O Planejamento E Gestão De REEE. 2011.
- Prinde Water House Coopers (2008). ReverseLogistics - How to realise an agile and efficient reverse chain within the Consumer Electronics industry. 2008.
- Quintinho, M. Sustentabilidade Philips – Logística Reversa. 2010.
- REAL DECRETO 208/2005. sobre aparatos eléctricos y electrónicos y La gestión de sus residuos. BOE num. 49. 2005.
- Reciclanip (2012). A importância da coleta e destinação adequada dos pneus inservíveis. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br/v3/sala-imprensa/press-kit>>. Acesso em Nov. 2012.
- Reciclanip (2012). Evolução dos Pontos de Coleta. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br/v3/pontos-de-coleta-evolucao>>. Acesso em Nov. 2012.
- RecycleYourElectronics. 2012. Disponível em: <<http://www.recycleyourelectronics.ca/>>. Acesso em Nov. 2012.
- Recycle Your Electronics. 2012. KEY PERFORMANCE INDICATOR January - December. 2011 <<http://www.recycleyourelectronics.ca/>>. Acesso em Nov. 2012.
- RESOLUÇÃO CNP Nº 12. DE 25.10.1983 - 566ª SESSÃO ORDINÁRIA. D.O.U. de 14.11.1983. 1983.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 257. de 30 de junho de 1999. D.O.U. nº139. 1999.
- RESOLUÇÃO CONAMA no 401. de 4 de novembro de 2008. D.O.U. nº215. 2008.
- RESOLUÇÃO No 416. DE 30 DE SETEMBRO DE 2009. D.O.U. Nº 188. 2009.
- RESOLUÇÃO SMA-038 DE 02 DE AGOSTO DE 2011. D.O.E. DE 03-08-2011 SEÇÃO I PÁG 46-47. 2011.
- Ribeiro, J. C. J. Seminário Internacional Sobre Resíduos Sólidos. 2011.
- Rodrigues, A. C. Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos. 2003.

- Saraiva, A. L. Construindo a sustentabilidade a partir da logística reversa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEEE’S e o impacto socioambiental desta ação. ABINEE. 2012.
- Saraiva, A. L. Construindo a Sustentabilidade à partir da PNRS e o Impacto Socioambiental por trás desta Ação. 2010.
- Saraiva, A. L. PRAC - Programa De Responsabilidade Ambiental Compartilhada. 2012.
- Scartezini, V. Cases Internacionais. 2012.
- Scartezini, V. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e World Bank/InfoDev. E-waste Policy & Strategy in Brazil. Disponível em: <<http://www.tec.abinee.org.br/2011/arquivos/s603.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- Senado Federal Brasília <2000>. LEI N° 9.974. 2000.
- Silveira, M. A.; Gardesani, R.; Bueno, A. K. da S. Supply and Reverse Supply Chains in the Brazilian Electro-Medical Equipment Industry: A Multiple Case Study for Compliance with WEEE and RoHS Directives. 2009.
- SINDILUB (2011). Proposta do SINDILUB de Logística Reversa das Embalagens de Óleos Lubrificantes para Revenda Atacadista. 2011.
- Sinditelebrasil (2012). O setor de telecomunicações: modelagem de logística reversa para aparelhos celulares e seus acessórios. 2012.
- STEP (2010). Annual Report 2010.
- Strengthening Institutional Capacity in Hazardous Waste Management <2011>. Analysis of the different systems of management WEEE used in EU countries and benchmark of Serbian practices and options for improvement. 2011
- SWEEP (2012). Whathappensafter I sweep it?. Disponível em: <<http://www.sweepit.ca>>. Acesso em Nov. 2012.
- Taux de Recyclage et de Valorisation. Eco-systèmes. 2012. Disponível em: <<http://www.eco-systemes.fr/swf/valorisation.html>>. Acesso em Nov. 2012.
- Tenório, J. A. S. Tecnologias Para Caracterização E Recuperação De Metais Em REEEE. 2012.
- The Basel Action Network (BAN) & Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC) (2002). Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia. 2002.
- The European Commission Environment (2008). Optimising Markets for Recycling - Final report. 2008.
- Umicore (2010). International Seminar on Electronic Waste. 2010.
- UNEP (2007). E-waste Volume I: Inventory Assessment Manual. 2007.
- UNEP (2009). Recycling – From E-Waste To Resources. 2009.
- UNEP / DTIE / IETC (2011). Manual 3: WEEE / E-waste Take Back System. 2011.

- UNESCO & Plataforma RELAC (2010). Los residuos electrónicos: Um desafio para La Sociedad Del Conocimiento em América Latina y El Caribe. 2010.
- United NationsUniversity (2011). E-waste Management in Germany. 2011.
- United NationsUniversityand AEA Technology (2008). Final Report 2008 - ReviewofDirective 2002/96 onWasteElectricalandElectronicEquipment<WEEE>. 2008.
- Varin, B. &Roinat P. The Entrepreneur's Guide to Computer Recycling. UNESCO. ADEME. 2008.
- Waste Diversion Act An Act to promote the reduction, reuse and recycling of waste. 2002. Disponível em: <http://www.e-laws.gov.on.ca/html/source/statutes/english/2002/elaws_src_s02006_e.htm>. Acesso em Nov. 2012.
- WasteDiversion Ontario (2011). AnnualReport 2011. Disponível em: <<http://www.wdo.ca/files/domain4116/WDO%202011%20AR.pdf>>. Acesso em Nov. 2012.
- WEEE (2008). Guidance document on compliance with Directive 2002/96/EC on waste electrical and electronic equipment <WEEE>. WEEE Forum. 2008.
- Widmer, R.; Oswald-Krapf, H.; Schnellmann M.; Boni, H. Global perspectives on e-waste. 2005.
- WRAP (2012). WRAP funded projectgivesrecycled WEEE a new leaseoflife. 2012.
- Xavier, L. H. Cadeias cíclicas na gestão de resíduos eletroeletrônicos. 2012.
- Xavier, S. Cocriando cidades inteligentes. indústria reversa e uma nova economia sustentável - desafios do consumo inclusivo e circular. 2012.
- Yeomans, J. S. &Günalay, Y. UnsustainableParadoxesInherent in theInternationalLegislationofElectronicWasteDisposal. 2009.
- Yoshida, F. High-Tech Pollution. 1994.

8 GLOSSÁRIO

Acordo setorial	Ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
Área contaminada	Local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos;
Área órfã contaminada	Área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis;
Ciclo de vida do produto	Série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;
Coleta seletiva	Coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
Controle social	Conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;
Destinação final ambientalmente adequada	Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
Disposição final ambientalmente adequada	Distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
Geradores de resíduos sólidos	Pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;
Gerenciamento de resíduos sólidos	Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

Gestão integrada de resíduos sólidos	Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;
Logística reversa	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;
Padrões sustentáveis de produção e consumo	Produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras;
Reciclagem	Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA;
Rejeitos	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;
Resíduos sólidos	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, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;
Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;
Reutilização	Processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA;
Serviço público de	Conjunto de atividades previstas no art. 7º da Lei nº 11.445, de 2007.

**limpeza urbana e de
manejo de resíduos
sólidos**

**Equipamentos
eletroeletrônicos
(EEE)**

Os equipamentos cujo funcionamento adequado depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos para funcionar corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos, pertencentes às categorias indicadas no anexo I deste diploma, e concebidos para a utilização com uma tensão nominal não superior a 1.000 V para corrente alternada e 1.500 V para corrente contínua;

**Resíduos de
equipamentos
eletroeletrônicos
(REEE)**

Os EEE que constituam um resíduo na acepção da alínea a) do artigo 3.º do Decreto-Lei no 239/97, de 9 de Setembro, incluindo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte integrante do equipamento no momento em que este é descartado, com exceção dos que façam parte de outros equipamentos não indicados no anexo I;

**Resíduos de
equipamentos
eletroeletrônicos
provenientes de
particulares**

Os REEE provenientes do setor doméstico, bem como os REEE provenientes de fontes comerciais, industriais, institucionais ou outras que, pela sua natureza e quantidade, sejam semelhantes aos REEE provenientes do setor doméstico;

Produtor

Qualquer entidade que, independentemente da técnica de venda, incluindo a venda através da comunicação à distância: i) Produza e coloque no mercado nacional EEE sob marca própria; ii) Revenda, sob marca própria, EEE produzidos por outros fornecedores; iii) Importe ou coloque no mercado nacional EEE com caráter profissional;

Distribuidor

Qualquer entidade que forneça comercialmente EEE a utilizadores;

Valorização

Qualquer das operações aplicáveis aos REEE previstas no anexo III-B da Portaria no 209/2004, de 3 de Março;

**Valorização
energética**

A utilização de resíduos combustíveis como meio de produção de energia através de incineração direta, com ou sem outros resíduos, mas com recuperação de calor;

Eliminação

qualquer das operações aplicáveis aos REEE previstas no anexo III-A da Portaria no 209/2004, de 3 de Março;

Prevenção

As medidas destinadas a reduzir a quantidade e nocividade para o ambiente dos REEE e materiais ou substâncias neles contidas;

**Substância ou
preparação perigosa**

Qualquer substância ou preparação que deva ser considerada perigosa nos termos do disposto no Decreto-Lei no 82/95, de 22 de Abril, e respectiva legislação regulamentar, e no Decreto-Lei no 82/2003, de 23 de Abril;

Tratamento	Qualquer atividade realizada após a entrega dos REEE numa instalação para fins de despoluição, desmontagem, desmantelamento, valorização ou preparação para a eliminação e qualquer outra operação executada para fins de valorização ou eliminação dos REEE;
Sistema integrado	O sistema que pressupõe a transferência da responsabilidade pela gestão de REEE para uma entidade gestora devidamente licenciada.

9 ANEXOS

9.1 Metodologias para dimensionamento do volume de resíduos

Para realização do estudo, foi realizado um trabalho de mapeamento através do qual foram identificadas cinco metodologias disponíveis para dimensionamento de volume de resíduos eletroeletrônicos, as quais são explicadas abaixo.

9.1.1 Baseado em vendas

Esse método é uma simplificação que adota que toda venda é uma reposição e gera um resíduo equivalente em peso. Ou seja, se em um ano t , foi vendido X toneladas de um produto, neste mesmo ano serão gerados X toneladas de resíduo do mesmo produto.

Pode ser aplicado (com ressalvas) em grandes equipamentos em mercados saturados e sem crescimento.



Figura 43 - Geração de REEE (Baseado em vendas)

Vantagens:

Método simples que utiliza dados precisos (vendas).

Desvantagens:

O modelo é uma aproximação relativamente grosseira do que acontece na realidade. Considerando mercados não saturados e em crescimento (como são alguns produtos no Brasil), os erros vinculados à metodologia podem ser tanto no volume de REEE quanto no período que eles serão gerados.

9.1.2 Time Step

Esse método tem princípios semelhantes ao do “Baseado em Vendas”, mas corrige o crescimento do mercado. Nele as vendas são transformadas em resíduos subtraindo o crescimento do mercado (tanto em saturação quanto em quantidade de domicílios).

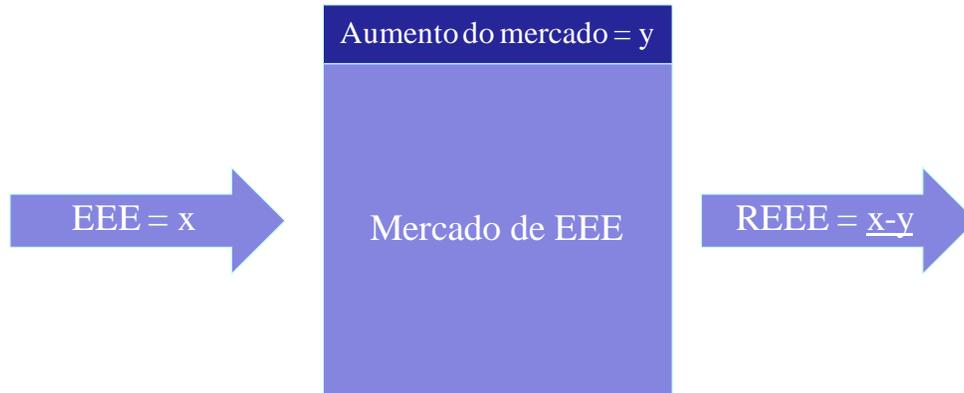


Figura 44 - Geração de REEE (Time Step)

Para o crescimento do mercado são utilizados os dados de saturação e número de domicílios. Na figura abaixo são apresentados os cálculos necessários para utilizar o *Time Step*:

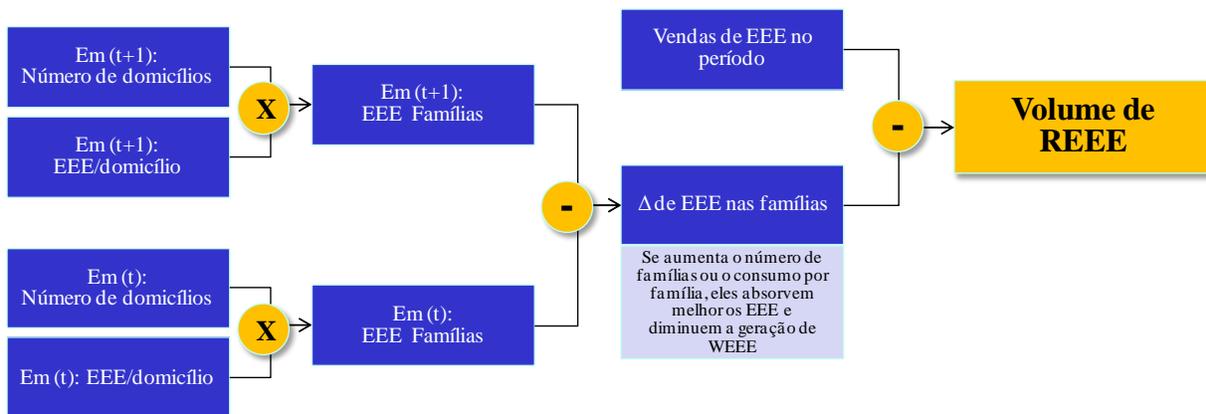


Figura 45 – Cálculo do Time Step

O método pode ser aplicado em grandes equipamentos. Usar a saturação do mercado pode ser uma simplificação perigosa considerando que as residências podem ter mais de um equipamento.

Vantagens:

O método consegue um volume relativamente preciso sem utilizar a vida útil do produto (variável complexa).

Desvantagens:

O método se baseia na saturação do mercado. Além de não ser um dado preciso, ele não existe para alguns produtos e é difícil de ser estimado.

9.1.3 Consumo e Uso

O método consegue calcular o volume de REEE sem os dados de vendas. Apesar dessa simplificação, se baseia nas duas variáveis de maior imprecisão: vida útil e nível de saturação do mercado.

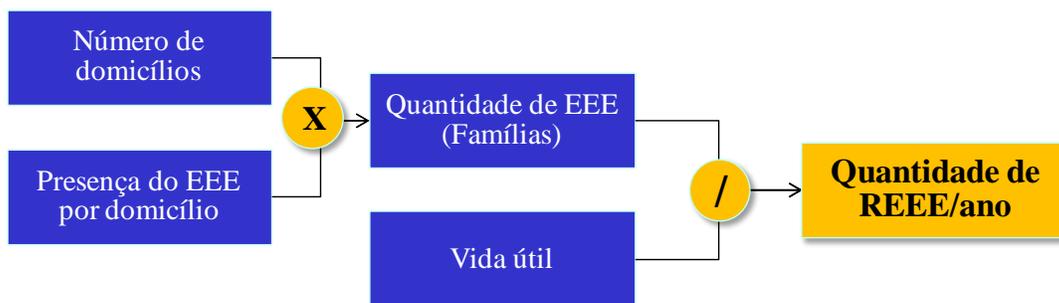


Figura 46 – Geração de REEE (Consumo e uso)

Além dos erros das variáveis utilizadas, ela faz uma aproximação temporal quando divide pela vida útil.

Vantagens:

O método calcula o volume de REEE sem considerar o volume de vendas de EEE.

Desvantagens:

Utiliza as duas variáveis de maior imprecisão para o cálculo do REEE. Além de impreciso quanto ao volume (por causa da saturação do mercado) é impreciso quando esse volume será gerado (imprecisão da vida útil).

9.1.4 Suprimento do mercado

O método do suprimento do mercado tenta simular os acontecimentos reais. Para isso, ele desloca as vendas de um período (em função da vida útil do produto) para calcular o seu resíduo.

Vantagens:

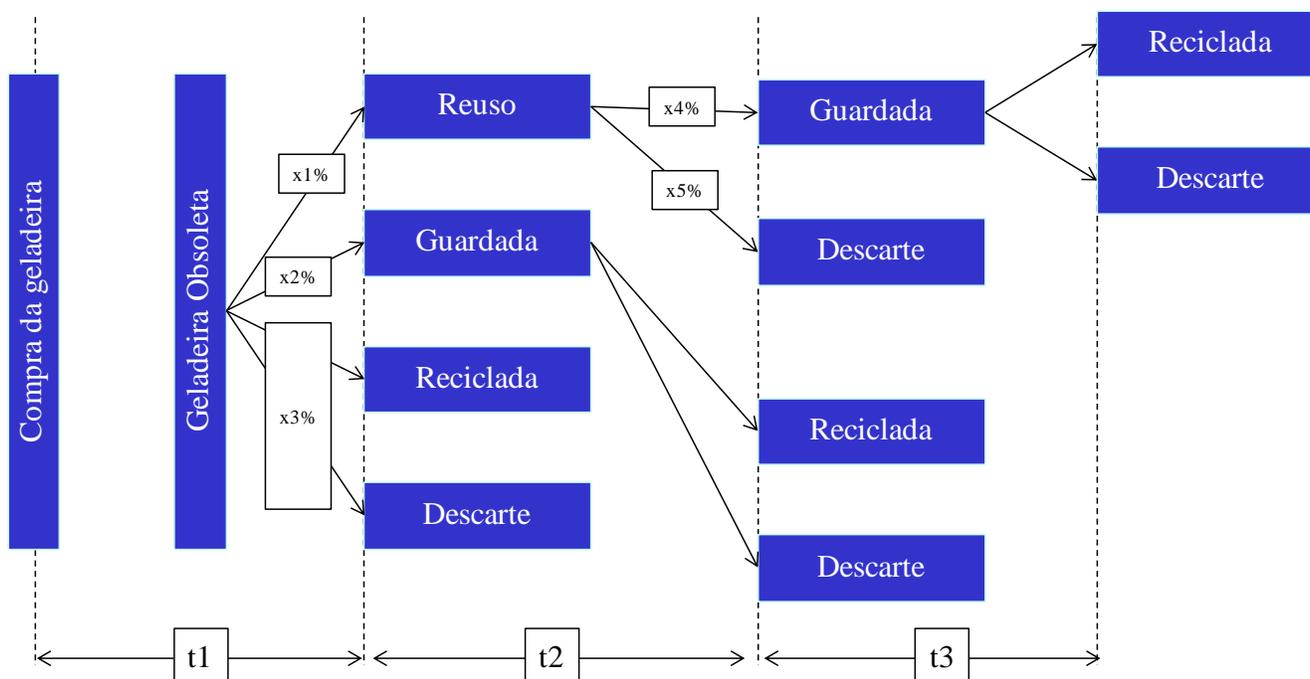
A proximidade com a realidade faz o método obter valores confiáveis. Além disso, os dados necessários para os seus cálculos são precisos (com exceção da vida útil).

Desvantagens:

Medir a vida útil é complexo e muito variável. O modelo se baseia nessa variável e pode sofrer imprecisões. No entanto, considerando que a geração de resíduo é perene, essas imprecisões serão relativas ao ano em que as vendas virarão resíduos e não no volume total gerado.

9.1.5 *Carnegie Mellon*

Esse método tem princípios semelhantes ao do “Suprimento do mercado”, mas faz um cálculo mais detalhado da vida útil do produto. Ele considera que a vida útil do produto pode ser calculada considerando o tempo de reuso e o tempo que fica guardado antes do descarte.



$$\text{Vida útil} = t1 * x3 + (t1+t2) * (x1 * x5 + x2) + (t1+t2+t3) * (x1 * x4)$$

Figura 47 – Vida útil calculado por Carnegie Mellon

A figura acima apresenta como a vida útil é calculada com o método.

Vantagens:

Método muito preciso que minimiza todos os erros do cálculo do volume de REEE.

Desvantagens:

A quantidade de dados estimados para calcular a vida útil pode gerar uma falsa precisão no processo. Caso os dados fossem medidos, essa precisão poderia ser melhor justificada.

9.1.6 Comparação entre métodos

A tabela X apresenta a necessidade de dados em cada método.

Tabela 25 - Necessidade dos dados em cada método

Método	Saturação do produto	Número de famílias	Vendas	Vida útil	Dados de Reuso	Dados de Estoque	Dados de Descarte	Principal Erro
1								Volume e Tempo

2								Volume
3								Volume e Tempo
4								Tempo
5								Tempo

Considerando que os erros de volume são mais impactantes do que os erros temporais, foram priorizados os métodos que minimizavam os erros de volume. Posteriormente, analisou-se a disponibilidade e precisão dos dados e escolheu-se o modelo 4 como o mais adequado para o estudo.

9.2 Referências analisadas

9.2.1 Modelo A: Responsabilidade do Fabricante, modelo Monopolista

a. Pilhas e baterias (Brasil)

A Resolução do CONAMA 401 foi criada em 2008 e define que os fabricantes e importadores de pilhas e baterias devem implementar sistemas de coleta, transporte, armazenamento, reutilização, reciclagem e disposição final de seus produtos. As pilhas e baterias que atendem aos padrões mínimos de substâncias tóxicas estabelecidos pela legislação podem ser dispostas em aterros sanitários juntamente com os resíduos domiciliares, enquanto aquelas que não atendem a esses padrões, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma insubstituível, devem ser devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias. Para que os consumidores consigam distinguir o tipo de descarte que devem adotar, é obrigatória a identificação na embalagem do produto com o respectivo logo dos fabricantes. Em geral, os materiais produzidos na reciclagem de baterias são cádmio com pureza superior à 99,95%, que é vendido para as empresas que produzem baterias, e níquel e ferro, utilizados na fabricação de aço inoxidável.

O programa de recolhimento da ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) começou em 2010, visando o recolhimento de resíduos de pilhas, baterias e equipamentos eletroeletrônicos. A reciclagem desses materiais inclui dois estágios importantes: o recebimento das pilhas usadas e devolvidas pelo consumidor ao comércio e seu encaminhamento, por meio de uma transportadora certificada, especializada em transporte de pilhas e baterias de uso doméstico, a uma empresa devidamente licenciada, que faz a reciclagem desses resíduos. O custo do transporte e destinação de todas as pilhas recebidas nos pontos de recebimento é rateado entre as empresas fabricantes e importadoras das pilhas. A verificação do não cumprimento das exigências previstas na resolução resulta na obrigação de recolhimento de todos os lotes em desacordo. O sucesso da operação é diretamente proporcional à adesão e conscientização do consumidor.

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

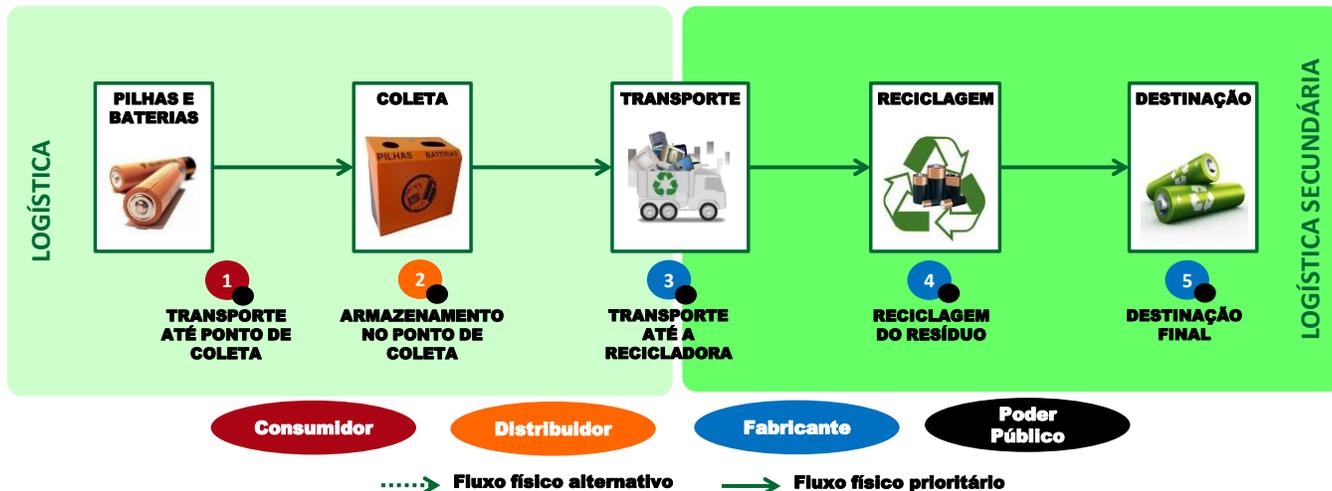


Figura 48 - Fluxo de Operações para Pilhas e Baterias no Brasil

Ponto de Coleta	Logística	Reciclagem	Processamento/ Disposição
<p>Consumidor Depositar pilhas e baterias em ponto de coleta ou no distribuidor</p>			
<p>Fabricante Arcar com custos e gestão de coleta, tratamento e destinação final de seus produtos Estar inscritos no Cadastro Técnico Federal Apresentar ao IBAMA laudo físico-químico de composição dos produtos Apresentar plano de gerenciamento de pilhas e baterias Identificar os produtos com o logo de acordo com sua composição Orientação ao consumidor</p>			
<p>Distribuidor Receber pilhas e baterias, sendo facultativa a recepção de outras marcas, repassando para os fabricantes Orientar os consumidores</p>			
<p>Governo IBAMA - Termo de referência para a elaboração do plano de gerenciamento. Estabelecer a forma de controle do recebimento e da destinação final Fiscalização (SISNAMA), licenciamento e regulamentação Orientar os consumidores</p>			

Figura 49 - Responsabilidades na Logística Reversa de Pilhas e Baterias no Brasil

Estrutura

Todos os distribuidores e assistências técnicas servem como pontos de coleta.

Logística

O transporte de baterias chumbo-ácido exauridas, sem o seu respectivo eletrólito, só é admitido quando comprovada a destinação ambientalmente adequada do eletrólito.

Iniciativas privadas

Em 2006 o Banco Santander iniciou o programa Papa-Pilhas, que recolhe e recicla pilhas, baterias portáteis, celulares, laptops, câmeras digitais e outros aparelhos eletrônicos portáteis. Os postos de coleta estão instalados nas agências e prédios administrativos do Banco e ficam à disposição de toda a sociedade. Nesse período, mais de 500 toneladas de materiais foram recolhidas e recicladas. A reciclagem é realizada pela empresa devidamente especializada e licenciada Suzaquim, enquanto o Banco Santander é responsável por todos os custos de coleta, transporte e reciclagem. Atualmente, o programa soma mais de 2,8 mil postos de coleta instalados em todo o território nacional. No mapa abaixo é possível identificar a distribuição dos pontos de coleta pelo país.

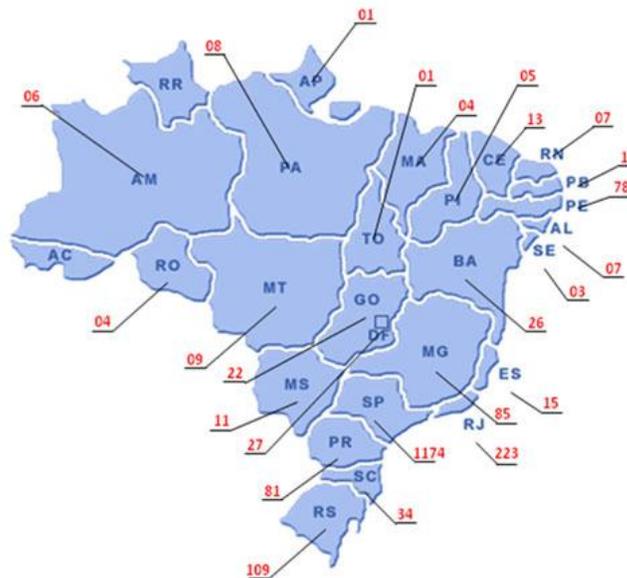


Figura 50 - Localização dos Pontos de Coleta do Programa Papa-pilhas

(Fonte: <http://sustentabilidade.santander.com.br>)

A evolução do programa Papa-pilhas durante os anos de acordo com o volume de resíduos reciclados e pontos de coleta disponíveis à sociedade é demonstrado no gráfico a seguir.

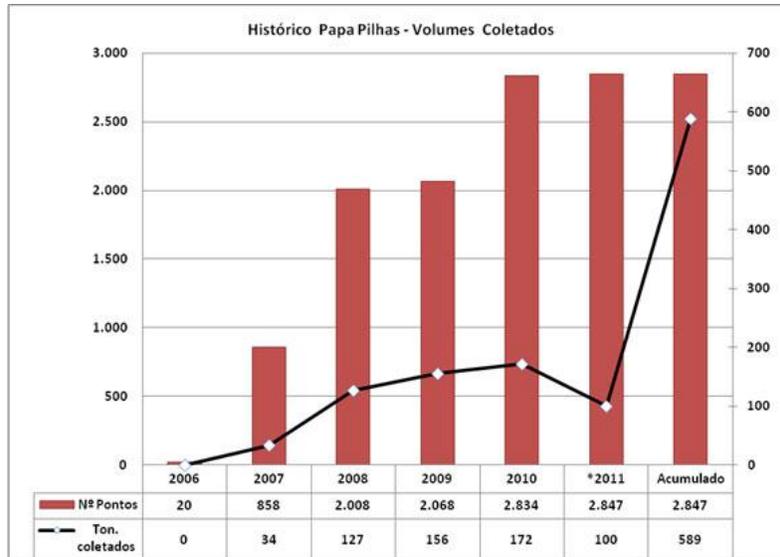


Figura 51 - Evolução do Programa Papa-pilhas

(Fonte: <http://sustentabilidade.santander.com.br>)

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

Participação de iniciativas privadas.
 Redução de substâncias tóxicas permite coleta convencional.

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

Mercado cinza injeta 400 milhões de pilhas (www.planeta-reciclavavel.com.br)
 Falta de competitividade.

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricantes	O custo do transporte e destinação de todas as pilhas recebidas nos pontos de recebimento é rateado entre as empresas fabricantes e importadores das pilhas associados à ABINEE.
Responsabilidade pelos produtos órfãos		Dado não encontrado.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Metas definidas pela legislação.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Legislador, regulador e fiscalizador	O governo efetua a logística para coleta convencional, mas não participa da coleta de pilhas e baterias que não atendem aos requisitos mínimos de substâncias tóxicas.
Tratamento da embalagem	Resíduo perigoso	As pilhas e baterias que possuem quantidades de substâncias tóxicas acima das recomendadas para descarte em aterro são tratadas como resíduos tóxicos perigosos.
Reuso no sistema de logística reversa	Não estimulado	Todas as pilhas e baterias devem receber tratamento e destinação final adequada.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Todas as pilhas e baterias coletadas são processadas igualmente. Para distribuidores e assistências técnicas é facultativo o recebimento de outras marcas.
Determinação da responsabilidade	Compartilhada	Cada fabricante se responsabiliza pelo volume de embalagens lançadas no mercado. Os distribuidores devem prover pontos de coleta e assegurar que os resíduos sejam repassados para os fabricantes.
Modelo de competição	Monopólio	ABINEE tem 600 empresas associadas.

Aprendizados

- ✓ A abertura para campanhas de iniciativas privadas auxilia no cumprimento das obrigações dos fabricantes.
- ✓ A redução de substâncias tóxicas no produto permite seu descarte como resíduo doméstico comum, não sendo necessária a ação dos fabricantes para a destinação final adequada, feita por coleta municipal.
- ✓ O programa só tem seu funcionamento ideal se houver ação e orientação para os consumidores.

b. Pneus (Brasil)

A Resolução No. 416/2009 define que os distribuidores, os revendedores, os destinadores, os consumidores e o Poder Público, em articulação com os fabricantes e importadores, devem garantir os procedimentos para a coleta de pneus inservíveis existentes no país (considera-se inservível os pneus usados que não tem capacidade de reutilização). Em 2007 a ANIP (Associação Nacional das Indústrias de Pneumáticos) criou a Reciclanip, uma entidade sem fins lucrativos voltada para a coleta e destinação de pneus inservíveis, constituída pelos fabricantes de pneus, que investem e sustentam o projeto. No entanto, esta entidade não representa os importadores de pneus, que até o momento não possuem uma organização em comum para o gerenciamento dos pneus inservíveis. Para realizar a logística reversa, a Reciclanip pode estabelecer convênios com prefeituras, para a inserção e gestão de pontos de coleta na forma de Estações de Entrega Voluntária de Inservíveis (Ecopontos). Para gerir o excedente da coleta, pode haver terceirização do serviço para empresas associadas à Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borrachas (AREBOP), que fazem a coleta dos pneus, trituram o material em suas unidades produtivas e fazem o transporte do pneu triturado até a empresa produtora de cimento que realiza sua queima. No entanto, a contratação de serviço não exime a responsabilidade do fabricante.

Aproximadamente 95% do material coletado pelo programa é destinado para o coprocessamento das indústrias de cimento, e os 5% restantes são destinados a empresas recicladoras que produzem artefatos de borracha. Atualmente, devido ao aumento do valor do carvão, as empresas produtoras de cimento estão recebendo os pneus sem cobrar pela emissão dos certificados de destinação ambientalmente correta dos pneus inservíveis. Segundo a ANIP, outras indústrias estão investindo na adaptação de seus processos para coprocessar pneus, como siderúrgica e de papel e celulose, e caso isto se concretize, em breve haverá disputa pelos inservíveis. Atualmente, o custo para destinação adequada de pneus inservíveis no Brasil é de 0,33 USD/pneu de automóveis e 2,61 USD/pneus de ônibus e caminhões. O total de gasto por tonelada de pneus reciclados é de 81,97 USD (Lagarinhos, 2011).

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

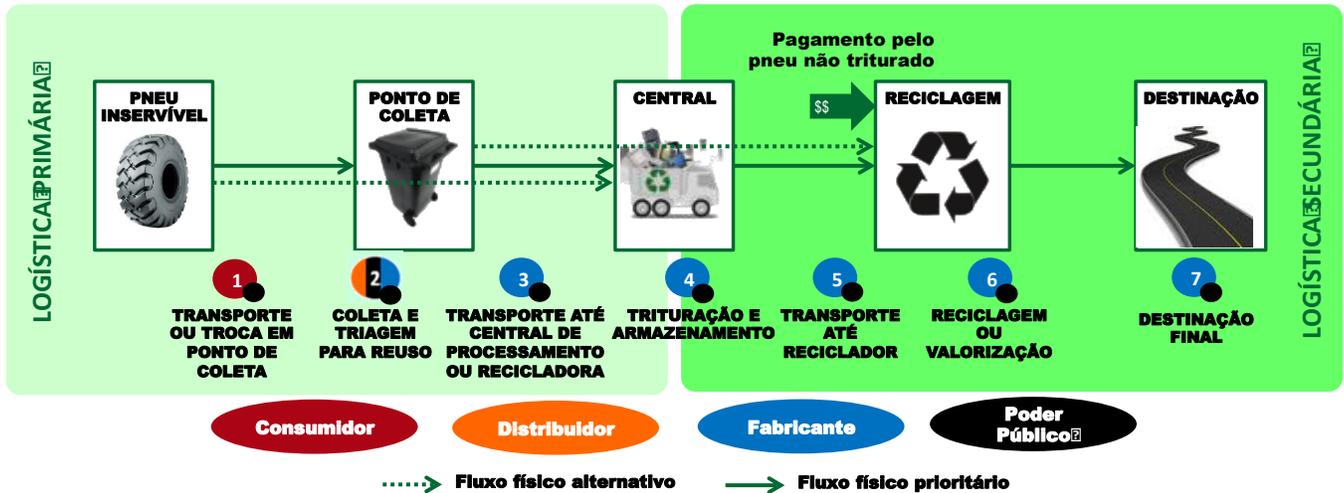


Figura 52 - Fluxograma de Operações para Pneus Inservíveis no Brasil

Ponto de Coleta	Logística	Reciclagem	Processamento/ Disposição
Consumidor Transporte ou troca pneus em Ponto de Coleta			
Fabricante Elaborar um plano de gerenciamento (PGP) Implementar pontos de coleta, gerir logística e garantir destinação final adequada Inscrever no cadastro técnico federal (fiscalização) junto ao IBAMA e declarar a destinação adequada Divulgar localização dos pontos de coleta e das centrais de armazenamento Incentivar os consumidores a entregar os pneus Promover estudos e pesquisas para o desenvolvimento Importadores: comprovação da destinação final antes da importação			
Distribuidor Receber e armazenar pneus entregues pelo consumidor e identificar a sua origem e destino no prazo de 1 ano			
Governo Fiscalização e licenciamento Elaborar e modificar a legislação Apresentação de resultados por ano Pode fornecer e gerir pontos de coleta			

Figura 53 - Responsabilidades na Logística Reversa de Pneus Inservíveis no Brasil

Estrutura

A Reciclanip possui Pontos de Coleta em todos os municípios com mais de 100 mil habitantes, totalizando mais de 700 pontos. Os acordos com as Prefeituras Municipais, onde a

prefeitura cede o terreno para construção do Ponto de recebimento, têm permitido a ampliação da área de abrangência do programa. Existem mais de 45 Pontos de Destinação e cerca de 70 caminhões efetuando a logística.

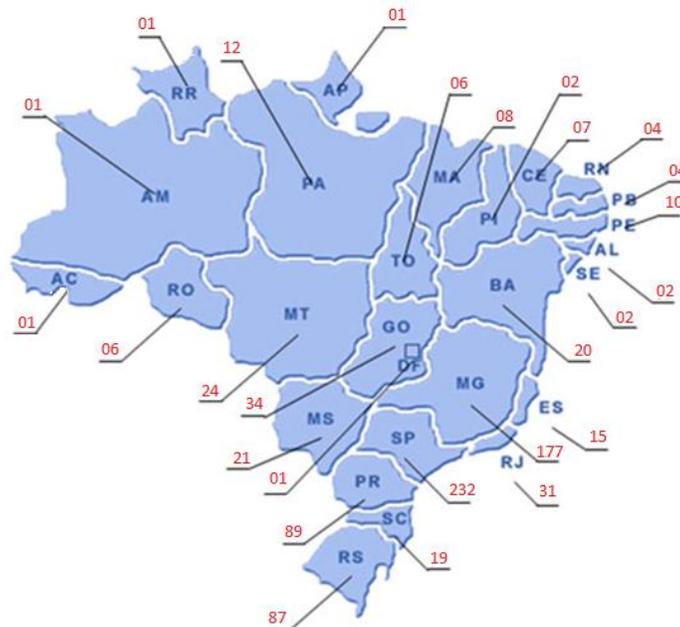


Figura 54 – Distribuição dos Pontos de Coleta da Reciclanip no Brasil

Logística

A Reciclanip é responsável por toda a logística. Os pneus chegam aos Pontos de Coleta de variadas formas: coleta municipal, borracheiros, revendedores ou consumidores. O responsável pelo ponto de coleta comunica a Reciclanip sobre a necessidade de retirada quando atingem 2000 pneus de passeio ou 300 de caminhões. O volume e a forma do pneu não permitem a sua compactação, dificultando e encarecendo seu transporte e armazenamento. Os pneus podem encaminhados para trituração em Centrais de Armazenamento/Processamento ou são levados inteiros para cimenteiras (que podem cobrar para recebê-los inteiros), que vão utilizá-los em fornos. Os pneus triturados têm dois destinos possíveis: cimenteiras ou empresas recicladoras. A logística se torna complicada pela distância entre os pontos de coleta e as empresas destinadoras. Quando o serviço é terceirizado para as empresas associadas à AREBOP, a logística de uso do frete de retorno é aplicada.

Campanhas

A Reciclanip também é responsável pela execução de campanhas de orientação à população. No panorama atual, ainda faltam campanhas de conscientização, o que influencia na adesão dos consumidores ao programa. Desde 1999, quando começou a coleta pelos fabricantes, 1,86 milhão de toneladas de pneus inservíveis foram coletados e destinados adequadamente, o equivalente a 373 milhões de pneus de passeio. Desde então, os fabricantes de pneus já investiram US\$ 159,8 milhões no programa até dezembro de 2011 (<http://valorecologico.com>).

A Reciclanip também é responsável pelo incentivo ao *Ecodesign*, tendo convênio com a Universidade de São Paulo para bolsas de pesquisa na área de destinação dos pneus.

As definições de metas de recolhimento e reciclagem para os pneus inservíveis são definidas com os objetivos de adaptação ao modelo proposto e retirada do passivo acumulado durante os anos anteriores ao programa. O gráfico a seguir demonstra essa evolução:

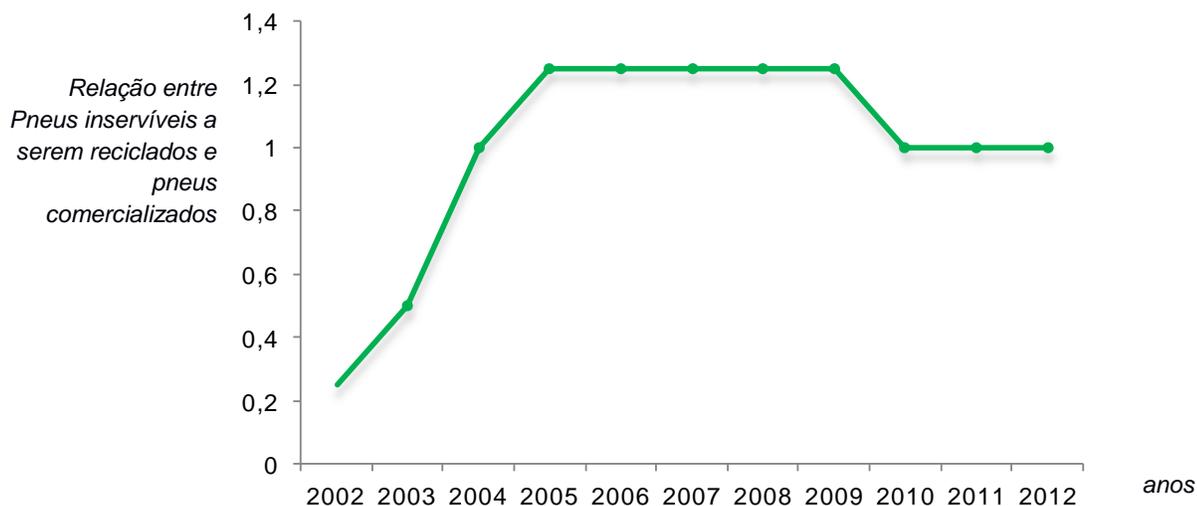


Figura 55 - Evolução da Taxa de Recolhimento para Pneus Inservíveis

(Fonte: Lagarinhos, 2011)

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

O resíduo é combustível sem custo para as cimenteiras.

Proibição da importação de pneus usados impedem que o sistema fique sobrecarregado.

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

O volume e a forma do pneu não permitem a sua compactação, dificultando e encarecendo o transporte e o armazenamento.

Distância entre empresas destinadoras e pontos de coleta.

Falta de conscientização da população.

Baixa competitividade no setor.

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricante / Importador	O fabricante / importador paga desde a coleta até a destinação final. Desde 1999, os fabricantes de pneus no Brasil já investiram mais de US\$ 159,8 milhões no programa (até dezembro de 2011), sendo cerca de 60% destinado à logística.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante	Produtos órfãos entram na cadeia de logística reversa.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento	Metas definidas pela legislação e acompanhadas pelo IBAMA. Para cada pneu novo comercializado, as empresas deverão dar destinação a um pneu inservível, com 30% de desgaste no peso. Cumprida a meta de destinação, o excedente poderá ser utilizado para os períodos subsequentes. O descumprimento da meta de destinação acarretará acúmulo de obrigação.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Atuante	Inserir e gerir Pontos de Coleta (Ecopontos), incentivar, apresentar resultados, fiscalizar, licenciar, regulamentar e legislar.
Tratamento da embalagem	Resíduo não perigoso	Não é considerado resíduo perigoso em nenhuma de suas etapas de processamento.
Reuso no sistema de logística reversa	Viabilizado pelo sistema	Nos pontos de coleta os distribuidores são responsáveis por separar os pneus destinados ao reuso ou os que já são inservíveis. O encaminhamento para reuso representa 36% dos pneus coletados, mas não é considerado forma de reciclagem.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Para cada pneu inserido no mercado, um pneu inservível deve ser retirado do mercado pela empresa.
Determinação da responsabilidade	Compartilhado	Fabricantes estão associados à Reciclanip. Importadores atuam individualmente e devem relatar o cumprimento de suas metas anualmente ao IBAMA para ter a Licença de Importação liberada.
Modelo de competição	Monopólio	Reciclanip não possui fortes concorrentes diretos.

Aprendizados

- ✓ O reuso aparece como ferramenta importante e a triagem é feita no Ponto de Coleta.
- ✓ A terceirização não exime os fabricantes/importadores de suas responsabilidades.
- ✓ A falta de investimentos em campanhas gera baixa adesão ao programa.
- ✓ Anteriormente à Resolução 416 os importadores eram obrigados a apresentar relatórios de reciclagem antes de importar pneus novos, para obter a Licença de Importação, e mais de 80% dos importadores

cumpriam a meta. Após a Resolução 416, os importadores passaram a obter a Licença de Importação e depois de um ano reportarem ao IBAMA suas metas de reciclagem, o que fez cair para 4% a porcentagem de importadores que cumpriram a meta (Lagarinhos, 2011).

c. REEE (Canadá)

A *Electronics Product Stewardship Canada* (EPSC) foi fundada em 2003 pela *Information Technology Association of Canada* (ITAC) e pela *Electro-Federation Canada* (EFC). É uma organização sem fins lucrativos criada para desenvolver, e implementar soluções sustentáveis para a destinação final adequada dos produtos eletrônicos. É formado por mais de 20 membros das indústrias de eletrônicos. A EPSC estabeleceu, em parceria com o Conselho de Varejistas do Canadá, programas de logística reversa em alguns estados, deixando porém outros ainda sem políticas estabelecidas. A EPSC foi criada para trabalhar com a indústria e o governo a fim de desenvolver uma solução flexível, eficaz e eficiente para logística reversa de REEE no Canadá.

O REEE no Canadá é dividido em sete linhas: eletrodomésticos (linha branca); equipamentos de TI (CD ROM, notebooks, teclados, mouses, desktops, impressoras, monitores de LCD, plasma e tubo); equipamentos de telecomunicações; equipamentos audiovisuais (amplificadores, câmeras, rádios, aparelhos de vídeo e televisores de LCD, plasma e tubo); brinquedos (eletrônicos); ferramentas eletroeletrônicas e equipamentos médicos. A evolução de recolhimento e processamento deve ser gradativo, para que os municípios consigam atender a suas demandas.

Atualmente, quatro organizações sem fins lucrativos operam no Canadá:

Tabela 26 - Gestoras no Canadá

Província	Legislação	Gestora
Alberta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Designated Material Recycling and Management</i> • <i>Electronics Designation Regulation</i> • <i>Electronics Recycling Bylaw</i> 	<i>Alberta Recycling Management Authority (ARMA ou Alberta Recycling)</i>
British Columbia	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recycling Regulation</i> 	
Manitoba	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Electrical and Electronic Equipment Stewardship Regulation</i> 	
Nova Scotia	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Solid Waste-Resource Management Regulations</i> 	<i>EPRA (Electronics Product Recycling Association)</i>
Prince Edward Island	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Materials Recycling Regulation</i> 	
Quebec	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Regulation respecting the recovery and reclamation of products by enterprises (RRPE)</i> 	
Ontario	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Waste Electrical and Electronic Equipment Regulation</i> • <i>Waste Diversion Act (Ontario)</i> 	<i>OES (Ontario Electronic Stewardship)</i>
Saskatchewan	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Waste Electronic Equipment Regulations</i> • <i>Environmental Management and Protection Act</i> 	<i>Saskatchewan Waste Electrical Equipment Program (SWEEP)</i>

Os programas das gestoras têm seus fundos baseados em taxas cobradas dos participantes responsáveis (fabricantes, importadores e, em alguns casos, distribuidores). A *Environmental Handling Fee (EHF)* deve cobrir os custos com coleta, transporte, destinação final adequada e administração do sistema. A taxa varia de acordo com o tipo de equipamento eletroeletrônico e a quantidade produzida pela empresa. Existem duas formas dos participantes contribuírem com as *EHF*: *Pay-on-Purchase Registrants*, empresas que optam por pagarem as taxas assim que os produtos são lançados no mercado, evitando a obrigatoriedade de emissão do relatório mensal ou *Remitters*, ou empresas que emitem um relatório mensal de vendas para que as taxas sejam calculadas e cobradas. As *EHF* cobradas pelas gestoras em cada província são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 27 - Taxas no Canadá (USD)

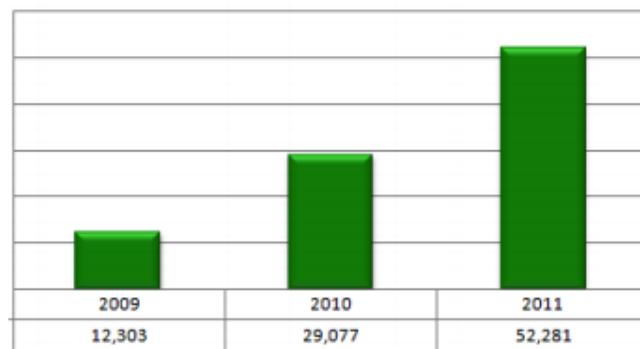
Produto	ARMA	EPRA				OES	SWEEP
	Alberta	New Escotia / Prince Edwar Island	ESABC British Columbia	Manitoba	Quebec	Ontário	Saskatchewan
Desktop	4,40	10,50	5,50	15,00	7,50	3,50	15,00
Computadores portáteis	1,20	2,10	1,20	3,00	1,65	0,70	3,00
Televisores/monitores	TV: <19":4 19" a 30":10,8 30" a 46": 18.8 >46":24 Monitor: 6	<29": 11,5 >29":40,00	<29": 9 >29": 31,75	<29": 9,25 >29": 23,25	<29": 12,25 >29": 42,50	TV: <29": 11 >29": 25 Monitor: 11	<29": 9,25 >29": 23,25
Impressoras, scanners, fax	4,80	6,50	6,50	8,00	8,75	5,40	8,00
Impressoras comerciais (copiadoras)	4,80	-	-	-	42,50	32,50	-
Acessório de computador	-	0,90	0,90	1,10	1,25	0,05	1,10
Aparelhos de audio	-	0,40	0,40	0,40		0,10	0,40
Aparelhos de audio/video	-	3,50	3,50	3,50		1,45	3,50
Home theatre	-	6,00	6,00	6,00		7,80	6,00
Aparelhos veiculares de audio/video	-	2,75	2,75	2,75		1,55	2,75
Telefonia menos celulares	-	0,85	0,85	0,85	1,15	1,00	0,85
Celular	-	-	-	-	0,10	0,01	-
Forno microondas			< 1.0 cu ft: 7,50 > 1.0 cu ft.: 10,00				

O governo nacional do Canadá tem o objetivo de unificar os programas estaduais sob as mesmas diretrizes, através de uma única gestora. A EPRA, antiga ESABC, já atua em 5 estados e agregou recentemente a gestora ACES, de Nova Escotia e Prince Edward Island. A EPRA foi criada sob um comitê de governança nacional, o que permite um processo de votação simplificado e a redução das obrigações dos administradores dos programas de logística individuais, em cada estado. As principais melhorias são que os processos administrativos ficam mais simplificados e menos onerosos, os custos operacionais podem ser reduzidos pela negociação coletiva com os fornecedores e a comunicação com os administradores fica consolidada.

Em Saskatchewan, o SWEEP (*Saskatchewan Electronic Waste Electronic Equipment Program*) começou em 2007 a coordenar o sistema de coleta e reciclagem de REEE, sendo pioneiro no Canadá. É administrado por um Conselho que inclui representantes da indústria, do Conselho de Redução de Resíduos (*Waste Reduction Council*) e do governo. O Programa começou com o recolhimento de computadores, monitores, impressoras, fax e televisores, mas já coleta também copiadoras, scanners, telefones, celulares, câmeras e outros programas áudio visuais. A *Product Care Association* (PCA) é responsável pela administração do programa, enquanto a SARCAN coordena a triagem, separação e reciclagem dos REEE. Os consumidores são orientados pela SWEEP a destinar seus resíduos em pontos de coleta da SARCAN.

Em 2002 foi promulgado o *Waste Diversion Act* (WDA), uma legislação com a proposta de promover a redução, o reuso e a reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em Ontário. Por exigência do WDA foi criada a *Waste Diversion Ontario* (WDO), uma corporação sem fins lucrativos regida por um Conselho de Administração composta por representantes governamentais e da indústria, que orientam todas as atividades para desenvolvimento, implementação e operação de programas de logística reversa de REEE. Com esse objetivo, a WDO criou a OES (*Ontario Electronic Stewardship*), uma organização

gestora sem fins lucrativos composta por uma gama de diretores relacionados à indústria de produtos eletrônicos, na qual todos os fabricantes, importadores e montadoras de equipamentos eletrônicos de Ontário são obrigados a se cadastrar e pagar taxas, sob monitoramento da WDO. O programa começou em 2009 com o recolhimento de computadores, monitores, impressoras, fax e televisores e em 2010 foi expandido para copiadoras, scanners, telefones, celulares, câmeras e outros programas áudio visuais. Apesar das campanhas e do programa atenderem 86% da população, menos de 50% dos cidadãos reciclam seus equipamentos eletrônicos, segundo a OES. Em 2011 a OES coletou 52.281 toneladas de REEE, o que significa uma média de 3,96Kg per capita. O total de taxas pagas pelos fabricantes foi de \$71,328,898, sendo que o custo de processamento por tonelada gira em torno de 1.500 dólares. A coleta de REEE em Ontário tem crescido desde o começo do programa, conforme demonstrado pela figura a seguir:



*2009 figures cover April 1, 2009 to December 31, 2009

Figura 56 - REEE coletado em Ontário por ano (t)

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

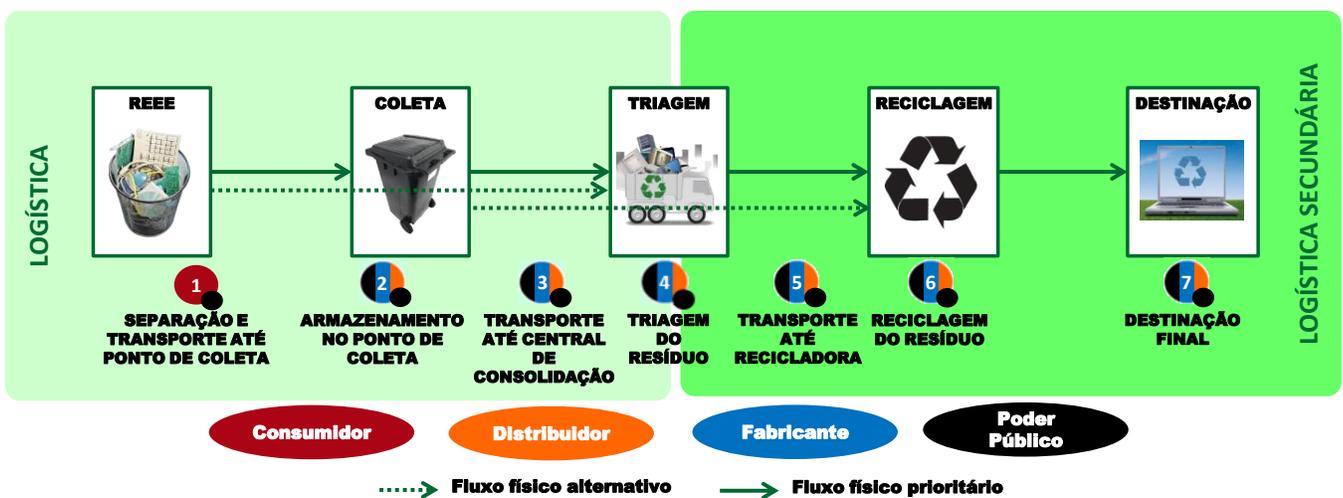


Figura 57 - Fluxograma de Operações no Canadá

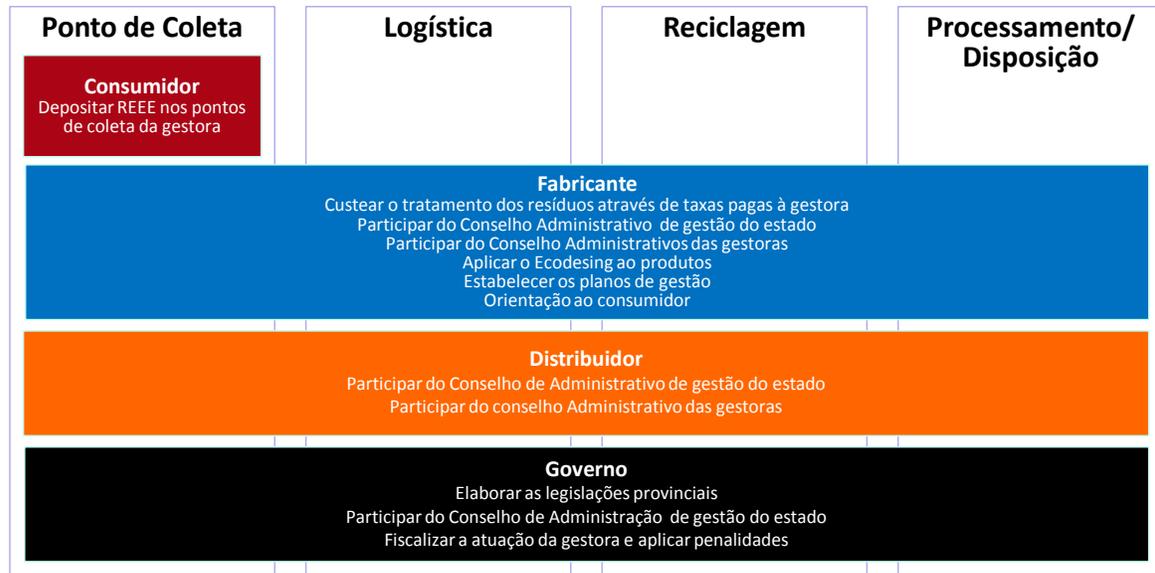


Figura 58 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE no Canadá

Estrutura

Os Pontos de Coleta são estabelecidos pelas gestoras. Há aproximadamente 6 Pontos de Coleta em *Prince Edward Island*, 40 em *New Escotia*, 16 em *Quebec*, 32 em *Manitoba*, e 122 em *British Columbia*.

Em *Saskatchewan* existem 71 Pontos de Coleta e 3 Pontos de Consolidação, que recebem os resíduos e realizam a separação dos componentes. Os consumidores podem devolver no máximo 25 partes de resíduos eletroeletrônicos por dia, ou mais se possuírem autorização para tal.

A OES em Ontário conta com 520 pontos de coleta, 38 empresas transportadoras, 16 centros de consolidação geridos por 8 empresas, 13 recicladores (16 locais para a reciclagem) e 25 pontos de reuso, geridos por 20 empresas.

Logística

Em Ontário, o REEE pode chegar aos Pontos de Coleta através de consumidores, serviços municipais ou coletores autorizados. Para cada tonelada de REEE coletado, os coletores recebem de \$185 a \$235. Todo o REEE que entra nos Pontos de Coleta é repassado às Centrais de Consolidação que realizam a separação e triagem. Recicladores são proibidos de atuar como pontos de consolidação, para garantir que todo o material coletado tenha destinação adequada, sem que sejam apenas retiradas as partes valiosas. Tanto para os equipamentos que são destinados ao reuso quanto para os que seguem para os Pontos de Coleta de resíduos, existe um sistema de rastreabilidade. No ponto de Coleta/Reuso deve haver um *Bill ofLanding (BOL)* para cada produto e quando destinados aos recicladores, deve ser emitido a documentação *Waybill*. Tudo é compilado pela OES, que emite um relatório

anual.

Em *Saskatchewan* a logística é realizada por empresas contratadas pelo *SWEEP*: a *SARCAN*, que coleta em todo o território do estado e a *Regina Food Bank*, que coleta na região de *Regina*. Quando a população de determinada região não tem acesso a depósitos da *SARCAN*, ou à algum fabricante ou comerciante de produtos eletroeletrônicos, este pode agendar uma coleta pelo *SWEEP* (*SpecialTake Back Event*). A *SARCAN* realiza a consolidação e separação dos materiais para vender os componentes às recicladoras. A *SWEEP* encoraja a competitividade no mercado para a coleta e processamento dos resíduos.

Campanhas

Como estratégia para suas campanhas, a *OES* age em Ontário de 2 formas: uso de meio de comunicação em massa (mídia: *Facebook*, radio, TV, site: www.recycleyourelectronics.ca) ou ações realizadas com a comunidade. Em 2011 a *OES* realizou o *Eco-SchoolProgram*, um programa com 8 escolas de *Toronto*, onde a escola que conseguiu mais REEE recebeu uma quantia em dinheiro como incentivo, sendo que no total foram recolhidas 30 toneladas de material.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO	PONTOS NEGATIVOS DO MODELO
Painel de indicadores	Alto custo pela divisão entre as províncias
Alto índice de reuso	Difícil administração por falta de centralização, o que sobrecarrega os administradores que atuam em vários estados.
Rastreabilidade permite controle e identificação de falhas no sistema.	
O programa é dividido em fases	

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricantes	Os fabricantes devem pagar taxas (<i>Environmental Handling Fee</i>) para as organizações que administram a logística reversa dos REEE. Não são coletadas taxas diretamente dos consumidores, o repasse fica a critério dos fabricantes.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Governo/ Consumidor	Os impostos para o processamento de resíduos órfãos é fixo para o consumidor.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Metas definidas pelas legislações e gestoras. OES: 77.5% de cada material (metal, plástico, etc.) devem ser reciclados. A taxa de reciclagem deve crescer 2,5% anualmente.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Atuante	As províncias devem estabelecer suas legislações. O governo deve ter representantes na <i>EPSC</i> . Ontário: O governo deve ter representantes na <i>WDO</i> , elaborar as legislações, estabelecer e aplicar as penalidades.
Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	
Reuso no sistema de logística reversa	Viabilizado pelo sistema	<i>OES</i> : 20 empresas promovem o reuso dos equipamentos eletroeletrônicos em 25 sites. Recebem \$1.75 para cada unidade resgatada e \$0.25 pelo reporte do serviço para a <i>OES</i> . Apesar do incentivo, o programa consegue 24% da sua meta de reuso. <i>EPRA</i> : tem um comitê de reuso formado pelos maiores fabricantes e por representantes do setor de reuso. O papel do comitê é entender o reuso em todos os seus aspectos, e orientar a <i>EPRA</i> quanto a melhor maneira de atuar.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Todo o REEE coletado é processado igualmente.
Determinação da responsabilidade	Compartilhada	O programa funciona com base na responsabilidade estendida do fabricante. Em algumas províncias os distribuidores também são responsáveis. O governo deve elaborar a legislação e aprovar os planos de gestão apresentados.
Modelo de competição	Monopólio	As gestoras não tem competição nas províncias.

Aprendizados

- ✓ A divisão do programa de logística reversa dos REEE entre as províncias aumenta os custos administrativos e operacionais e sobrecarrega representantes administrativos dos fabricantes.
- ✓ Quando é proibido que os recicladores realizem a triagem do material evita-se o aproveitamento de somente alguns materiais e a destinação inadequada do restante do REEE.

9.2.2 Modelo B: Responsabilidade Compartilhada no modelo Monopolista

a. Embalagens de agrotóxicos (Brasil)

O Programa Campo Limpo, de logística reversa de embalagens de fitossanitários agrícolas no Brasil, teve início no ano 2000 com a promulgação da Lei no. 9.974, que estabelece a responsabilidade compartilhada entre consumidores, comerciantes, distribuidores, fabricantes, importadores e o poder público. Em 2001 foi criado o InpEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias), uma organização sem fins lucrativos que é a representação do setor fabricante na logística reversa de embalagens e funciona como gestora de todo o processo. Aliando campanhas de conscientização à fiscalização com aplicação de grandes penalidades ao descumprimento das normas, o Brasil tornou-se referência mundial no descarte correto de embalagens fitossanitárias, ficando à frente de outros países que possuem sistemas semelhantes. Segundo o Inpev, o Brasil alcança um aproveitamento de cerca de 94%, superando Alemanha (76%), Canadá (73%), França (66%), Japão (50%), e Estados Unidos (30%).

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

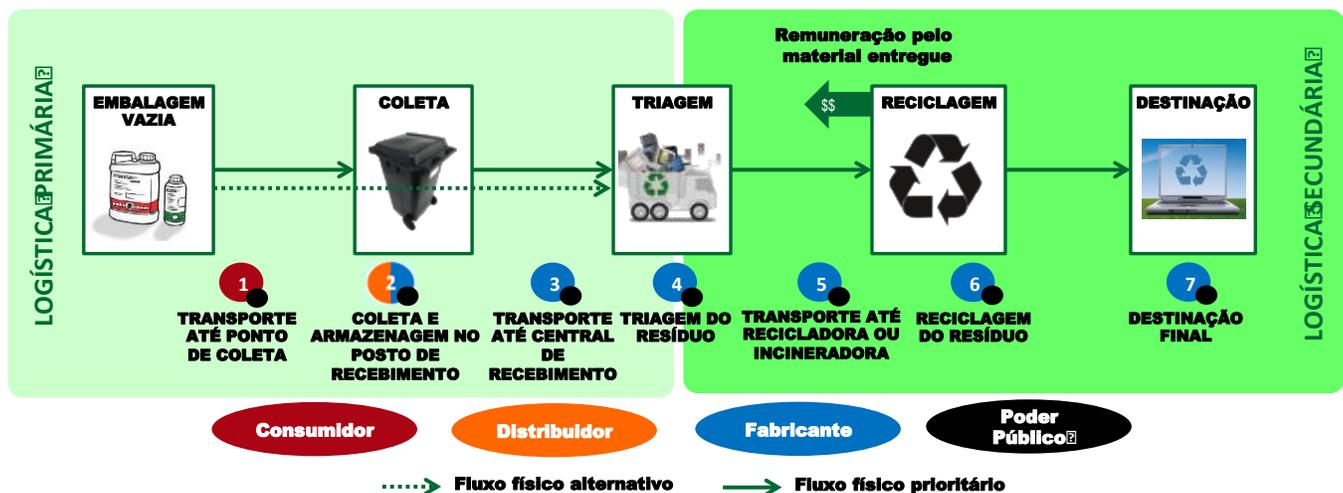


Figura 59 - Fluxograma das operações para Embalagens de Agrotóxicos no Brasil



Figura 60 - Responsabilidades na Logística Reversa de Embalagens de Agrotóxicos no Brasil

Estrutura

A estrutura do Programa Campo Limpo tem 421 Unidades de Recebimento. O processo de destinação final é feito por 9 empresas recicladoras e incineradoras contratadas localizadas nas principais regiões agrícolas do Brasil, que pagam pelas embalagens recebidas, gerando um retorno de 15% dos gastos dispensados com a logística reversa. O InpEV procura fechar a autossustentabilidade do Programa através da criação de recicladoras próprias, que se propõem a devolver embalagens recicladas de agrotóxicos para os fabricantes.

Logística

O InpEV adota o conceito de aproveitamento do frete de retorno para transporte de embalagens vazias. Ou seja, o mesmo caminhão que leva produtos para os distribuidores e cooperativas coleta as embalagens vazias armazenadas nas Unidades de Recebimento em mais de 98% das cargas. Duas ferramentas são utilizadas: reuniões mensais para planejar a logística e o Sistema de Informação das Centrais (SIC), um software que gerencia as informações e controla os processos de entrada e saída.

Campanhas

O poder público, as associações de distribuidores e as indústrias fabricantes dividem a responsabilidade de orientar o consumidor. As campanhas do Programa Campo Limpo têm reflexo visível pelo aumento da participação da população no programa. Em 10 anos de

projeto, segundo o InpEV, foram realizadas três grandes campanhas nacionais de conscientização e diversos movimentos regionais e locais para conscientização, atingindo 72% da população.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

Campanhas com alta adesão

Multas elevadas aumentam a adesão ao programa

Programa é um exemplo mundial (10 anos de existência)

Autossustentabilidade

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

Alguns distribuidores não estão preparados para receber embalagens

Difícil fiscalização

Baixa competitividade

Sobrecarga de custos em um único agente da cadeia

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Custo compartilhado	Os custos são divididos entre usuários, distribuidores, produtores e governo. Os importadores atuam como fabricantes, arcando com a logística das embalagens dos produtos importados. Os principais custos são de infraestrutura (unidades de recebimento), logística e destinação final das embalagens (cerca de 70%). Desde 2002, mais de R\$ 440 milhões foram investidos no programa, sendo que mais de 80% deste valor foi investido pela indústria fabricante.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante / Importador	Produtos órfãos entram na cadeia de logística reversa.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas estabelecidas pela organização (InpEV). 94% das embalagens entram no processo.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Atuante	Não opera no sistema, mas realiza campanhas educacionais de incentivo ao programa, investimentos para PD&I, incentivos fiscais para a infraestrutura, além de fiscalização, aplicação de penalidades e licenciamento de Unidades de Recebimento.
Tratamento da embalagem	Resíduo não perigoso	95% das embalagens coletadas são destinadas à reciclagem, 5% à incineração.
Reuso no sistema de logística reversa	Não estimulado	Consumidores devem inviabilizar o reuso, furando as embalagens antes de devolvê-las.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Todas as embalagens coletadas são processadas igualmente
Determinação da responsabilidade pelo REEE	Compartilhado	O InpEV gerencia as embalagens vazias com colaboração de suas associadas de acordo com o faturamento.
Modelo de competição	Monopólio	O InpEV possui 99% dos fabricantes como associados.

Aprendizados

- ✓ Apesar da criação de uma organização gestora (representadora de 99% das empresas) que reprime totalmente a competitividade, o modelo utilizado mostra sucesso na logística reversa.
- ✓ Campanhas são ferramentas eficientes para atingir a população em massa.
- ✓ O compartilhamento de deveres mostrou-se eficiente e eficaz.
- ✓ A logística de reaproveitamento de frete de retorno reduz custos.
- ✓ Altas penalidades impostas pela agência fiscalizadora impactam na adesão ao programa.

- ✓ Recicladoras podem pagar pelo material recebido.

b. Embalagens (Espanha)

A Lei 11 de 1997 atribuiu a responsabilidade sobre a destinação correta das embalagens de produtos no mercado espanhol às empresas do setor de embalagens, incluindo os embaladores, comerciantes de produtos embalados e responsáveis pela primeira colocação no mercado dos produtos embalados. Essa responsabilidade, entretanto, é compartilhada com o Poder Público local, que deve realizar a coleta seletiva. A Ecoembes, organização privada sem fins lucrativos, foi criada para gerenciar a coleta seletiva. A organização conta com associação de 90% dos fabricantes, que contribuem com uma tarifa estabelecida de acordo com o volume de embalagens lançadas no mercado. A Ecoembes firma convênios de cooperação com as administrações públicas para pôr em andamento a coleta seletiva de resíduos de embalagens, e paga a diferença de custo entre o sistema de coleta, transporte e tratamento convencional e o sistema de coleta seletiva.

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

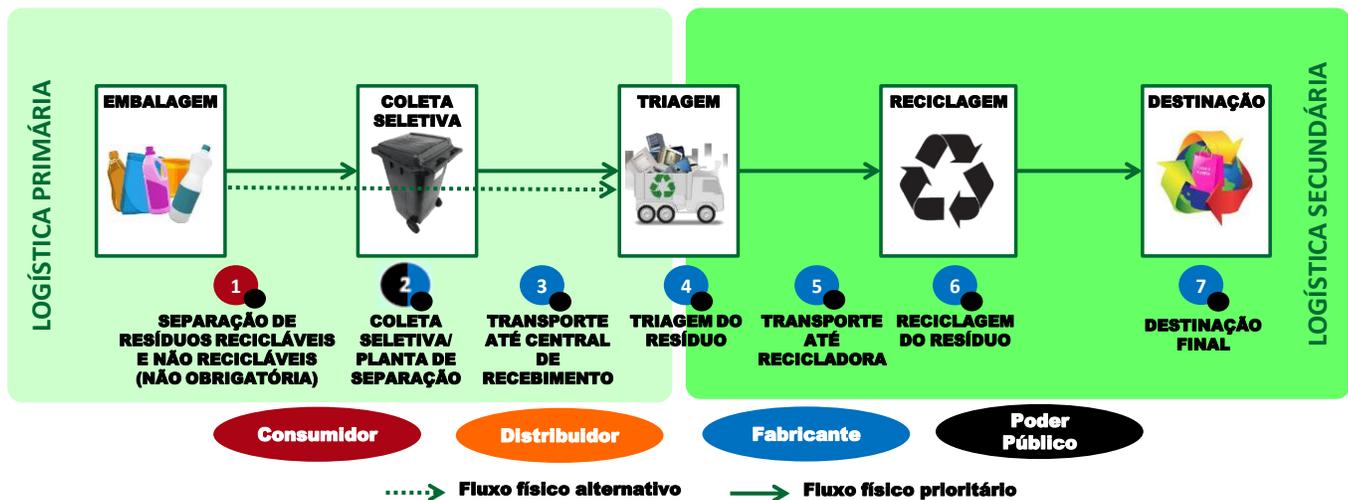


Figura 61 - Fluxograma de operações para Embalagens na Espanha

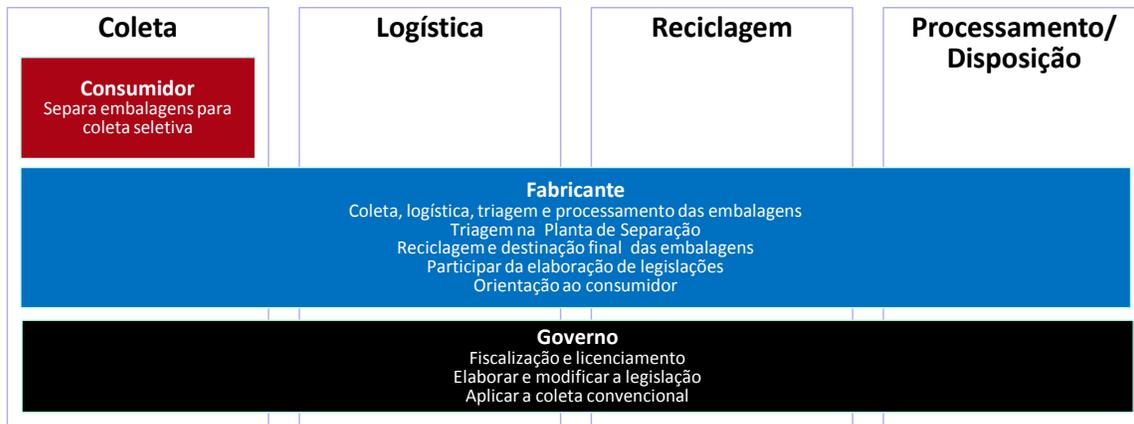


Figura 62 – Responsabilidades na Logística Reversa de Embalagens na Espanha

Estrutura

A estrutura de coleta utilizada é a definida pelo Poder Público local. A Ecoembes trabalha conjuntamente com o governo na elaboração da legislação.

Logística

A logística é realizada obrigatoriamente pelo órgão público local responsável pela coleta convencional. A Ecoembes custeia a diferença da coleta convencional para a seletiva, incluindo o envio do resíduo reciclável às recicladoras, e oferece apoio técnico para implantação do sistema.

Campanhas

A Ecoembes estimula o *Ecodesign* nas empresas e dá orientação ao consumidor para realizar a separação de resíduos para facilitar o processo de coleta seletiva. As empresas que fazem parte do sistema integrado de gestão da Ecoembes recebem o selo “Ponto Verde” nas embalagens.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

A Ecoembes paga só a diferença do tratamento convencional, ou seja, todo o gasto adicional que o governo tem em relação à coleta e separação das embalagens recolhidas.

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

Dependência das estruturas convencionais
 Monopólio Ecoembes (90% das empresas) – não há competição

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Custo compartilhado	Os custos são divididos entre consumidores, distribuidores, produtores e governo. Os importadores atuam como fabricantes, ou seja, arcam com o custo e o tratamento das embalagens dos produtos importados colocadas no mercado. Os custos de logística se dividem entre produtores, comerciantes e governo. Os fabricantes pagam a diferença do tratamento convencional.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Governo	Produtos órfãos entram na cadeia de logística reversa, mas fabricantes não têm obrigação de processamento.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Metas definidas pelo Poder público.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Operador	O governo efetua a logística para a coleta convencional.
Tratamento da embalagem	Resíduo não perigoso	As embalagens que podem ser recicladas seguem para as recicladoras e os rejeitos seguem para aterros como no processo de coleta convencional.
Reuso no sistema de logística reversa	Não estimulado	Todas as embalagens devem ser processadas.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Todas as embalagens coletadas são processadas igualmente
Determinação da responsabilidade	Compartilhado	Cada fabricante se responsabiliza pelo volume de embalagens lançadas no mercado, que deve ser evidenciado em relatório.
Modelo de competição	Monopólio	A Ecoembes possui mais de 90% dos fabricantes associados.

Aprendizados

- ✓ Pode ser utilizada a malha de coleta do governo para a logística de recolhimento.
- ✓ O estímulo pela adoção do Ponto Verde nas embalagens pode influenciar consumidores a comprar produtos que tenham mais responsabilidade ambiental.

9.2.3 Modelo C: Responsabilidade do Governo modelo Monopolista

a. REEE (Califórnia)

O *ElectronicWasteRecyclingAct* de 2003 estabeleceu um mecanismo de financiamento para melhorar e proporcionar uma gestão de logística reversa adequada para REEE perigosos. O programa é financiado através de uma taxa paga pelos consumidores que adquirem produtos EEE classificados como perigosos (*Covered Eletronic Devices - CEDs*) no momento da compra no varejo. Os varejistas retêm 3% da taxa para administração e repassam o restante para o Estado, representado pela Câmara de Compensação *BOE (BoardofEqualization)*. As taxas devem cobrir todo o gasto com a logística reversa de 100% dos *CEDs* e também todos os gastos administrativos do governo. Os custos administrativos são divididos entre o Departamento de Recursos Reciclagem e Recuperação (*CalRecycle*), que realiza toda a gestão das operações de logística reversa e o Departamento de Controle de Substâncias Tóxicas (*DTSC*), que é responsável pela normatização, orientação e auditorias do processo. Os coletores autorizados e recicladores de REEE perigosos (*Covered Eletronic Waste – CEWs*) recebem da *CalRecycle* um valor por tonelada coletada/reciclada, para compensar o custo da recuperação adequada dos resíduos, processamento e atividades de reciclagem. A infraestrutura para recuperar *CEW* também recupera resíduos eletrônicos diversos não abrangidos pelo sistema de pagamento *CEW*.

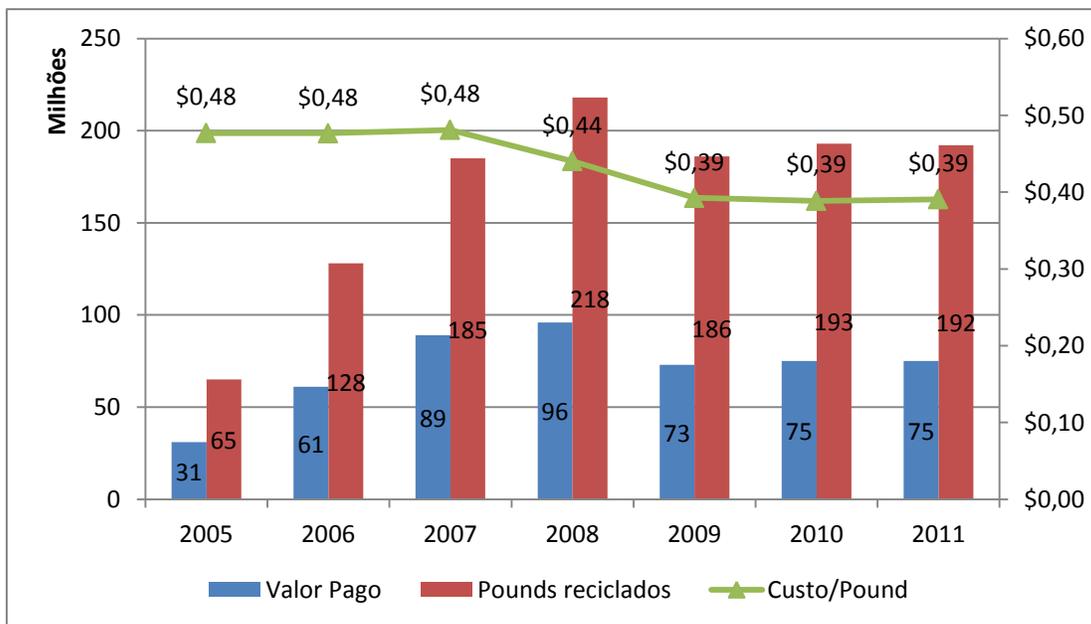


Figura 63 - Custo de Pound para Logística Reversa de REEE na Califórnia (USD)

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

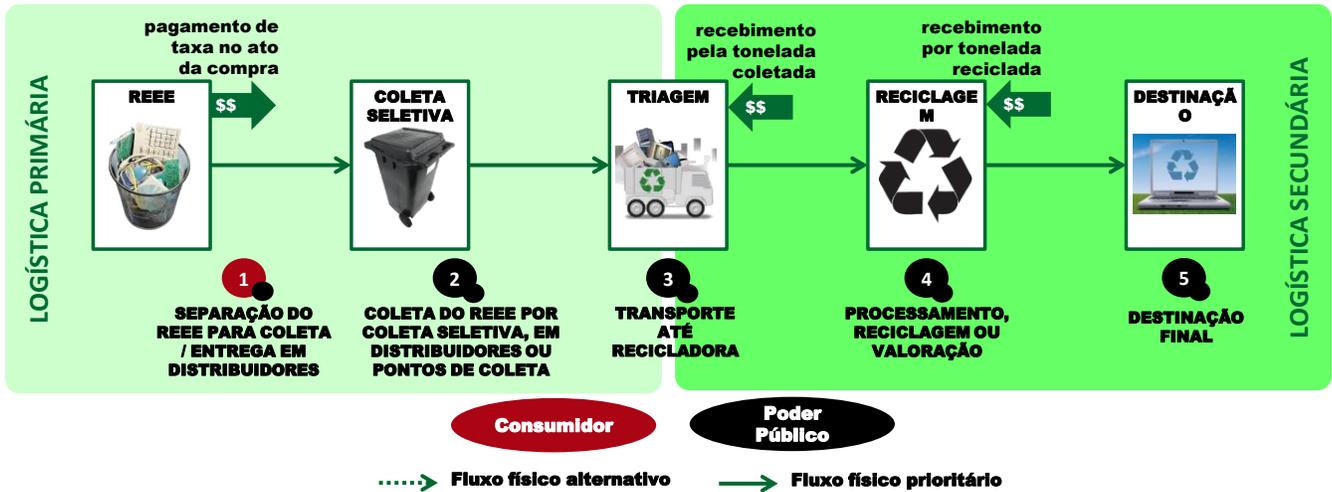


Figura 64 – Fluxograma de Operações para REEE na Califórnia

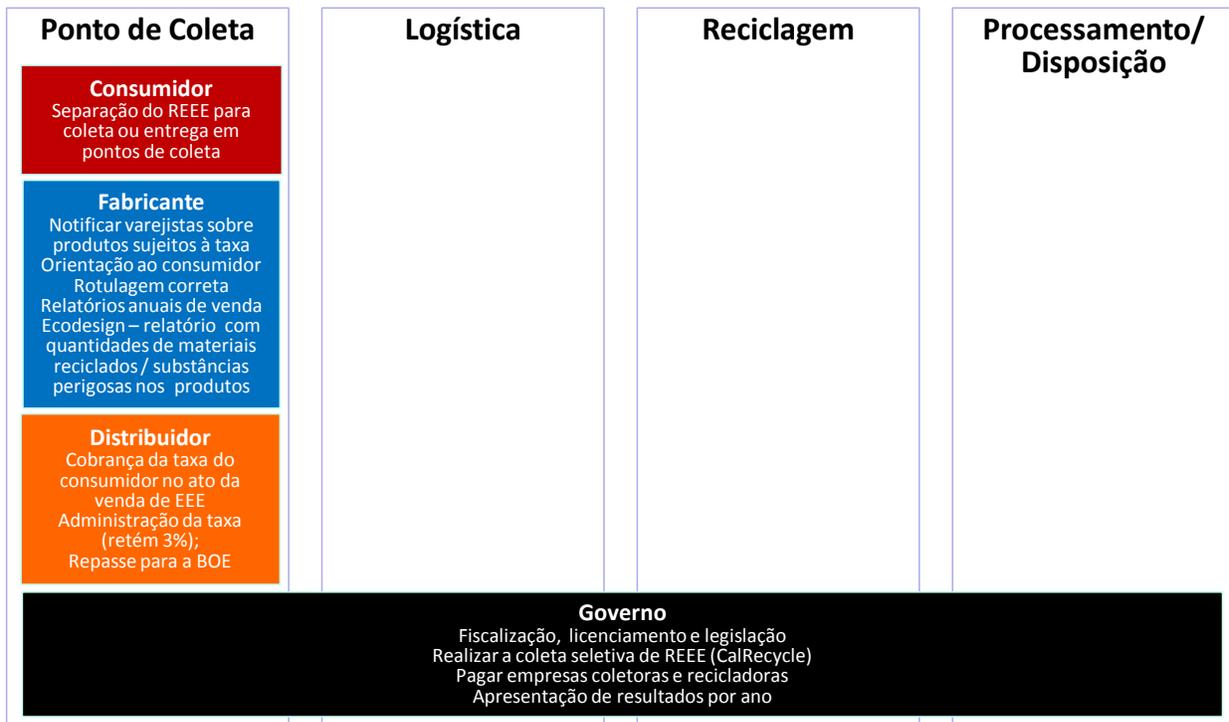


Figura 65 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na Califórnia

Estrutura

Existem 560 coletores autorizados e 55 recicladoras, que atendem a todo o REEE perigoso coletado no estados da Califórnia e também à uma parte do REEE não perigoso que entra no

sistema de logística reversa.

Logística

A logística é realizada por coletores autorizados, que podem realizar a coleta diretamente dos consumidores ou de pontos de coleta, e destinam o REEE às empresas recicladoras.

Campanhas

CalRecycle mantém uma *home-page* (www.eRecycle.org) para informar o público sobre as questões ambientais associadas à gestão de resíduos eletrônicos, incluindo um diretório de oportunidades de reutilização e reciclagem em toda a Califórnia.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

Divisão de departamentos do Estado para operação e regulamentação.

Pagamentos pela coleta e reciclagem estimula o processo.

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

Consumidor se isenta de sua responsabilidade no ato da compra.

Só visa a reciclagem de CEDs.

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Impostos	Os consumidores pagam impostos destinados à logística reversa de REEE no ato da compra de novo equipamentos. As taxas devem cobrir todo o gasto com a logística reversa de 100% dos <i>CEDs</i> e também todos os gastos administrativos do governo.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Governo	Não existe distinção entre produtos órfãos e não órfãos para o sistema de logística reversa.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas são definidas pela <i>CalRecycle</i> (governo).
Grau de responsabilidade do Poder Público	Operador	O governo é responsável pela gestão da logística reversa em todas as suas instâncias, inclusive na administração dos custos.
Tratamento do REEE	Resíduo perigoso	São considerados resíduos perigosos: todos os equipamentos com tubos de raios catódicos (televisores/monitores), telas de LCD e plasma (computadores portáteis, monitores, televisões, leitores de DVD, entre outros).
Reuso no sistema de logística reversa	Estimulado	A <i>CalRecycle</i> estimula a reutilização através de orientações no site.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	O governo é responsável por processar todo o REEE sem distinção de marca.
Determinação da responsabilidade	Governo	O governo é responsável pela administração dos fundos, gestão, execução, elaboração de relatórios, reajustes e fiscalização do processo.
Modelo de competição	Monopólio	O governo se responsabiliza por toda a logística.

Aprendizados

- ✓ É possível instituir um modelo onde o consumidor arca integralmente com os custos.
- ✓ Os fabricantes não tem responsabilidade de reciclagem sobre os produtos produzidos, mas devem inserir quantidades de materiais reciclados na fabricação de produtos novos e diminuir quantidades de materiais perigosos de maneira crescente em porcentagem por ano.

9.2.4 Modelo D: Responsabilidade do Fabricante no modelo Competitivo

a. União Europeia

As Diretivas 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE do Parlamento Europeu e do Conselho definem as normas para produção e a logística reversa de produtos EEE no mercado Europeu. Além de estabelecer que os Estados-Membros não produzam mais equipamentos que contenham chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromobifenilo (PBB) e/ou éter de difenilopolibromado (PBDE), definem que a responsabilidade pelo tratamento e destinação final adequada do REEE é do fabricante que o colocou no mercado e que, por tanto, deve arcar com os custos para a logística reversa do mesmo. Os utilizadores de EEE do setor doméstico devem ter a possibilidade de entregar os REEE sem encargos, em distribuidores ou instalações adequadas, incluindo centros de recolha públicos. Os distribuidores, ao fornecerem um novo produto, devem assegurar que os resíduos possam ser recolhidos e armazenados sob sua responsabilidade, na razão de um para um, desde que esses resíduos sejam de equipamentos equivalentes ou desempenhem as mesmas funções que os equipamentos fornecidos. Produtores devem, por conseguinte, financiar a coleta nas instalações de recebimento, o tratamento, valorização e eliminação dos REEE.

Pelo fato da responsabilidade pelos custos do processo cair sobre os fabricantes, a *ERP (European Recycling Platform)* foi criada em 2002, através de um acordo de cooperação entre HP, Sony, Electrolux e Gillette/Braun para aumentar a competição no mercado de logística reversa de REEE e impor maior pressão sobre o preço cobrado na Europa. A ERP tem como premissa que o sistema de competição reduz o custo e aumenta a qualidade da logística reversa estabelecida em um sistema monopolista, portanto faz questão de abranger somente uma porcentagem do mercado (o objetivo ideal é atingir 30% do mercado europeu), deixando espaço para concorrentes. A estratégia funcionou e a criação da ERP gerou um decréscimo do valor operacional em mais de 30% e uma redução de custos geral de 70 a 80%. A empresa tem como alvo a coleta e tratamento de REEE doméstico, mas pode negociar o atendimento a estabelecimentos comerciais. A *ERP* repassa seus custos totais (logística, reciclagem, relatórios, orientação ao consumidor e administração) para os produtores associados na forma de preço/tonelada. A *ERP* adota a estratégia “maior volume, menor preço”, que incentiva os fabricantes a reciclarem mais. Para executar o fluxo operacional, a *ERP* contrata empresas autorizadas que recebem pela realização das operações.

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

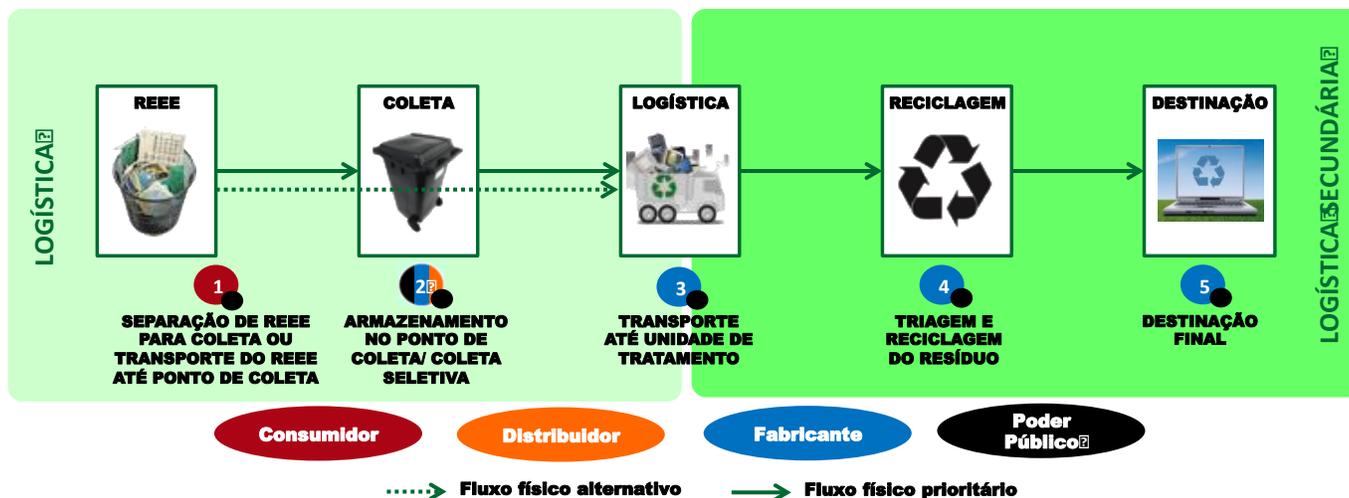


Figura 66 - Fluxograma de Operações para REEE na Europa

Ponto de Coleta	Logística	Reciclagem	Processamento/ Disposição
Consumidor Separação / Transporte de REEE até Ponto de Coleta			
Fabricante Gestão dos Locais de Recepção Logística dos Locais de Recepção até as Unidades de Tratamento e Valorização Operar de forma individual ou através de gestoras / sistemas integrados de gestão Reciclagem e destinação final do REEE Orientação ao consumidor			
Distribuidor Funcionar como Ponto de Recepção de REEE para o consumidor na troca por EEE novo			
Governo Fiscalização e licenciamento Garantir a coleta seletiva Elaborar e modificar a legislação			

Figura 67 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na Europa

Estrutura

A ERP atua em 10 países e é responsável pela reciclagem de 5 linhas de REEE, que geram mais de 400.000 toneladas por ano.

Campanhas

A orientação aos consumidores sobre a obrigação de não depositar os REEE como resíduos urbanos não triados, bem como sobre seu papel na logística reversa de REEE é indispensável para o sucesso do recolhimento destes resíduos. Essa informação implica uma marcação adequada dos EEE que podem ser deixados em latões de lixo ou meios semelhantes de coleta de resíduos urbanos. As campanhas são de responsabilidade dos fabricantes, que recebem auxílios de organizações não governamentais.

Há grandes investimentos por parte da *ERP* em movimentos com jovens, estudantes e a comunidade. Desde shows até divulgação no distribuidores, a *ERP* consegue abranger uma ampla parcela da população, o que reflete no bom funcionamento do programa de coleta e logística reversa.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO	PONTOS NEGATIVOS DO MODELO
Altamente reaplicável e competitivo. Sem taxas para o consumidor. Estrutura administrativa enxuta salva custo adicional. Flexibilidade para mudanças. Campanhas eficientes.	Participação do consumidor depende de conscientização. Difícil fiscalização. Pouca informação e controle. Todo ônus é do fabricante.

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricante	Os fabricantes arcam com custos de coleta, transporte, reciclagem e destinação referentes aos produtos colocados no mercado. Os fabricantes pagam no momento em que colocam os produtos no mercado.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante	No caso de substituição do REEE por produto novo equivalente ou que cumpra as mesmas funções, a responsabilidade é dos fabricantes. Caso o resíduo não seja substituído, a responsabilidade recai sobre o utilizador. Cada produtor, ao colocar o produto no mercado, deverá prestar uma garantia financeira para evitar que os custos da gestão de REEE provenientes dos possivelmente gerados produtos órfãos recaiam sobre a sociedade ou produtores remanescentes.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas definidas pela legislação de acordo com o tipo de produto.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Fiscalizador, legislador e operador	O governo é responsável pelo licenciamento das gestoras, pela definição de metas e atualização da legislação. Também é responsável por garantir a coleta seletiva.
Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	
Reuso no sistema de logística reversa	Estimulado	Meta de reutilização e reciclagem são definidas por legislação.
Segregação do resíduo por marcas	Com segregação por marca	Cada fabricante deve dar a devida destinação para seus produtos. Cada gestora se responsabiliza pelos produtos de seus afiliados.
Determinação da responsabilidade	Individual	Os produtores se responsabilizam por prover a reciclagem e destinação final aos resíduos de seus produtos. Quando associados às gestoras, pagam taxas para reciclagem de seus produtos.
Modelo de competição	Muito Competitivo	Existe competição entre gestoras

Aprendizados

- ✓ Alta competitividade entre gestoras diminui o preço e aumenta a qualidade.
- ✓ Estratégia “maior volume, menor preço”, que incentiva os fabricantes a reciclarem mais.

b. REEE (França)

Desde o final de 2006, a coleta seletiva de REEE está operando na França por ordem do Decreto nº 829 de 2005, relacionado à composição de equipamentos eletroeletrônicos e à eliminação de seus resíduos. O Decreto é baseado nas legislações Europeias, e assume a posição de responsabilidade estendida ao fabricante na destinação correta dos REEE. Portanto, os custos por todo o processo, desde a coleta até a destinação final, devem ser assumidos pelos fabricantes. O descumprimento da lei pelos produtores resulta em multas de natureza penal, o que também ocasiona prejuízos de imagem para os eventuais infratores. A maioria dos produtores está associado a eco-organizações.

Atualmente na França existem quatro grandes empresas gestoras (eco-organizações): *ERP*, *Ecologic*, *Eco-Systèmes*, e *Recyclum*. O *OCAD3E* é um órgão privado que gerencia o contrato das gestoras com as administrações públicas ou organizações civis. É responsável pelo financiamento da coleta, de forma fixa ou variável, enquanto as gestoras são responsáveis pelas diretrizes operacionais de coleta em particular. A responsabilidade sobre os REEE passa para as gestoras a partir do momento em que retiram os resíduos dos pontos de coleta. Os produtos são separados em quatro grandes linhas: Grandes Equipamentos Domésticos (máquina de lavar, secadora); Refrigeradores (Geladeira, ar-condicionado); Telas e monitores (televisões) e Pequenos Equipamentos Domésticos (Computadores, telefonia). As gestoras mantêm uma tabela de custos para os fabricantes, de acordo com o peso, tipo de equipamento e se há ou não *Ecodesign* aplicado.

A taxa visível, alguns exemplos

(€/ equipamento, impostos incluídos)

 <p>Grandes aparelhos de refrigeração Refrigeradores, freezers, ar condicionados 13,00€ Novo! Taxas diferentes de acordo com o eco-design dos refrigeradores - Gás refrigerante com GWP < 15: 13,00€ - Gás refrigerante com GWP ≥ 15: 15,60€</p>	 <p>Equipamentos de consumo TVs (de acordo com o tamanho da tela) De 1,00 à 8,00€ Gravadores de vídeo, Amplificadores 1,00€ Videocassete, CD player 0,30€ Câmeras fotográficas 0,10€</p>
 <p>Aplicações de grande porte (Diferentes de refrigeração) Máquinas de lavar, máquinas de lavar louça 6,00€ Microondas 2,00€ Grandes fornos elétricos 1,00€</p>	 <p>Tecnologia da Informação Pequenas telas 1,00€ Computadores portáteis 0,30€ Impressoras, scanners... 0,50€ Calculadoras, gravadores de voz... 0,10€</p>
 <p>Pequenos aparelhos de aplicações domiciliares Aspiradores de pó, aparelhos de vapor... 1,00€ Máquinas de café, ferros de passar... 0,50€ Despertadores... 0,10€</p>	 <p>Brinquedos, equipamentos de lazer e para esportes Peso do equipamento ≤ 500g 0,05€ > 500g ≤ 10kg 0,20€ > 10kg 1,50€</p>
 <p>Tecnologia da Informação Celulares 0,01€</p>	 <p>Equipamentos "Do it yourself" Furadeiras, ferramentas para solda... 0,02€ Cortadores de grama... 1,50€</p>

Figura 68 - Exemplos de taxas repassadas ao consumidor (Visible-fee)

A legislação estabelece metas de recolhimento, reciclagem e valorização para os fabricantes. As metas de reciclagem e valorização são exemplificadas na tabela a seguir. As eco-organizações conseguem cumprir e até superar as taxas estabelecidas.

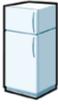
				
	Grandes Equipamentos Eletroeletrônicos	Refrigeradores	Telas e monitores	Pequenos Equipamentos Eletroeletrônicos
Reciclagem (materiais que podem ser reaproveitados através de reciclagem na cadeia produtiva)				
Taxas-alvo	75%	75%	65%	60%
Resultados médios	77%	83%	86%	74%
Valorização (somado aos recicláveis, inclui a valorização energética dos materiais não recicláveis)				
Taxas-alvo	80%	80%	75%	73%
Resultados médios	83%	93%	89%	90%

Figura 69 - Taxas de Reciclagem e Valorização na França

(Fonte: <http://www.eco-systemes.fr/swf/valorisation.html>)

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

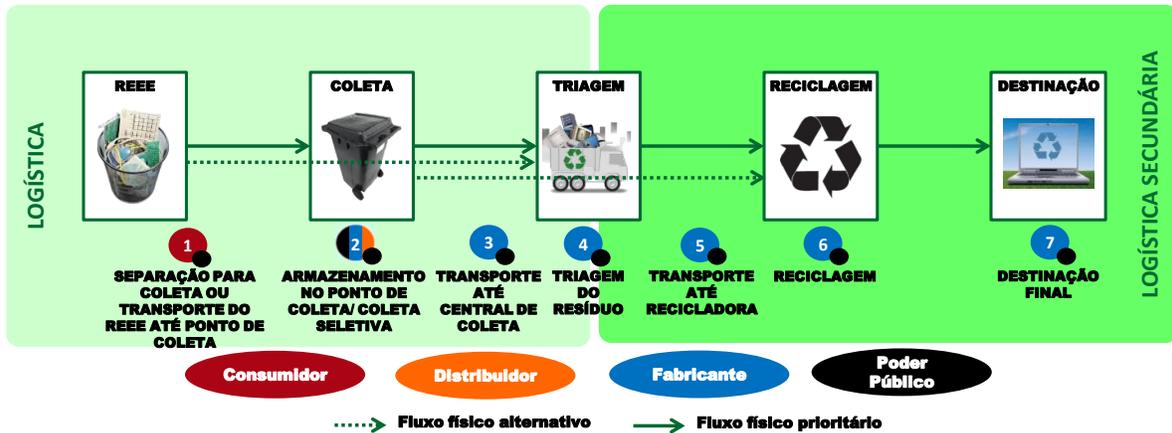


Figura 70 - Fluxograma de Operações para REEE na França

Ponto de Coleta	Logística	Reciclagem	Processamento/ Disposição
<p>Consumidor Doar o EEE para reuso Depositar REEE no ponto de coleta ou no distribuidor</p>			
<p>Fabricante Prover os recursos para a coleta e destinação dos REEE de seus produtos Estar registrado no Registro Nacional de Produtores Declarar vendas Indicar o custo do tratamento de cada produto ao consumidor (Visible Fee) Identificar os produtos com o logo Orientação ao consumidor</p>			
<p>Distribuidor Receber REEE na troca por produto novo similar Informar ao consumidor os custos de tratamento do REEE (Visible Fee) Orientar os consumidores</p>			
<p>Governo Fiscalização e licenciamento Elaborar e modificar a legislação Receber apoio financeiro fixo e variável para a coleta Garantir a coleta seletiva e orientar os consumidores</p>			

Figura 71 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na França

Estrutura

A França produz cerca de 1,3 milhões de toneladas de REEE por ano, o que representa 5% do fluxo de resíduos domésticos. A rede de distribuidores forma 10.300 pontos de coleta distribuídos pelo território francês, que são somados aos 2.000 pontos adicionais de coleta. Há 530 locais de concentração. Os sistemas de coleta conseguem atender a 38 milhões de pessoas (mais da metade da população). As autoridades locais recebem apoio financeiro do OCAD3E, na forma fixa (1560 euros por ponto de coleta) e variável (20 a 65 euros por

tonelada coletada).

Logística

Por ser um modelo competitivo, as formas de logística dentro do tratamento de REEE são variadas. O poder público tem a obrigação de realizar a coleta de resíduos domiciliares da população, e pode firmar parcerias com os fabricantes para realizar a coleta seletiva de REEE. Além de parcerias com a administração pública, os fabricantes podem escolher entre realizar suas obrigações individualmente, através de gestoras ou em conjunto através de um sistema integrado de gestão. Podem, ainda, realizar acordos voluntários com organizações civis para a realização da coleta, financiando seus custos. Essas organizações podem escolher quais produtos serão coletados e quais formas de coleta serão realizadas. Pode-se dizer que todos os fabricantes de EEE do mercado francês estão associados à eco-organizações. A logística consiste no transporte dos pontos de coleta / coleta seletiva até centros de recebimento onde é realizada a triagem, desmontagem e separação dos resíduos, sendo destinados para empresas de reciclagem, empresas de valorização ou para a destinação final controlada, de acordo com a natureza dos materiais dos resíduos. Para garantir que todo o material seja processado, a fiscalização é realizada constantemente.

Campanha

As gestoras elaboram campanhas para atingir a comunidade. A *ERP* realizou a *RecyclingParty* em 2009, e a *RecyclingParty Tour*, que teve presença em *Angoulême, Paris, Lyon e Toulouse*, com o objetivo de educar jovens de 18 a 30 anos. A entrada para o evento era gratuita para todos que levassem um REEE.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

Competitivo.

Flexibilidade para mudanças.

Campanhas envolventes e eficientes.

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

Participação do consumidor depende de conscientização.

Custos são repassados para consumidores (*visiblefee*).

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Taxa	Os fabricantes arcam com custos de coleta, transporte, reciclagem e destinação referentes aos produtos colocados no mercado. O repasse dos custos do fabricante para o consumidor é feito através de uma taxa descrita na hora da compra (<i>visiblefee</i>).
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante / Importador	Os fabricantes devem arcar com os produtos órfãos na proporção de seu <i>market-share</i> .
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas definidas pelo governo a cada ano para dez tipos de equipamentos eletroeletrônicos. A meta de recolhimento para 2010 foi de 8,5Kg/hab. Após 2019, os Estados-Membros poderão escolher entre dois métodos de cálculo: 65% do peso médio dos EEE colocados no mercado durante os últimos 3 anos (cerca de 14 kg / hab.) ou 85% da quantidade de REEE gerados no seu território.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Fiscalizador, legislador e operador	O governo é responsável pelo licenciamento das gestoras, pela definição de metas e atualização da legislação. Também é responsável por garantir a coleta seletiva.
Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	
Reuso no sistema de logística reversa	Viabilizado pelo sistema	Os consumidores ou distribuidores devem destinar os equipamentos ao reuso, se for aplicável.
Segregação do resíduo por marcas	Com segregação por marca	Cada fabricante deve dar a devida destinação para seus produtos. Praticamente todos os fabricantes estão associados a gestoras, que não realizam a segregação por marca, mas processam os resíduos para cumprir a meta do <i>market-share</i> de seus afiliados.
Determinação da responsabilidade	Individual	Os produtores se responsabilizam por prover a reciclagem e destinação final aos resíduos de seus produtos. Quando associados às gestoras, pagam taxas para reciclagem de seus produtos através de <i>market-share</i> , que é definido pela participação das empresas associadas a cada eco organismo em relação ao total colocado no mercado francês. Este % é aplicado à meta anual. A partir de 2016, a taxa de cobrança mínima será de 45%, em massa, de EEE colocados no mercado durante os últimos 3 anos (ou seja, uma estimativa de 10 kg/hab.).
Modelo de competição	Competitivo	Existe competição entre gestoras.

APRENDIZADOS

- ✓ Produtos órfãos conseguem ser inseridos na logística reversa através da divisão das metas por *market-share*.
- ✓ Estratégia de menor valor cobrado para equipamentos com *Ecodesign* incentiva a aplicação em pesquisas para o setor.

c. REEE (Espanha)

O Real Decreto 208/2005 é a referência para o descarte de REEE na Espanha. Define que a responsabilidade pelos custos de logística reversa dos REEE produzidos recai sobre os fabricantes, que são responsáveis também pela garantia do processo. Atribui responsabilidades ao poder público e distribuidores e isenta o consumidor final dos custos para devolução do REEE nos pontos de coleta. É estabelecido então que o fabricante pode realizar a logística reversa através de diferentes opções: de forma isolada (tendo autonomia e responsabilidade integral sobre o processo), através de uma gestora autorizada, através de um sistema integrado de gestão ou utilizando ferramentas do poder público contribuindo economicamente. Os custos inseridos ao produto referentes ao processo de logística reversa não podem ser demonstrados ao consumidor na hora da compra. Os consumidores ficam divididos entre particulares e não particulares, sendo suas responsabilidades diferentes. Para ambos os casos existem facilitadores para a devolução de seu REEE.

Além de determinar os papéis na logística reversa de REEE, a lei institui aos fabricantes diversas diretrizes para a produção de EEE, visando menor impacto ambiental. A administração pública, nos vários níveis de governo, fica responsável por programas nos quais são estabelecidos os objetivos de prevenção e redução da quantidade de resíduos gerados e da quantidade de substâncias perigosas ou contaminantes inseridas nos mesmos. O objetivo desses programas é chegar em 2020 com a redução de 10% em peso dos resíduos produzidos em relação a 2010.

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

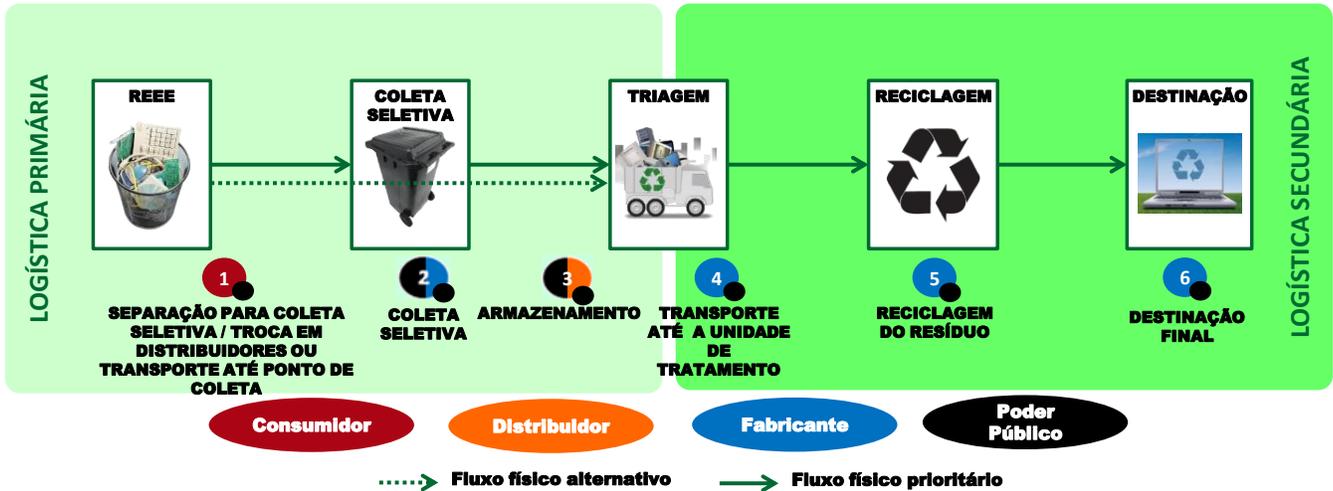


Figura 72 - Fluxograma de Operações para REEE na Espanha

Ponto de Coleta	Logística	Reciclagem	Processamento/ Disposição
<p>Consumidor Particular: Separar REEE para coleta seletiva ou levar REEE para distribuidor na troca. Não particular: acordo voluntário com poder público para armazenamento.</p>			
<p>Fabricante Coleta de REEE não particular, logística e destinação final de todo REEE Identificar EEE produzidos após decreto com selo. Assumir diretamente a gestão dos REEE, participar de um sistema de gestão ou cobrir custos dos sistemas públicos de gestão; Orientar o consumidor Ecodesing</p>			
<p>Distribuidor Receber e armazenar REEE em condições aceitáveis na troca por produto novo Estabelecer diretrizes de coleta com fabricantes/gestores.</p>			
<p>Governo Fiscalização do processo e licenciamento Coleta seletiva de REEE ou disponibilização de Pontos de Coleta Armazenamento de REEE não particular</p>			

Figura 73 - Responsabilidade na Logística Reversa de REEE na Espanha

Estrutura

As entidades públicas locais de municípios com mais de 5.000 habitantes devem realizar a coleta seletiva de REEE, que deve ser paga pelos fabricantes. Os municípios de 5.000 habitantes ou menos devem ter pontos de coleta de acordo com a acessibilidade, disponibilidade e densidade populacional.

Logística

A logística depende da estratégia adotada pelo fabricante para recolhimento do REEE. No caso de associação com a administração pública, é realizada a logística através da malha de coleta do governo, trazendo a vantagem da experiência em logística do órgão público.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO

Concorrência entre gestoras, coletoras e recicladoras.

Incentivo do poder público para uso de sua cadeia de logística.

PONTOS NEGATIVOS DO MODELO

Falta de campanhas de conscientização para consumidores prejudica a adesão.

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricantes / Importadores	Os custos são inteiramente dos fabricantes. Os custos inerentes a logística reversa não serão mostrados aos consumidores no momento da venda.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricantes / Importadores	Os produtos gerados antes do Real Decreto e de procedência particular serão processados pelos fabricantes, de acordo com suas participações no mercado para o tipo de equipamento. Os produtos de procedência não particular quando substituídos por outros terão sua gestão feita pelo fabricante substituinte, e quando apenas entregues para o sistema de logística reversa, o custo será do usuário. Os fabricantes devem expor aos consumidores o aumento no valor final dos produtos relativos à logística reversa dos produtos produzidos antes da promulgação da lei, até o prazo estabelecido.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas definidas pela legislação. Recolher 4Kg/ano em média por habitante de REEE. As porcentagens de valorização e reciclagem dos materiais varia de acordo com as linhas e tipo de produto, sendo em média de 65%.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Operador	A entidade pública local efetua a logística para a coleta seletiva e armazenagem de REEE particulares e pode armazenar os REEE não particulares através de acordos voluntários.
Tratamento da embalagem	Resíduo não perigoso	A menos que o equipamento esteja contaminado, é tratado como resíduo não perigoso até sua desmontagem, onde os resíduos perigosos são encaminhados para sua destinação final adequada.
Reuso no sistema de logística reversa	Não estimulado	O reuso ocorre fora do sistema de logística reversa.
Segregação do resíduo por marcas	Com segregação por marca	Cada fabricante deve dar a devida destinação para seus produtos. Cada gestora se responsabiliza pelos produtos de seus afiliados.
Determinação da responsabilidade	Individual	Os produtores se responsabilizam por prover a reciclagem e destinação final aos resíduos de seus produtos. Quando associados às gestoras ou prefeituras pagam taxas por seus serviços.
Modelo de competição	Competitivo	Existe competição entre as gestoras, coletoras e recicladoras.

APRENDIZADOS

- ✓ Os fabricantes possuem amplo leque de opções para efetuar a logística reversa (individualmente, através de gestoras, através de sistemas integrados de gestão ou em parceria com o poder público).

d. REEE (Portugal)

O Decreto-Lei n.º 230 de 2004 estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de REEE. Os produtores são responsáveis pelo financiamento da gestão dos resíduos provenientes dos produtos que colocam no mercado, e pela definição, individualmente ou através de uma entidade gestora, da referida rede de sistemas de recolhimento de REEE. Foram criadas gestoras licenciadas pelo órgão governamental para atuar na logística reversa, onde se destacam duas: *ERP* e *EMB3E*. Os produtores podem transferir suas responsabilidades de gestão para empresas gestoras de duas maneiras: como associados (influenciam nas decisões) ou utentes (sem interferência nas decisões). A rede de operadores realiza a coleta, armazenamento, transporte, triagem, tratamento e valorização de REEE.

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

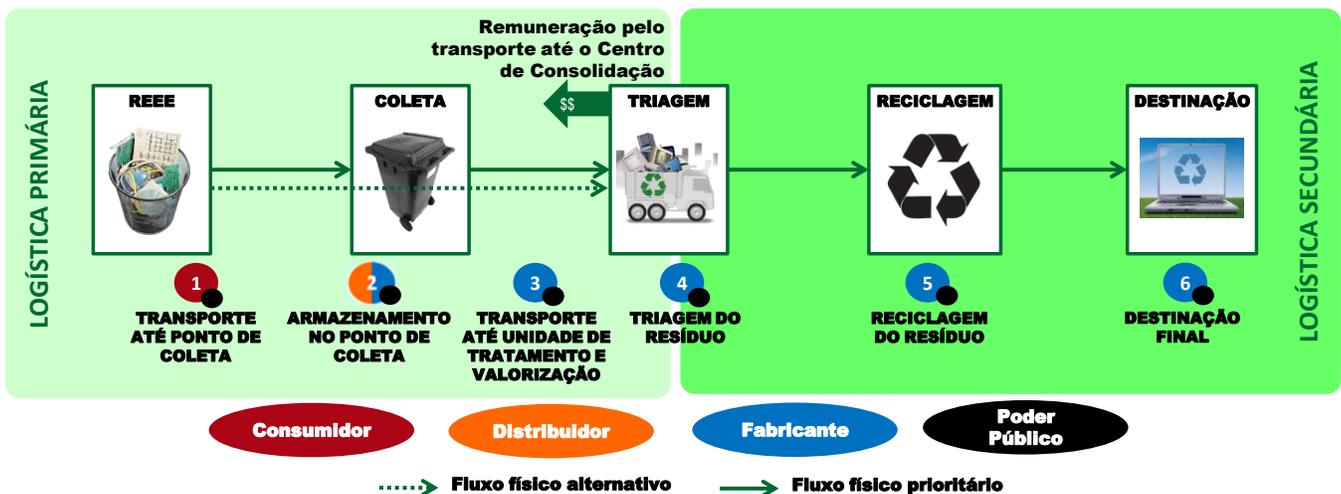


Figura 74 - Fluxograma de Operações para REEE em Portugal

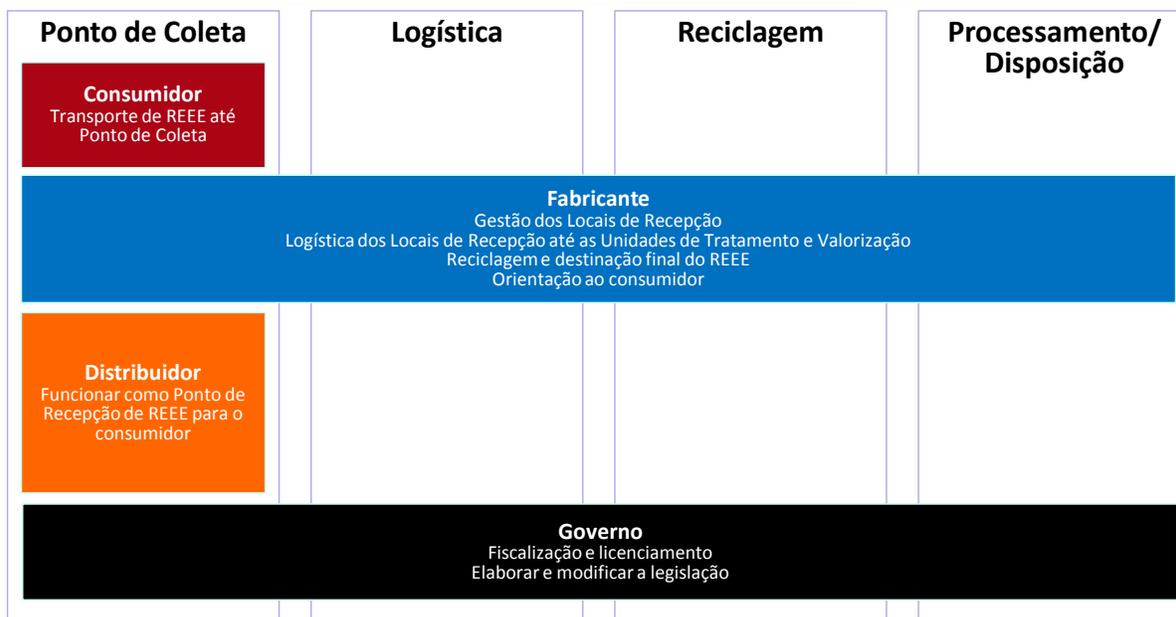


Figura 75 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE em Portugal

Estrutura

A rede de operadores da AMB3E possui 517 locais de recepção, divididos em 4 categorias: 98 Centros de Recepção, 218 Pontos de Recolha, 181 Pontos *Electrão* e 20 Pontos de Recepção (na distribuição). A triagem é realizada em 5 fluxos operacionais: grandes equipamentos, equipamentos de arrefecimento e refrigeração, equipamentos diversos, monitores e aparelhos de televisão (tubos de raios catódicos) e lâmpadas fluorescentes de descarga, de forma a efetuar um encaminhamento mais eficiente para valorização. Existem 21 unidades de tratamento e valorização (*UTVs*), que destinam o material interessante ao reuso, processam as 5 linhas de equipamentos e dão a correta destinação final ao REEE.

Logística

A logística envolve o transporte a partir dos locais de recepção até as *UTVs*.

Campanhas

A realização de campanhas de conscientização é legalmente definida como responsabilidade dos fabricantes. O Ponto *Electrão* (recipiente coletor) da gestora AMB3E é fruto de campanhas para a sociedade em geral. O Projeto Escola adotados pelas gestoras objetiva a formação do pensamento ambientalmente correto na nova geração. Além disso, as gestoras tem obrigação na promoção de projetos que estimulem PD&I, com o objetivo de melhorar o desempenho do sistema.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO	PONTOS NEGATIVOS DO MODELO
<p>Fabricantes podem transferir suas responsabilidades para gestoras.</p> <p>Locais de recepção muito próximos e acessíveis à população.</p> <p>Sem taxas para o consumidor.</p>	<p>Poucas gestoras no mercado, o que acarreta menor competitividade.</p>

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricante	Os fabricantes arcam com custos de coleta, transporte, reciclagem e destinação referentes aos produtos colocados no mercado.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante	A responsabilidade é dividida entre os fabricantes, de acordo com sua proporção de participação no mercado por tipo de equipamento.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas definidas pela legislação e pelas gestoras.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Legislador, regulamentador e fiscalizador.	O governo é responsável pelo licenciamento das gestoras, pela definição de metas e atualização da legislação.
Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	
Reuso no sistema de logística reversa	Viabilizado pelo sistema	No processo de triagem pode haver participação de ONGs que destinam materiais ao reuso.
Segregação do resíduo por marcas	Com segregação por marca	Cada fabricante deve dar a devida destinação para seus produtos. Cada gestora se responsabiliza pelos produtos de seus afiliados.
Determinação da responsabilidade	Individual	Os produtores se responsabilizam por prover a reciclagem e destinação final aos resíduos de seus produtos. Quando associados às gestoras, pagam taxas para reciclagem de seus produtos.
Modelo de competição	Competitivo	Existe competição entre gestoras.

APRENDIZADOS

- ✓ A responsabilidade dos fabricantes pode ser transferida para gestoras.
- ✓ Existem pontos de coleta muito acessíveis à população, o que aumenta a adesão.
- ✓ A triagem é feita em 5 linhas de produtos: grandes equipamentos, equipamentos de arrefecimento e refrigeração, equipamentos diversos, monitores e aparelhos de televisão (tubos de raios catódicos) e lâmpadas fluorescentes de descarga, de forma a efetuar um encaminhamento mais eficiente para valorização.

9.2.5 Modelo E: Responsabilidade Compartilhada no modelo Competitivo

a. REEE (Japão)

Em abril de 2001, o governo japonês instituiu a *Designated Household Appliance Recycling Law (DHARL)*, que regulariza o tratamento de REEE e define as obrigações das partes envolvidas sobre coleta, transporte e reciclagem. O foco é centralizado em quatro equipamentos: ar-condicionado, máquinas de lavar, refrigeradores e televisores, que unidos representam 80% do REEE e 2% do resíduo sólido produzido anualmente no Japão. Com operação sob a *DHARL*, foram criados dois grandes grupos de fabricantes: A e B, responsáveis por gerir a coleta, o transporte, a reciclagem e a destinação final do REEE. A meta é estipulada pela *DHARL* e varia de acordo com o equipamento, girando em torno de 60%.

Números de unidades recicladas (x1000)

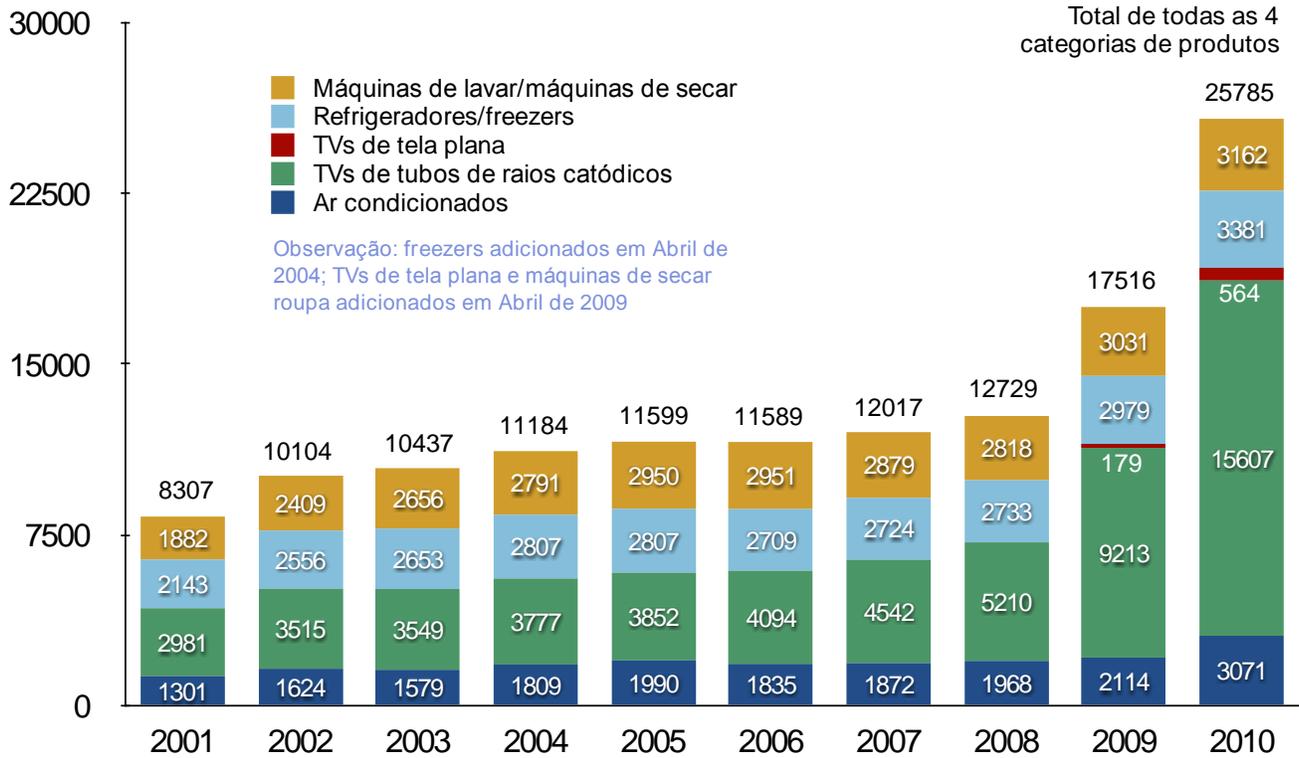
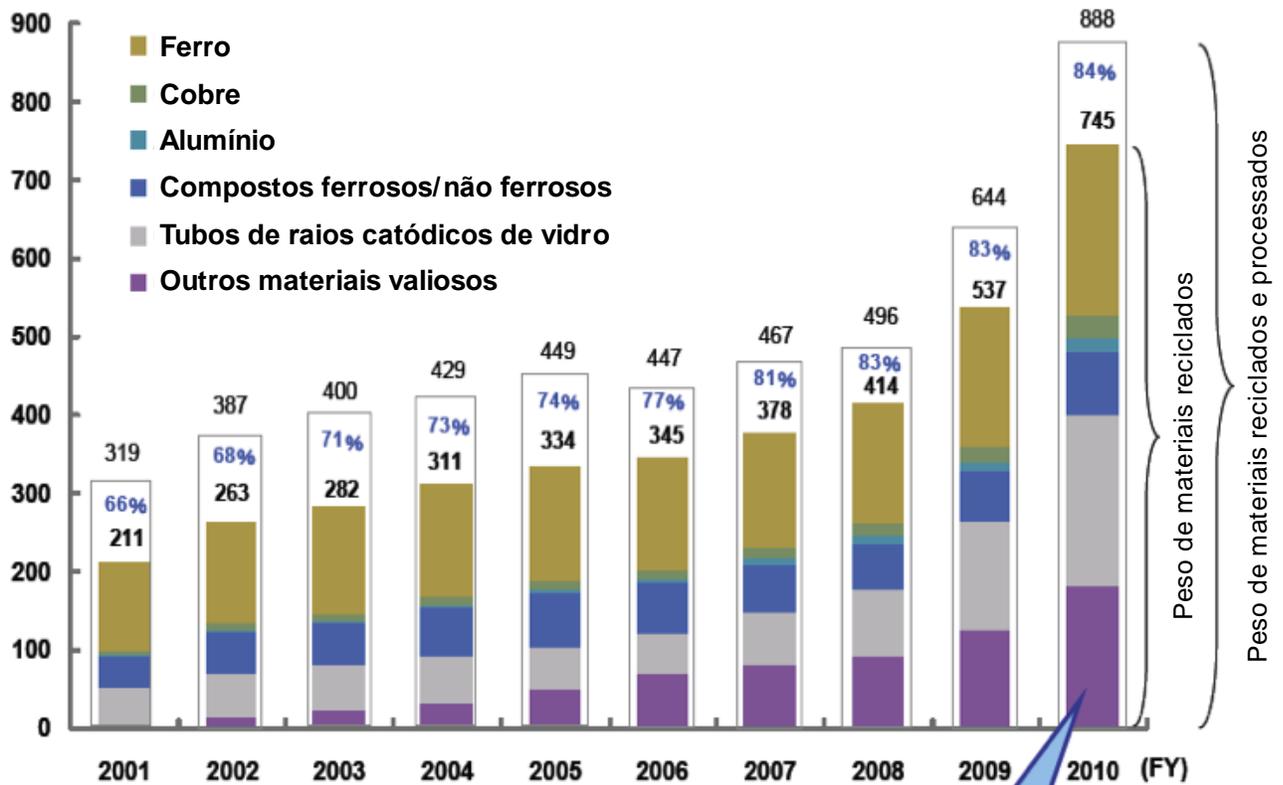


Figura 76 - Número de REEE reciclados por tipo de equipamento no Japão

(Fonte: Status of Japanese E-Waste Recycling, EcologyNet, H. Furukawa, 2012)

Peso em toneladas (x1000)



Plásticos representam a maioria da categoria de “outros materiais valiosos”. O peso dos plásticos reciclados cresceram aproximadamente em 26 vezes em 2010 (129.900 t) em comparação à 2001 (4.900 t).

Figura 77 - Taxa de Reciclagem por tipo de equipamento coletado no Japão, em peso.

(Fonte: Status of Japanese E-Waste Recycling, EcologyNet, H. Furukawa, 2012)

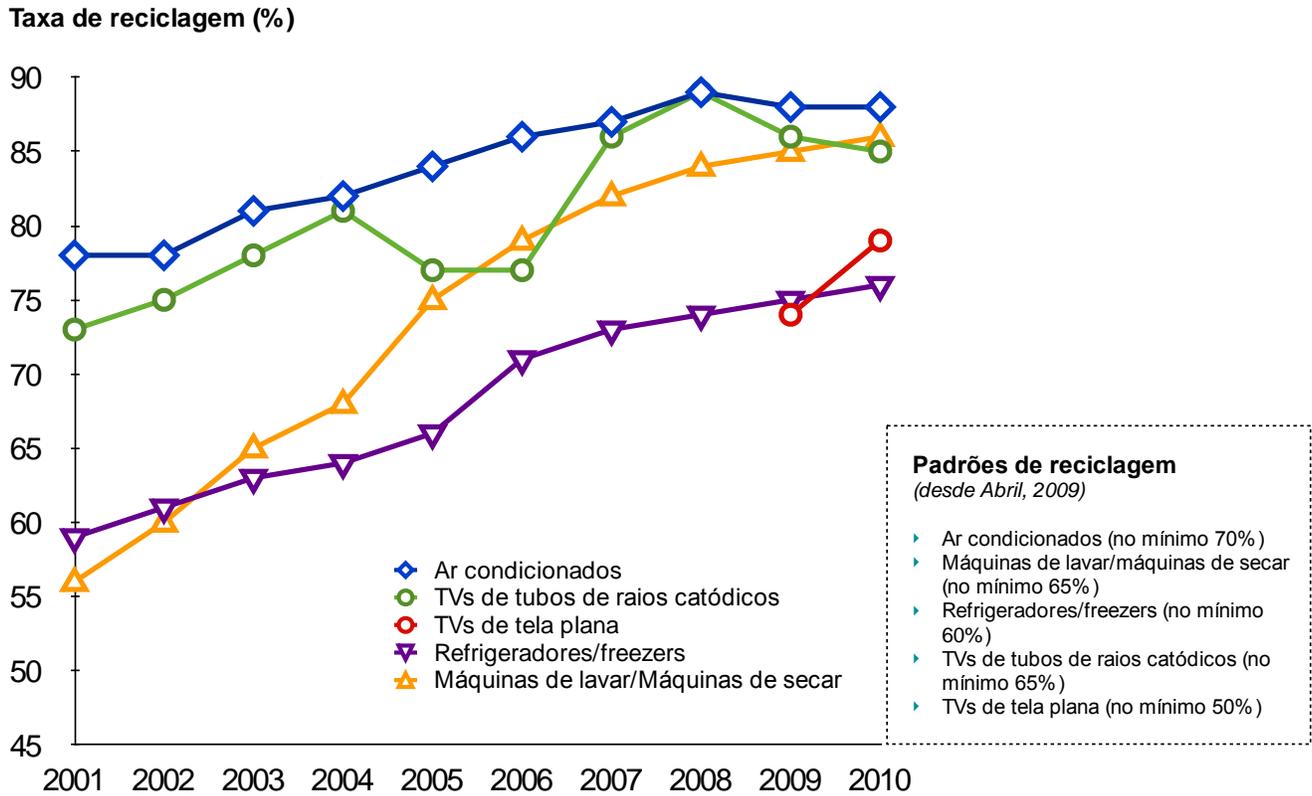


Figura 78 - Evolução das taxas de Reciclagem por tipo de equipamento no Japão

(Fonte: Status of Japanese E-Waste Recycling, EcologyNet, H. Furukawa, 2012)

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

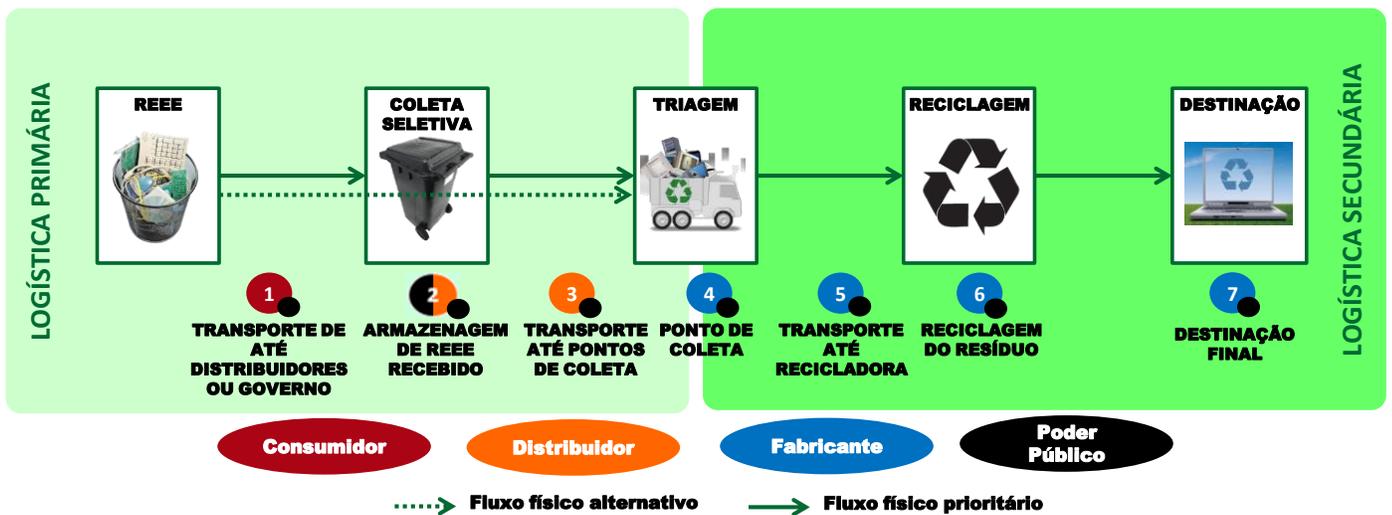


Figura 79 - Fluxograma de Operações para REEE no Japão

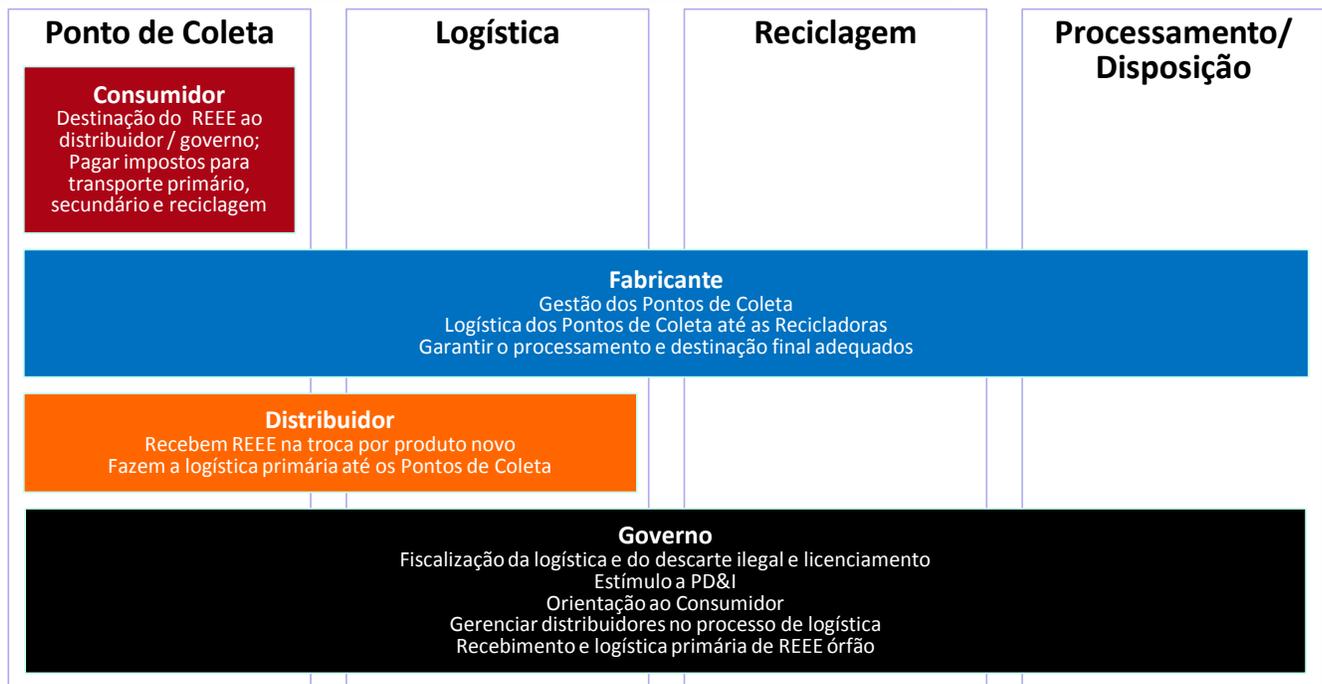


Figura 80 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE no Japão

Estrutura

A estrutura do sistema de logística reversa de REEE é dividida entre duas empresas que operam sob a *DHARL* e representam grupos distintos de fabricantes. O grupo A tem 23 empresas filiadas e o grupo B conta com 18 empresas. Os grupos são concorrentes. Ao todo são cerca de 380 pontos de coleta e 50 instalações de reciclagem.

Logística

O consumidor é obrigado por lei a levar seu REEE ao órgão público (produtos órfãos) ou distribuidor, de acordo com a marca. A logística primária (até os pontos de coleta) é feita pelo distribuidor e pelo órgão público, que recebem contribuição do consumidor. A logística secundária (do ponto de recebimento até as recicladoras) é de responsabilidade do fabricante, que também recebe contribuição do consumidor.

Campanhas

O governo e a *DHARL* são responsáveis pelas orientações aos consumidores para que cumpram com os seus papéis legais. O governo deve estimular e investir em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO	PONTOS NEGATIVOS DO MODELO
<p>Competição pela preferência do consumidor entre grupos A e B reduz os impostos.</p> <p>Responsabilidades compartilhadas.</p>	<p>Dependência da atuação do consumidor</p> <p>Redução das atividades de coletores e associações</p>

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Custo compartilhado	O consumidor paga impostos referentes a logística primária, secundária e reciclagem de acordo com o produto e o grupo (A ou B) ao qual se enquadra. Os fabricantes se responsabilizam pelo custo de processamento e destinação final.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Governo/ Fabricantes	Consumidor leva REEE órfãos para o governo. A logística até os pontos de coleta é realizada pelo governo. Fabricantes se responsabilizam pelo processamento.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de reciclagem	Metas definidas pela <i>DHARL</i>
Grau de responsabilidade do Poder Público	Operador	O governo se responsabiliza por receber REEE órfão e destiná-lo aos pontos de coleta. Estímulo ao <i>Ecodesign</i> . Campanhas para adesão de consumidores. Fiscalização do processo e de condutas ilegais.
Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	Apenas após triagem e separação dos materiais, os materiais contaminados ou perigosos são tratados como resíduo perigoso.
Reuso no sistema de logística reversa	Estimulado	Consumidor deve destinar o produto ao reuso se não for REEE.
Segregação do resíduo por marcas	Com segregação por marca	As empresas dos grupo A só gerem REEE do grupo A, e as do B os REEE do grupo B. Os fabricantes que não estão filiados aos grupos realizam a logística de seus produtos individualmente.
Determinação da responsabilidade	Individual	Os produtores devem retirar o REEE correspondente aos seus produtos dos pontos de coleta e encaminhar para a reciclagem e destinação final. O grupos tratam os resíduos dos fabricantes afiliados e os dividem por amostragem.
Modelo de competição	Competitivo	Dois grupos realizam a reciclagem e destinação final dos REEE.

APRENDIZADOS

- ✓ Custos podem ser repassados aos consumidores.

- ✓ A competição pela preferência reduz os custos do consumidor.
- ✓ O consumidor é responsável pela destinação ao reuso.

b. REEE (Áustria)

Na Áustria, a partir da criação da legislação para tratamento correto de resíduos eletroeletrônicos em 2005, a *Austrian Regulation on Waste Prevention, Collection and Treatment of WEEE (WEEE Ordinance)*, estabeleceu responsabilidades compartilhadas entre fabricantes, comerciantes e prefeituras na destinação correta dos resíduos eletroeletrônicos. Existe uma Câmara de Compensação controlada pelo Ministério do Meio Ambiente que garante competitividade entre as organizações gestoras através de condições justas, o que assegura que cada gestora está coletando de acordo com seu *market-share*. Quando não é coletado o bastante pela gestora, a Câmara de Compensação ordena que seja efetuada a coleta nos municípios mais caros. A Câmara é responsável por realizar contratos com sistemas de coleta e coordená-los através dos pontos de coleta municipais, garantindo o reporte da coleta e da reciclagem para o órgão público. O *market-share* deve ser estabelecido mensalmente para cálculo das taxas que os fabricantes e importadores são obrigados a pagar mensalmente, trimestralmente ou anualmente, de acordo com os produtos colocados no mercado austríaco.

Atualmente, existem 4 grandes gestoras que realizam a logística reversa de REEE no país: *UFH* (44% do *market-share* – 1240 afiliados), *ERA* (26%), *ERP* (19%) e *EVA* (11%). Todas são geridas por empresas privadas isoladas, ou associações de empresas. A *UFH WEEE (UmweltforumHaushalt)* foi fundada em 2005 pela *UFH Privatesitftung*, uma associada da Associação de Indústrias de Eletroeletrônico da Áustria (*Association of the Austrian Electrical and Electronics Industries – FEEI*). A *UFH* é dividida em duas vertentes: uma responsável pela destinação de resíduos eletroeletrônicos e outra pela destinação de lâmpadas e tem aprovação do *Austrian Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management (BMLFUW)*. O total de volume coletado pela *UFH* gira em torno de 70 mil toneladas/ano, o equivalente a aproximadamente 40% do volume de produtos colocados no mercado. A média é de 9,15Kg/habitante/ano. A *UFH* coletou 53,78% de grandes eletroeletrônicos, 66,22% de refrigeradores, 24% de monitores e telas e 13,16% de pequenos eletroeletrônicos. O custo anual é de aproximadamente 450.000 euros. Para pequenos produtores a *UFH* oferece uma opção de taxa fixa. As taxas cobradas dos fabricantes para a reciclagem variam de acordo com tipo e volume do REEE a ser reciclado. A tabela abaixo resume as taxas cobradas:

Tabela 28 - Comparação entre taxas cobradas aos fabricantes por gestoras na Áustria

Categories	Especificação Gestora ERA	Taxa ERA (USD/t)	Especificação Gestora UFH	Taxa UFH (USD/peça)
Grandes Eletrodomésticos	< 8 Kg	21,33	< 6 Kg	0,10
			6 a 30 Kg	0,25
			> 30 Kg	1,00
Refrigeradores		320,02	< 35 Kg	0,79
			> 35 Kg	13,05
Pequenos Eletrodomésticos		56,47	< 0,1 Kg	0,01
			0,1 a 0,5 Kg	0,02
			0,5 a 3 Kg	0,12
			> 3 Kg	0,56
Ecrãs	< 25 Kg	301,20	< 10 Kg	2,49
	> 25 Kg	207,07	10 a 25 Kg	7,65
			>25 Kg	12,06

(Fonte: www.ufh.at - 2011; Twinning BG/2007/EN/05 - 2010)

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

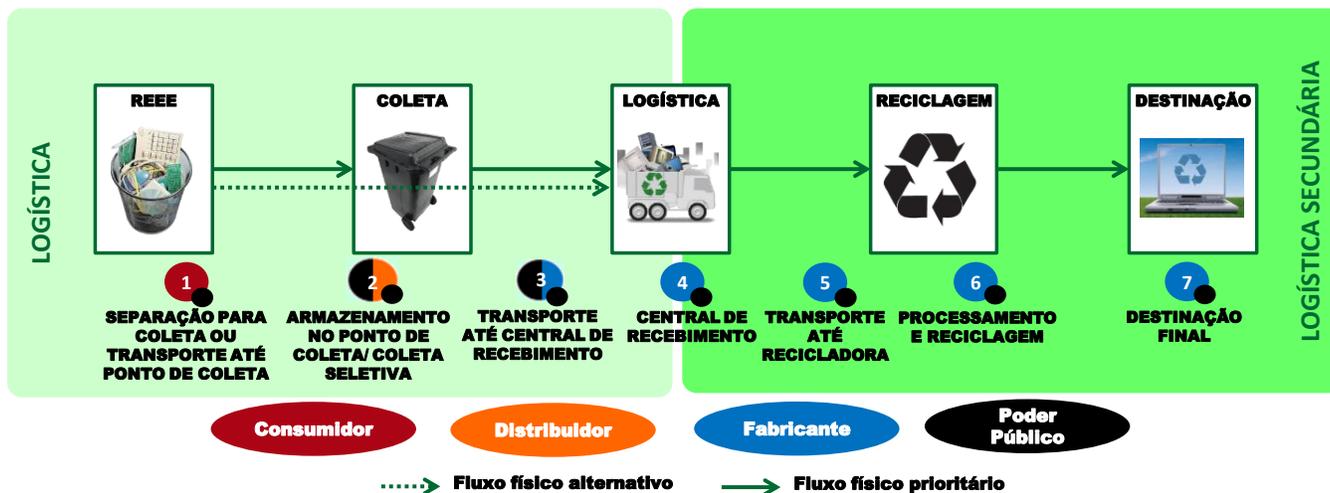


Figura 81 - Fluxograma de Operações para REEE na Áustria

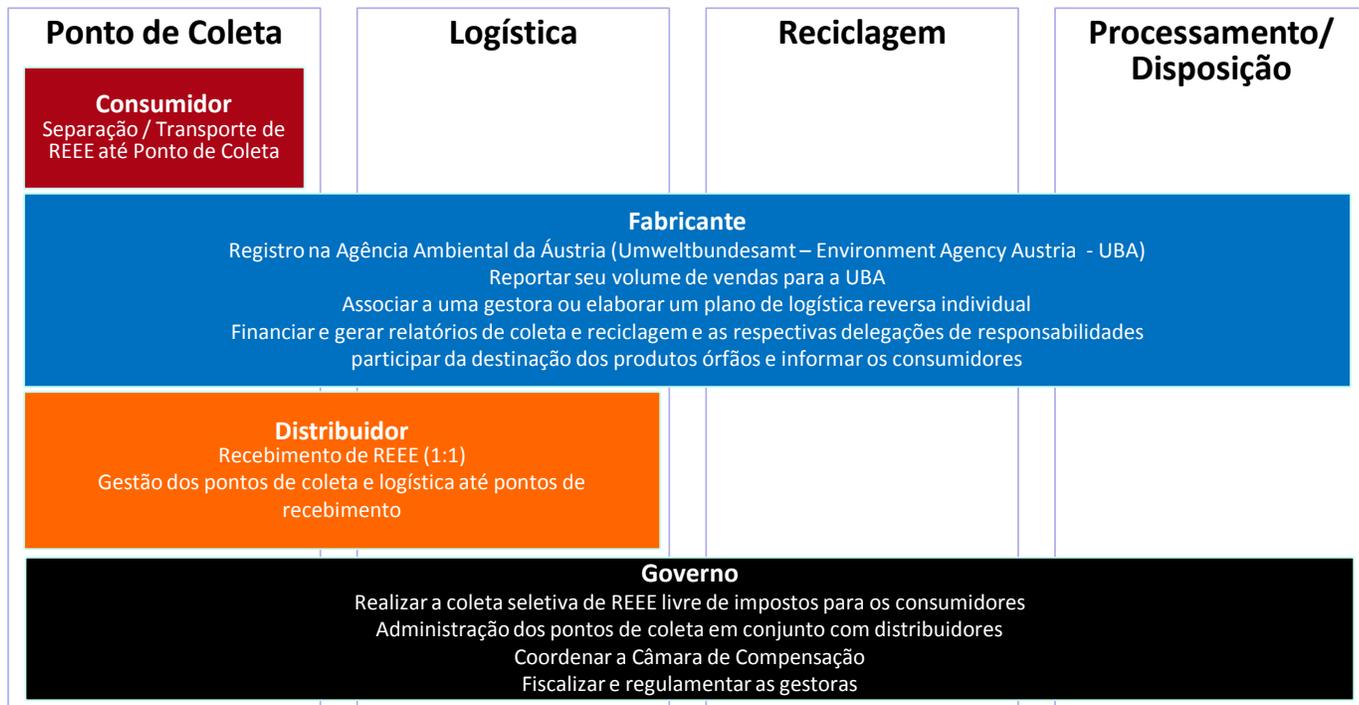


Figura 82 - Responsabilidades na Logística Reversa de REEE na Áustria

Estrutura

O REEE são divididos em 5 categorias determinadas pela legislação: grandes eletroeletrônicos, refrigeradores, pequenos eletroeletrônicos, monitores e televisores e lâmpadas.

A UFH possui mais de 2.000 pontos de recebimento e pelo menos 100 pontos de coleta regionais para cada gestora participante (1 por distrito), atualmente são em torno de 1.800 pontos regionais, sendo que estes podem estabelecer contratos com mais de uma empresa coletora. Os comerciantes são permitidos a transferir seu REEE armazenado para os pontos de coleta regionais, e a UFH oferece serviços de coleta nos distribuidores. Através de um *website*, os consumidores conseguem verificar quais são os pontos de coleta mais próximos de sua localização. O número de pontos de coleta para 10 mil habitantes muda de acordo com a região da Áustria e varia entre 1,4 e 3,4. A maior concentração é justificada pela presença de centros de coleta em pequenos municípios, mas que tem seu funcionamento apenas duas vezes na semana, enquanto que no local de menor concentração os pontos permanecem abertos durante um período maior.

O custo de infraestrutura para reciclar cada uma das linhas de EEE em 2009 era de aproximadamente 64 USD para refrigeradores, 35 USD para grande eletrodomésticos, 33 USD para pequenos eletrodomésticos e 58 USD para monitores e ecrãs (The WEEE System in Austria, H. Kolba, 2009).

Logística

A UFH possui 12 parceiros que efetuam a logística do sistema. Alguns são associações públicas, outros são empresas privadas. Esses parceiros devem prover pontos de coleta regionais em cada distrito da Áustria (100 no total para cada parceiro) e ficarem responsáveis por eles. Eles devem coletar os REEE dos pontos de coleta municipais e transportar para as empresas de tratamento dos resíduos. Existem 14 parceiros que provêm o tratamento de REEE.

Como muitas gestoras utilizam os mesmos pontos de coleta, o transporte até as centrais de recebimento é realizado pela Câmara de Compensação para evitar tráfegos paralelos. Para isso, as gestoras realizam acordos com a *Austrian Federal Associations for Waste Management*. Se não houver contratos, os pontos de coleta estão autorizados a enviar um pedido de retirada para a Câmara de Compensação, e esta retirada fica pendente no site da Câmara de Compensação por 24 horas, período no qual as gestoras podem se propor a realizar a coleta. Se não houver propostas, a ordem é direcionada para a gestora que tiver a maior obrigação de coleta no ponto de recebimento em questão.

Tabela 29 - Custos por etapa da cadeia de logística reversa por equipamento na Áustria

Etapa	Grandes Eletrodomésticos (27%)	Refrigeradores (20%)	Ecrãs (25%)	Pequenos Eletrodomésticos (27%)	Custo Médio (USD/t)
Coleta	43,93	67,77	65,26	43,92	55,22
Transporte e Estação de Transferência	112,95	125,50	175,70	138,05	138,05
Tratamento	87,85	188,25	200,80	87,85	141,19
Orientação ao consumidor	4,07	18,44	22,09	10,35	13,74
Despesas Gerais	8,57	38,74	46,38	21,75	28,86
Custo Total	257,37	438,74	510,28	301,95	377,09
Receita	-163,15	-12,55	0,00	-62,75	-59,61
Custo Final	94,23	426,20	510,28	239,20	317,48

(Fonte: CollectionScheme ERA, 2009)

Conversão 1,00 EUR = 1,255 USD

Os custos para a logística reversa de REEE industriais são mais baixos que os domésticos. Isso pode ser justificado pelo fato de não haver custos com infraestrutura, coleta (não há custo de transporte para a gestora do usuário gerador até a central de recebimento), e pelo fato da receita provinda dos materiais ser maior e o índice de reuso ser alto (o reuso normalmente traz receitas ao invés de custos).

Campanhas

A coleta móvel ocorre em pequenos municípios rurais que não possuem ponto de recebimento. Desde 2008, em Viena, uma coleta móvel foi introduzida em alguns distritos

como um serviço adicional. A análise mostrou uma baixa coleta relativa aos pontos fixos e um alto custo.

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Custos Compartilhados	As taxas são pagas pelos fabricantes de acordo com o peso por tipo de EEE colocado no mercado. O governo é responsável pelo estabelecimento de uma Câmara de Compensação que realiza contratos e fiscaliza as gestoras. Os comerciantes devem disponibilizar pontos de coleta. A logística até as centrais de recebimento é realizada pelas gestoras em conjunto com a Câmara de Compensação.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricante	Para produtos colocados no Mercado antes de 13 de agosto de 2005, deve se assegurado o seu tratamento pelos fabricantes que estão presentes no mercado. Os fabricantes estão autorizados a mostrar ao consumidor, através de <i>VisibleFee</i> , o custo adicional do produtos relacionado ao tratamento destes passivos.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento e reciclagem	Metas definidas pela legislação.
Grau de responsabilidade do Poder Público	Atuante	O governo é responsável pela criação da Câmara de Compensação, que deve dividir o <i>market-share</i> das gestoras e garantir uma competitividade justa. Também é cabível a fiscalização e a garantia de pontos de coleta para a população.
Tratamento do REEE	Resíduo não perigoso	
Reuso no sistema de logística reversa	Não estimulado	O reuso ocorre fora do sistema de logística reversa.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Cada gestora deve reportar as quantidades de produtos recebidos para definir seu próprio <i>market-share</i> . Os fabricantes devem contribuir financeiramente com a destinação final dos produtos que colocam no mercado de acordo com o peso por tipo de equipamento emitido em seu relatório de vendas.
Determinação da responsabilidade	Compartilhado	Todos os fabricantes atuam através de gestoras, as taxas são cobradas de acordo com a distribuição do <i>market-share</i> .
Modelo de competição	Competitivo	Existe competição entre gestoras, a Câmara de Compensação é responsável por garantir uma competição justa.

c. Lubrificantes (Brasil)

A logística reversa de óleos lubrificantes é realizada no país há 60 anos pela criação da Resolução CNP 06/63, e vem sendo aperfeiçoada com as Resoluções Normativas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (*ANP*), com as Portarias Interministeriais MMA/MME e com a Resolução Conama Nº 362/2005. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos prevê a responsabilidade das empresas envolvidas na fabricação, na importação, na distribuição e na comercialização de óleos lubrificantes embalados pela implementação da logística reversa: coleta de todo óleo lubrificante usado ou contaminado (*OLUC*), ou alternativamente, e correspondente custeio da coleta realizada, bem como sua destinação final de forma adequada. (Lei nº 12.305/2010). Foi criada a atividade industrial de Prestação de Serviço de Regeneração de óleo Mineral Isolante Usado, cujo exercício depende de autorização do Conselho Nacional do Petróleo, ao qual podem se associar empresas rerrefinadoras. Atualmente no Brasil existe o Sindicato Nacional da Indústria do Refino de Óleos Minerais, ao qual são associadas 7 empresas rerrefinadoras.

A Portaria Interministerial MME/MMA nº 464/2007 define as porcentagens a serem coletadas em cada região geográfica do Brasil (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste), até o ano de 2011. A meta para o Brasil é alcançar 35,9% de coleta do *OLUC* em 2011. A Portaria ainda define que as empresas são responsáveis pela coleta de todo *OLUC* de acordo com a sua participação percentual de mercado de óleo lubrificante acabado em relação à região geográfica onde é feito o comércio. As empresas devem no mínimo coletar o percentual definido para a região onde comercializam óleo lubrificantes acabados:

Ano	Regiões					Brasil (%)
	Nordeste (%)	Norte (%)	Centro-Oeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)	
2008	19	17	27	42	33	33,4
2009	21	20	29	42	34	34,2
2010	23	23	31	42	35	35
2011	25	24	31	42	35	35,9

Figura 83 - Porcentagens definidas para coleta de *OLUC* por região

(Fonte: Portaria Interministerial MME/MMA Nº 464/2007)

As figuras a seguir exemplificam as etapas aplicadas durante o processo de logística reversa e as responsabilidades de cada um dos atores do processo:

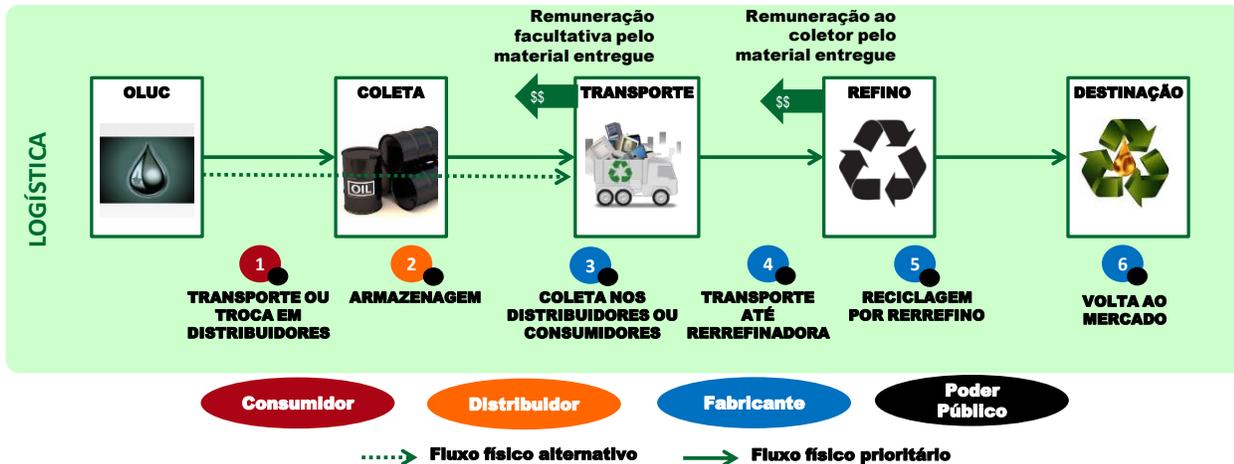


Figura 84 - Fluxograma de Operações para Óleo Lubrificante no Brasil

Ponto de Coleta	Logística	Reciclagem	Processamento/ Disposição
Consumidor Armazenar OLUC corretamente; Entregar OLUC ao distribuidor ou coletor			
Fabricante Coleta, logística e destinação final (refino) de todo óleo colocado no mercado; Orientar o consumidor			
Distribuidor Receber OLUC Ter instalações adequadas; Repassar OLUC para coletores autorizados; Manter documento de compra e coleta por 5 anos; Divulgar ao consumidor a Resolução CONAMA 362/2005; Manter licenciamento em local visível			
Governo Fiscalização da logística e do descarte ilegal e licenciamento Orientação ao Consumidor			

Figura 85 - Responsabilidades na Logística Reversa de Óleo Lubrificante no Brasil

Estrutura

Existem 34 centros de coleta licenciados, que atendem todas as regiões e 77% dos municípios brasileiros. São atendidas 364 cidades na região Centro-Oeste, 1.399 no

Nordeste, 82 no Norte, 1.471 no Sudeste e 1.012 no Sul. Para os municípios não atendidos, o revendedor deve armazenar temporariamente o resíduo e entrar em contato com um coletor autorizado e solicitar uma coleta especial. Existem 19 empresas autorizadas pela ANP a exercer a atividade de rerrefino de óleo lubrificante, das quais 7 estão associadas a SINDIRREFINO.

Logística

A logística é responsabilidade dos fabricantes, que a terceirizam para Coletores Autorizados. A coleta é feita nos pontos de coleta por veículos com capacidade de carga pequena, e nas indústrias, com o sistema de aproveitamento do frete de retorno.

PONTOS POSITIVOS DO MODELO	PONTOS NEGATIVOS DO MODELO
Estímulo à competitividade	Logística difícil pela distancia entre pontos de coleta e rerrefinadoras
Rerrefino tem alta eficiência e eficácia	Fiscalização ineficiente
Alto valor econômico do óleo recuperado	Alto índice de ilegalidade na destinação final
Reduz a necessidade de importação e exploração e supre a necessidade do mercado interno	Venda de óleo mineral em supermercados é prejudicial pois estes não realizam a coleta de <i>OLUC</i>
Isenção de ICMS nas operações com <i>OLUC</i>	Treinamento de coletores aumenta a complexidade do processo

Variável	Descrição	Opções consideradas
Fonte dos recursos para viabilização	Fabricantes	Os produtores e os importadores de óleo lubrificante acabado são responsáveis pela coleta de todo óleo lubrificante usado ou contaminado, ou alternativamente, pelo correspondente custeio da coleta efetivamente realizada, bem como sua destinação final de forma adequada.
Responsabilidade pelos produtos órfãos	Fabricantes	Produtos órfãos entram na cadeia de logística reversa.
Metas de recolhimento e reciclagem	Com meta de recolhimento	Metas definidas pela legislação, com cenário progressivo. Portaria Interministerial MMA/MME nº 1/1999
Grau de responsabilidade do Poder Público	Legislador, regulador e fiscalizador	O governo não se responsabiliza pela logística reversa. Incentivos fiscais: isenção de ICMS.
Tratamento da embalagem	Resíduo perigoso	O <i>OLUC</i> é considerado resíduo perigoso classe I, com características de periculosidade T (tóxico).
Reuso no sistema de logística reversa	Não estimulado	O <i>OLUC</i> não pode ter outro destino que não o rerrefino.
Segregação do resíduo por marcas	Sem segregação por marca	Todo o <i>OLUC</i> coletado é processado igualmente
Determinação da responsabilidade	Compartilhado	Os produtores se responsabilizam pelas suas participações no mercado de óleo lubrificante acabado. Os consumidores devem garantir a entrada do <i>OLUC</i> na logística reversa. Os distribuidores devem ter instalações adequadas para gerir o <i>OLUC</i> até a coleta. O governo atua na fiscalização do não cumprimento das responsabilidades.
Modelo de competição	Competitivo	Várias empresas podem realizar o serviço de coleta ou rerrefino mediante licenciamento.

APRENDIZADOS

- ✓ O governo pode estimular a logística reversa através de incentivos como a isenção de ICMS.
- ✓ A responsabilidade compartilhada e a fiscalização garantem o bom funcionamento da logística
- ✓ O alto valor do resíduo estimula a competitividade do setor.

9.3 Recicladoras de REEE mapeadas

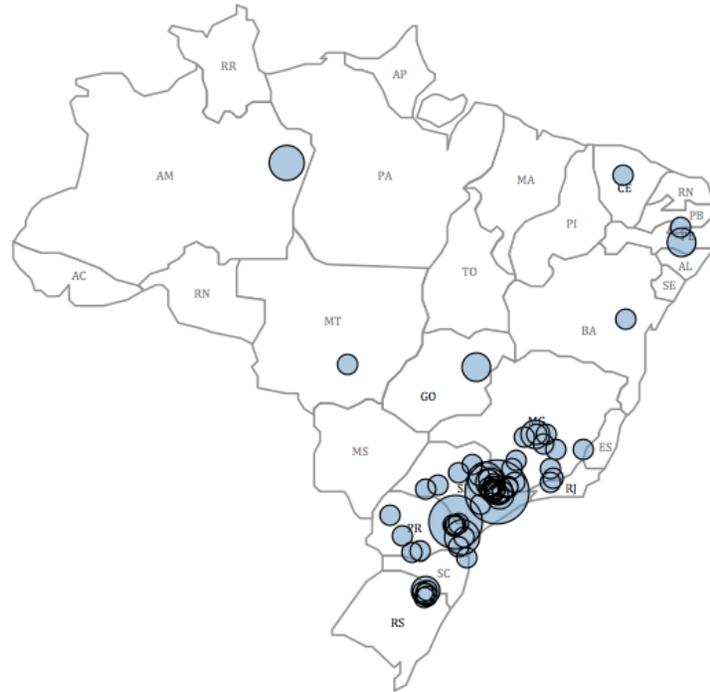


Figura 86 – Mapa com densidade de recicladoras de REEE (total = 94)

UF	MUNICÍPIO	NOME	HOME-PAGE
AM	Manaus	Essencis	http://www.essencis.com.br/
AM	Manaus	Lorene	http://www.lorene.com.br
AM	Manaus	Umicore	http://www.umicore.com.br/
BA	Simões Filho	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx

UF	MUNICÍPIO	NOME	HOME-PAGE
CE	Maracanaú	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
DF	Brasília	Metal Nobre Reciclagem	http://www.metalnobrereciclagem.com/index.php
DF	Brasília	DIOXL	http://agenciasebrae.com.br/noticia/12626903/ultimas-noticias/destino-certo-para-equipamentos-obsoleteos/
ES	Cachoeiro de Itapemirim	Silcon	http://www.silcon.com.br/
MG	Barão de Cocais	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
MG	Bernardo Monteiro	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
MG	Betim	Emile	http://www.emile.net.br/
MG	Betim	Essencis	http://www.essencis.com.br/
MG	Careaçu	Revert	http://www.revertbrasil.com.br/
MG	Contagem	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
MG	Divinópolis	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
MG	Ouro Branco	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
MG	Varginha	EcoBrasil	http://ecobrasil.net/ProdServ.php
MT	Cuiabá	Recyclart	http://www.recyclart.com.br/
PE	Recife	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
PE	Recife	Pernambuco Verde Reverso	http://www.pernambucoverde.com.br/
PR	Araucária	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
PR	Bandeirantes	Parcs Resíduos Eletrônicos	-
PR	Cascavel	Nova Cascavel Reciclagem	http://www.novacascavelreciclagem.com.br
PR	Curitiba	Coletrônicos Processadora de Resíduos Eletrônicos	http://www.coletronicos.com.br
PR	Curitiba	Essencis	http://www.essencis.com.br/
PR	Curitiba	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
PR	Curitiba	Lorene	http://www.lorene.com.br
PR	Curitiba	Luper	WWW.valedasucata.com.br
PR	Curitiba	PARCS	www.parcs.com.br/
PR	Curitiba	SNS SUCATA ELETRÔNICA	www.snscuritiba.com.br
PR	Fazenda Rio Grande	Hamaya do Brasil	
PR	Londrina	MNAK RECYCLE	http://www.mnakrecycle.com.br
PR	Pato Branco	WPA	http://www.wpaambiental.com.br/
PR	Piraquara	RWS	http://rwsmetais.com.br/index.php

UF	MUNICÍPIO	NOME	HOME-PAGE
PR	São José dos Pinhais	AMBICOM	http://www.ambicom.com.br
RJ	Magé	Essencis	http://www.essencis.com.br/
RJ	Rio de Janeiro	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
RJ	Três Rios	Ultra Polo	http://www.ultrapolo.com.br/
RS	Cachoeirinha	Trade Recycle Comércio e Gestão de Resíduos Ltda	
RS	Campo Bom	Otser	http://www.otser.com.br/
RS	Capela de Santana	Essencis	http://www.essencis.com.br/
RS	Charqueada	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
RS	Novo Hamburgo	Reverse	http://www.reversereciclagem.com.br/
RS	Porto Alegre	Microreciclado - Reciclagem de Materiais	http://www.microreciclado.xpg.com.br
RS	Porto Alegre	Peacock do Brasil Comércio de Plásticos Ltda	http://www.peacock.com.br
RS	Porto Alegre	Sarco-Reciclagem Digital	www.sarcoreciclagemdigital.com.br
RS	São Geraldo	IZN Recicle Brasil	http://www.izn.com.br
RS	Sapucaia do Sul	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
SC	Araquari	RECICLATRONIC-TECNOLOGIA EM RECICLAGEM LTDA	www.reciclatronic.com.br
SC	Blumenau	RECICLEAN Reciclagem de Aparelhos Eletrônicos	http://recicleanblumenau.webnode.com.br
SC	Concordia	RealTEC Reciclagem	http://www.realtecreciclagem.com.br
SC	Florianópolis	Cereel - Centro de Reciclagem de Eletroeletrônicos	http://www.campechereciclaiveis.com
SC	Joaçaba	Alpha Lixo Digital	http://www.alphalixodigital.com.br/
SC	Joinville	Ceretec	http://www.ceretec.com.br
SC	Joinville	Essencis	http://www.essencis.com.br/
SC	Joinville	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
SC	Joinville	RESET RECICLAGEM DE INFORMATICA	http://www.resetrecicla.com.br/
SP	Americana	Descarte Certo	https://www.descartecerto.com.br/
SP	Americana	TCG Brasil Reciclagem Ltda	www.tcgrecycling.com/portuguese/inicio.htm
SP	Americana	Umicore	http://www.umicore.com.br/
SP	Araçariгуama	Gerdau	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx

UF	MUNICÍPIO	NOME	HOME-PAGE
SP	Araraquara	Gerdaul	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
SP	Bauru	Eletrolixo	http://www.eletrolixo.rec.br/
SP	Cabreúva	Indústria Fox	http://www.industriafox.com.br
SP	Caieiras	Essencis	http://www.essencis.com.br/
SP	Campinas	Ambiente Standard	http://www.ambientestandard.com/
SP	Campinas	Cimelia	http://www.cimelia.com.br/
SP	Guarulhos	Ativa	http://www.ativareciclagem.com.br/
SP	Guarulhos	Umicore	http://www.umicore.com.br/
SP	Itapevi	Nova Ambiental	http://www.novaambiental.com.br/solucoes-ambientais.html
SP	Itatiba	Lixo Digital	http://www.lixodigital.com.br/empresa.html
SP	Jacareí	Techfive	http://techfive.net/
SP	Jundiaí	Gerdaul	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
SP	Juquiá	Silcon	http://www.silcon.com.br/
SP	Mauá	Silcon	http://www.silcon.com.br/
SP	Mauá	Vertas	http://www.vertas.com.br/
SP	Osasco	Ativo Digital	http://www.ativodigital.com/
SP	Paulínia	Estre - Oxil	http://www2.estre.com.br/
SP	Pindamonhangaba	Tecori	http://www.tecori.com.br/
SP	S. B. do Campo	Interamerican	http://www.interamerican.com.br/
SP	São Caetano do Sul	Gerdaul	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
SP	São Jose dos Campos	Gerdaul	http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-unidades-de-coleta-e-processamento.aspx
SP	São Paulo	Cedir	http://www.cedir.usp.br/
SP	São Paulo	COOPERAÇÃO	www.cooperacaoreciclagem.com.br
SP	São Paulo	Cooperativa RECICLA PIRITUBA	http://rmai.com.br/v4/Read/886/nucleos-de-tratamento-de-residuos-eletronicos-sao-inaugurados-em-sao-paulo.aspx
SP	São Paulo	COOPERMITI	Site : www.coopermiti.com.br
SP	São Paulo	Essencis	http://www.essencis.com.br/
SP	São Paulo	Lorene	http://www.lorene.com.br
SP	São Paulo	Reciclo Ambiental Consultoria e Serviços Ltda	www.recicloambiental.com
SP	São Paulo	Reciclo Metais	http://www.reciclometais.com.br/
SP	São Paulo	San Lien	http://www.sanlien.com.br/

UF	MUNICÍPIO	NOME	HOME-PAGE
SP	São Paulo	SIR Company	http://www.sircompany.com.br
SP	São Paulo	SIR Company	http://www.sircompany.com.br
SP	Suzano	Suzaquim	http://suzaquim.com.br/

9.4 Resumo de metas propostas para acompanhamento da evolução do sistema

Indicador	Forma de cálculo	Metas anuais					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Número de municípios cobertos pela rede de pontos fixos de descarte/recebimento	<i>Contagem dos municípios que têm 1 ou mais pontos fixos de descarte/recebimento, a partir das informações fornecidas pelas organizações gestoras.</i>	134	198	353	589	1.058	1.058
Número de pontos de recebimento/coleta	<i>Contagem dos pontos de descarte/recebimento a partir das informações fornecidas pelas organizações gestoras.</i>	1.071	1.746	2.774	4.224	5.730	5.967
% de REEE processado / recebido pelo sistema	<i>Comparativo das informações providas pelas organizações gestoras quanto ao volume coletado vs. Informações providas pelas recicladoras.</i>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
% de eficiência no processamento (REEE de pequeno porte)	<i>Medição dos dados providos pelas recicladoras quanto ao volume de REEE de pequeno porte que entraram para processamento vs. volume que saiu do processamento e não foi considerado rejeito.</i>	60%	66%	70%	73%	76%	77%
% de eficiência no processamento (REEE de grande porte)	<i>Medição dos dados providos pelas recicladoras quanto ao volume de REEE de grande porte que entraram para processamento vs. volume que saiu do processamento e não foi considerado rejeito.</i>	55%	59%	62%	64%	65%	66%
Potencial de geração REEE (em toneladas mil)	<i>Estimativa realizada ao longo do estudo e dever ser utilizado apenas como referência</i>	918,7	1.008,6	1.134,6	1.231,5	1.218,5	1.143,9
Volume esperado de adesão ao sistema (em toneladas mil)	<i>Estimativa realizada ao longo do estudo e dever ser utilizado apenas como referência</i>	304,2	368,0	452,1	516,4	537,6	583,4