UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ROBERTA DE AZEDIAS ALMEIDA

A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O SETOR DE TELEVISORES: UM PANORAMA A PARTIR DA PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR

JUIZ DE FORA
2017

ROBERTA DE AZEDIAS ALMEIDA

A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O SETOR DE TELEVISORES: UM PANORAMA A PARTIR DA PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Doutor, Bruno Milanez

JUIZ DE FORA

2017

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Almeida, Roberta de Azedias.
A política nacional de resíduos sólidos para o setor de televisores: um panorama a partir da perspectiva da economia circular / Roberta de Azedias Almeida. -- 2017.
87 f.

Orientador: Bruno Milanez
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2017.

1. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. 2. Economia Circular. 3. Eco-design. I. Milanez, Bruno, orient. II. Título.

ROBERTA DE AZEDIAS ALMEIDA

A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O SETOR DE TELEVISORES: UM PANORAMA A PARTIR DA PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Doutor, Bruno Milanez (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Mestre, Mariana Paes da Fonseca Maia

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Doutor, Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Bruno Milanez, que me orientou nesta monografia com toda dedicação, pelos ensinamentos, incentivo, paciência e pela confiança.

Aos professores Roberta Cavalcanti Pereira Nunes, Mariana Paes da Fonseca Maia e Eduardo Breviglieri Pereira de Castro, por terem contribuído e se interessado pelo meu trabalho, e aos demais professores que, durante os anos de graduação, tanto me ensinaram.

Agradeço à minha família, por todo o suporte e amor, e aos amigos, pelo apoio e companheirismo.

Sou grata à Deus pela família e amigos que tenho, e não posso deixar de agradece-Lo por mais essa conquista.

RESUMO

O modelo atual de consumo, pautado em um sistema linear de extração de recursos naturais, fabricação e uso de produtos e seu posterior descarte, tem trazido graves consequências, tanto no âmbito ecológico quanto econômico, com a eminência da escassez de recursos naturais e os problemas ambientais gerados pela disposição inadequada de resíduos. Com o intuito de mudar esse padrão de produção e consumo, surge a proposta de Economia Circular (EC), que busca, desde a fase de projeto do produto, eliminar desperdícios e a geração de resíduos, ao estabelecer a circularidade no uso de materiais e energia. O presente estudo tem como objetivo avaliar até que ponto o desenho de programas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) para os setores de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), tendo o setor de TVs como referencial, podem ser associados aos princípios da EC, incluindo a análise da viabilidade de incorporar contribuições do modelo à política brasileira. Através de pesquisa realizada com empresas fabricantes de TVs, foi possível perceber que os sistemas de logística reversa ainda não foram inteiramente implementados pelas mesmas e que estas ainda encontram alguns desafios para tal implementação, principalmente quanto aos custos de coleta e tratamento dos REEE e taxação sobre mercadoria transportada interestadualmente. Além disso, apesar da PNRS indicar o estímulo aos estudos para atingir o *eco-design* do produto, não foi encontrada nenhuma medida concreta nesse sentido. A EC circular, se mostra com alto potencial de contribuição para as políticas de resíduos. No entanto, é essencial considerar a capacidade tecnológica do Brasil antes de incorporar políticas estrangeiras em seu sistema, tendo em vista que a realidade socioeconômica brasileira é bem diferente da dos países ricos.

Palavras-chave: Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Economia Circular, *Eco-design.*

ABSTRACT

The current model of consumption, based on a linear system of extraction of natural resources, manufacture and use of products and their subsequent disposal, has brought serious consequences, both ecologically and economically, with the eminence of scarcity of natural resources and problems generated by inadequate waste disposal. In order to change this pattern of production and consumption, the Circular Economy (CE) proposal emerges, which seeks, from the product design phase, to eliminate wastage and waste generation, by establishing circularity in the use of materials and energy. The present study aims to evaluate the extent to which the design of the National Solid Waste Policy (NSWP) programs for the sectors of waste electrical and electronic equipment (WEEE), having the TV sector as reference, can be associated to the principles of CE , including the feasibility analysis of incorporating contributions of the model to the Brazilian policy. Through research carried out with TV manufacturers, it was possible to realize that reverse logistic systems have not yet been fully implemented by them and that they still encounter some challenges for such implementation, mainly regarding the costs of collecting and treating WEEE and taxation on goods transported between states. In addition, although the NSWP indicated the encouragement of studies to achieve product eco-design, no concrete action was found in this regard. The CE shows to have a high potential for contribution to waste policies. However, it is essential to consider Brazil's technological capacity before incorporating foreign policies into its system, given that the Brazilian socio-economic reality is very different from that of rich countries.

Keywords: Waste Electrical and Electronic Equipment, Circular Economy, Eco-design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama da Economia Circular 30
Figura 2 - Principais impactos da PNRS para as distintas partes relacionadas 48
Figura 3 - Fluxo dos materiais definidos pela PNRS 51
Figura 4 – Inserção de eletroeletrônicos da linha marrom no mercado nacional 61
Figura 5 – Nº de recicladoras de REEE atuantes no Brasil por estado. 71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Benefícios da Economia Circular 37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Importações da linha marrom por produto em 2013.....56
Gráfico 2 - Exportações da linha marrom, por produto em 2013.....57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Domicílios brasileiros com televisão 55
Tabela 2 - Exportação e Importação de TVs 57
Tabela 3 - Faturamento Anual de TVs 58
Tabela 4 - Quantidade Anual de TVs Produzidas 58
Tabela 5 - Quantidade Anual de TVs Vendidas 58
Tabela 6 - Distribuição dos domicílios com televisão, segundo o tipo de televisão .. 60
Tabela 7 - Composição dos Monitores CRT 62
Tabela 8 - Composição das TVs 63
Tabela 9 - Taxas mínimas para coleta seletiva de REEE 66
Tabela 10 – Modelagem sugerida para a LR dos REEE no Brasil 69

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABREE - Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos

CEDIR - Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática

Conama - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CRT - Cathode Ray Tubes = Tubos de Raios Catódicos

EC – Economia Circular

EEE – Equipamentos Eletroeletrônicos

EMF – Ellen MacArthur Foundation

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.

FPRC - Fundació Catalana per a la Prevenció de Residus i el Consum Responsable

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDIC - Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior

MMA - Ministério do Meio-Ambiente

LCD - Liquid Crystal Display = Tela de Cristal Líquido

LED – Light Emitting Diode = Diodo Emissor de Luz

LR – Logística Reversa

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development

PCI – Placas de Circuito Impresso

PNRS - Política Nacional De Resíduos Sólidos

REEE - Resíduos De Equipamentos Eletroeletrônicos

REP – Responsabilidade Estendida do Produtor

RS – Resíduos Sólidos

RSA – Royal Society of Arts

WRAP – Waste and Resources Action Programme

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 16
1.2 JUSTIFICATIVA 18
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 19
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 19
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 20

2. ASPECTOS CONCEITUAIS E HISTÓRICOS 22

2.1 RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR 23
2.1.1 CONCEITOS DA RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR 23
2.1.2 INSTRUMENTOS DA REP 24
2.1.3 PAPÉIS E RESPONSABILIDADES 26
2.2 ECONOMIA CIRCULAR 29
2.2.1 DEFINIÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR 29
2.2.2 PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR 31
2.2.3 FONTES DE CRIAÇÃO DE VALOR 32
2.2.4 BENEFÍCIOS E OPORTUNIDADES DA EC 34
2.3 RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR E A ECONOMIA CIRCULAR 38
2.3.1 MUDANÇAS NECESSÁRIAS NA REP 39

3. EXPERIÊNCIAS NO BRASIL 42

3.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES 42
3.2 INICIATIVAS DE REP NO BRASIL 42
3.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 46
3.3.1 ALGUNS PRINCÍPIOS E INSTRUMENTOS DA PNRS 47
3.4 REP E A PNRS 52

4. PANORAMA DOS TELEVISORES 55

4.1 O SETOR DE TELEVISORES 55
4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS TELEVISORES 61
4.3 RECICLAGEM DOS TELEVISORES 64

5. POLÍTICAS DE REEE EM OUTROS PAÍSES 65

6. LOGÍSTICA REVERSA DE EEE NO BRASIL 68

6.1 SISTEMA PROPOSTO 68
6.2 CONSULTA ÀS EMPRESAS 71

7. CONCLUSÕES 76

REFERÊNCIAS 80

ANEXO A – QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS EMPRESAS 86

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Desde o início da industrialização, a nossa economia se baseia num modelo linear de consumo de recursos que segue um padrão de "extração – fabricação – uso – descarte". A premissa deste modelo é que “as empresas extraem materiais, aplicam energia a eles para fabricar um produto e vendem o produto a um consumidor, que o descarta quando não funciona ou não tem mais utilidade a ele” (EMF, 2013, p.15). Esta tendência é verificada nas previsões de consumo global de recursos naturais para 2020, onde estima-se um consumo de 82 bilhões de toneladas/ano de recursos, comparado a 40 bilhões em 1980 (RIBEIRO, KRUGLIANSKAS, 2014).

Este modelo de produção linear incorre em perdas desnecessárias de recursos de várias maneiras, provenientes das várias etapas dos ciclos de vida dos produtos. A Royal Society of Arts (RSA, 2014) estima que, genericamente, 90% dos materiais extraídos do meio ambiente se tonam resíduos antes mesmo dos produtos chegarem ao mercado, uma vez que em muitos casos os recursos não conseguem ser incorporados aos produtos e assim não agregam valor. Quanto à geração de resíduos pós-consumo, estima-se que aproximadamente 80% do conteúdo material dos bens é descartado em menos de seis meses, sejam as embalagens, sejam os próprios produtos após sua vida útil (RIBEIRO, KRUGLIANSKAS, 2014). Para a maioria dos materiais, as taxas de reciclagem são bastante baixas em comparação com as taxas de fabricação primária. Cerca de 65 bilhões de toneladas de matérias-primas entraram no sistema econômico global em 2010, e, mesmo na Europa, apenas 40% dos 2,7 bilhões de toneladas de resíduos gerados, foram reutilizados, reciclados ou compostados. Outra perda encontrada no modelo linear é a de energia, onde um produto que é eliminado em aterro tem toda a sua energia residual perdida. A incineração ou reciclagem de produtos descartados recupera uma pequena parte dessa energia, enquanto que a reutilização economiza significativamente mais energia (EMF, 2013).

Além dos problemas ecológicos, o sistema linear também pode resultar em preços de recursos mais altos e aumento nos níveis de volatilidade. Com três bilhões de novos consumidores de classe média esperados para entrar no mercado em 2030, estes riscos tendem a se manter (EMF, 2013). No Brasil, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento

Básico divulgados pelo IBGE em 2008, 73,3% dos municípios descartam os resíduos diretamente em lixões. Além disso, o destino final de 20,9% dos resíduos domésticos é desconhecido, assumindo que cerca de 51,9% destes são depositados em aterros sanitários, 23,1% são descartados em lixões, 4,1% vão para a compostagem e menos de 0,1% é incinerado, sendo a taxa de reciclagem de 1,5% (IBGE, 2008 apud TRENTINELLA, 2014). Com o objetivo de melhorar este cenário e fomentar a reciclagem, foi promulgada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que reúne um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações a serem adotadas pelo setor público a nível federal, estadual, municipal ou por particulares, tendo como base a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (RS). Dessa forma, aos governos, iniciativa privada e população cabe a função de retornar os produtos às indústrias após o consumo e o poder público é obrigado a realizar planos para o gerenciamento dos RS (INVETTA, 2012).

A PNRS adotou o princípio de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) como base para sua elaboração. A REP é uma abordagem política em que os produtores assumem responsabilidades financeiras e / ou físicas para o tratamento ou eliminação de seus produtos ao final de sua vida útil. Este modelo visa proporcionar incentivos para evitar desperdícios na fonte, onde os produtos deveriam, desde sua fase de projeto, serem pensados de forma ambientalmente correta, além de apoiar a realização de metas públicas de reciclagem e gerenciamento de materiais (OECD, 2001).

Na eminência dos riscos ambientais e econômicos apresentados e de algumas falhas encontradas no modelo REP, principalmente em promover o *design* ecologicamente correto dos produtos, surge, como uma evolução dos sistemas de REP, a proposta da Economia Circular (EC), conceito ainda pouco discutido no Brasil.

Uma economia circular baseia-se na partilha, *leasing* (aluguel), reutilização, reparação, renovação e reciclagem, num circuito (quase) fechado, onde os produtos e seus materiais são altamente valorizados, transformando o que é considerado rejeito em matéria-prima para o próximo sistema, o que implica reduzir os resíduos a um nível mínimo possível (BOURGUIGNON, 2016a; EMF, 2015). Aqui, o foco é no desenvolvimento de processos e produtos projetados especificamente para não poluir e para um uso mais racional dos recursos naturais, por meio da redução do consumo ou sua recuperação, por meio do reuso, reforma, remanufatura ou reciclagem (EMF, 2013).

1.2 JUSTIFICATIVA

O Brasil possui ainda grande potencial para expansão do consumo do mercado interno e, ao mesmo tempo, vem enfrentando historicamente dificuldades na expansão dos programas de coleta seletiva e reciclagem. Dentro desse contexto, foi proposta a PNRS, que é calcada nos conceitos de REP. A medida em que a proposta de REP nos países centrais migrou para a EC, mostra-se pertinente realizar uma avaliação da implementação da PNRS à luz da REP para se verificar quão atualizados esses instrumentos estão. Tal avaliação se mostra ainda mais pertinente para segmentos em elevada expansão de consumo e grandes impactos ambientais, como equipamentos eletroeletrônicos (EEE).

A indústria de eletroeletrônicos, devido à alta competitividade do mercado, tem a prática de lançar frequentemente novos produtos com suas tecnologias, *design* e funcionalidades incrementadas, tendo como consequência a diminuição da vida útil média dos seus produtos. É comum, por exemplo, um consumidor adquirir um novo telefone celular, mesmo que o seu aparelho atual esteja em pleno funcionamento. O consumo dos EEE é um dos que mais cresce no Brasil, devido a incentivos ao crédito, isenções tributárias e com o aumento do poder de compra das classes C e D, que permitiu que milhões de famílias pudessem adquirir produtos que anteriormente não tinham condições de comprar. A estimativa de volume de geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) no Brasil é de 1.249,41 milhares de toneladas em 2020 (INVENTTA, 2012).

Além disso, devido a algumas características próprias dos REEE, estes exigem uma atenção específica, pois alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados, como alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros, elementos potencialmente tóxicos, que podem trazer riscos tanto para quem os manipula, quanto para o meio-ambiente (INVENTTA, 2012). O setor de televisores em particular, devido ao desligamento do sinal analógico, juntamente com a substituição das TVs de tubo pelas novas tecnologias LCD e LED, o que leva à obsolescência deste primeiro produto, traz preocupações quanto ao seu descarte inadequado, visto a grande concentração de materiais tóxicos como chumbo, fósforo, cádmio e o mercúrio em sua composição e os problemas ambientais e à saúde que estes podem causar (DO NASCIMENTO et al, 2010). Devido às constantes inovações nos EEE e o encurtamento de sua vida útil, modelos mais atuais como os televisores LCD, também já estão sendo descartados, estes também possuem materiais

tóxicos em sua composição, como o arsênio e o mercúrio, além disso, ainda não foram desenvolvidas técnicas de reciclagem para todas as partes e componentes dos novos modelos de TVs, trazendo novos desafios para o setor (ECYCLE, 2013a). A preocupação a respeito do descarte inadequado dos aparelhos de TV se agrava principalmente, por ser frequente consumidores depositarem esse tipo de material junto ao resíduo comum, devido à falta de estrutura adequada de coleta e de informação (INVENTTA, 2012).

O conceito de Economia Circular tem sido amplamente discutido e difundido na Europa, sendo a base da revisão da Diretiva de Resíduos apresentada pela Comissão Europeia em dezembro de 2015, até então baseada no sistema REP, tendo em vista que promete trazer inovações e cobrir falhas do primeiro modelo.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O objeto de investigação deste trabalho foi responder a seguinte pergunta principal: “Até que ponto os programas da PNRS para Equipamentos Eletroeletrônicos, estão embasados aos princípios do modelo de Economia Circular? ”. Para responder essa pergunta, o estudo se propôs a responder as seguintes perguntas secundárias:

- “Como se deu as experiências com o modelo de REP no Brasil? ”
- “Como os conceitos de REP e EC se relacionam? ”
- “Quais princípios e práticas da EC seriam potenciais de contribuição na modernização da PNRS? ”

Para garantir a viabilidade da pesquisa foi necessária a escolha de um setor em particular; sendo assim, o estudo tem o setor de televisores como referencial.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo principal do presente trabalho é avaliar até que ponto o desenho de programas da Política Nacional de Resíduos Sólidos pode ser associado aos princípios da Economia Circular.

Para tanto, é necessário entender as origens da PNRS e, portanto, conceituar o sistema REP, modelo no qual a lei brasileira se baseia. Assim como analisar algumas

experiências de REP no Brasil, antes mesmo da promulgação da PNRS. Um outro ponto da pesquisa é relacionar os conceitos de REP e EC, mostrando que o segundo é uma evolução do primeiro e que pode, portanto, trazer benefícios a lei de resíduos do país. Por fim, avaliou-se como os princípios da REP e da EC estão incorporados nos programas e políticas desenvolvidas para os setores de REEE, através de análise em particular do setor de televisores.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo foi fundamentalmente por intermédio de revisão bibliográfica e análise documental, que conceitua termos fundamentais para o trabalho, como: REP, EC, a relação entre a REP e EC, a PNRS e as iniciativas de REP no Brasil.

O trabalho se desenvolveu através de uma pesquisa qualitativa descritiva aplicada, dedicada a análise do plano setorial de REEE e consulta às empresas fabricantes de TVs e recicladoras de EEE, através de questionários, onde, das seis empresas recicladoras contatas, apenas uma respondeu e das sete fabricantes, apenas 2. O questionário foi elaborado a fim de conhecer suas práticas sustentáveis de produção, logística reversa e tratamento/destinação final dos aparelhos, em comparação com princípios e práticas da EC, incluindo a análise da viabilidade de incorporar contribuições do modelo europeu à política brasileira.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1 contém a introdução sobre o tema, contextualizando o problema da pesquisa e a justificativa para o estudo, além dos objetivos do trabalho e a metodologia utilizada para o desenvolvimento do mesmo, assim como o cronograma em que se seguiu.

O Capítulo 2 traz uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos citados no trabalho, como REP, EC e a relação entre os dois sistemas.

O terceiro capítulo é dedicado as experiências de REP no Brasil, a PNRS e como ela se relaciona com os sistemas REP.

Em seguida, no capítulo 4, é apresentado um panorama sobre o setor de televisores, abordando o mercado de TVs, o potencial de geração de resíduos, a composição dos aparelhos e seus impactos ambientais e à saúde humana e seus sistemas de reciclagem.

No capítulo 5 são abordadas experiências de políticas para REEE em outros países, enquanto que no sexto capítulo são apresentados os programas e políticas desenvolvidas para o setor de REEE no Brasil, além da consulta realizada às empresas fabricantes de TVs.

Por fim, no capítulo 7, há uma discussão sobre como os princípios da REP e da EC estão incorporados nos programas da PNRS para o setor de televisores e são avaliados potenciais de melhorias para a política brasileira.

2. ASPECTOS CONCEITUAIS E HISTÓRICOS

Um dos principais pilares das políticas de gestão de resíduos nas últimas duas décadas na Europa foi o preceito de Responsabilidade Estendida do Produtor (FPRC, 2015). Um relatório da OECD de 2016 citado por BOURGUIGNON (2016b) observa que, embora os sistemas REP tenham conseguido introduzir e financiar parcialmente a coleta seletiva de alguns fluxos de resíduos, ajudando a reduzir o aterro sanitário e a aumentar a reciclagem, ao analisar o desempenho dos atuais sistemas REP na Europa, verifica-se que ainda existe uma margem substancial de melhoria nas taxas de coleta e tratamento. Além disso, eles não obtiveram sucesso na promoção do *design* ecológico (BOURGUIGNON, 2016b; ZERO WASTE EUROPE, 2017).

Neste cenário, surgiu a necessidade de rever a atual abordagem da REP, introduzindo na política conceitos de Economia Circular. Como parte de uma mudança para uma Economia Circular, a Comissão Europeia apresentou, em 2 de Dezembro de 2015, um novo pacote de EC, que estabelece uma série de ações e quatro propostas legislativas que introduzem novos objetivos de gestão de resíduos em relação a reutilização, reciclagem e aterro, reforço das disposições sobre prevenção de resíduos e responsabilidade estendida do produtor e racionalização de definições, obrigações de relatórios e métodos de cálculo para as metas (BOURGUIGNON, 2016b).

A discussão europeia em torno da EC traz um ponto de vista mais moderno ao debate sobre a gestão dos RS, tratando-os como fonte de recursos, além de uma perspectiva de ação efetiva, por meio da criação de novos requisitos de projeto para produtos e sistemas. Mostra-se, portanto, como um enorme potencial de modernizar as políticas de resíduos (RIBEIRO, KRUGLIANSKAS, 2014).

O Brasil também adotou o conceito de REP em suas legislações, sendo este a base para a formulação da PNRS aprovada em 2010 (MASSOTE; DEMAJOROVIC; MORAES, 2015). Portanto, é válido analisar os princípios e diretrizes da EC também para a modernização da política de resíduos brasileira.

2.1 RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR

2.1.1 CONCEITOS DA RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR

Em meados da década de 1990 na Europa, aproximadamente 64% dos resíduos municipais eram destinados a aterros, 18% para incineração e apenas os outros 18% iam para reciclagem. Ao mesmo tempo, houve aumento na dificuldade de implantação de novos locais de eliminação de resíduos, as regulamentações sobre aterros e incineradores se tornaram mais restritivas e o custo da gestão de resíduos aumentou. Diante deste cenário e do aumento do desperdício, muitos governos revisaram as suas políticas ambientais e perceberam a necessidade de aplicar novos instrumentos para resolver tais problemas, principalmente a de transferir a responsabilidade pela fase pós-consumo de alguns produtos para os produtores. Assim, começava a se desenvolver o conceito de Responsabilidade Estendida do Produtor na Europa (OECD, 2001). Há registros relacionados com este conceito datados das décadas de 1970 e 1980, que expressaram a necessidade de inclusão de fabricantes no processo de desenvolvimento de soluções para resíduos pós-consumo (LINDHQVIST, 2000). No entanto, o conceito de REP só foi formalmente apresentado na década de 1990 na Europa Ocidental, motivado pela incapacidade das políticas ambientais tradicionais em lidar com a crescente problemática dos resíduos sólidos (MILANEZ, BUHRS, 2008). A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) define a REP como “uma abordagem de política ambiental na qual a responsabilidade do produtor, física e / ou financeira, por um produto é estendida ao estágio pós-consumo do ciclo de vida de um produto” (OECD, 2001, p.18).

Uma outra definição para esta política seria:

> “REP é o conceito de que os fabricantes e importadores de produtos têm um certo grau de responsabilidade pelos impactos ambientais dos seus produtos ao longo dos ciclos de vida dos produtos, incluindo os impactos ascendentes inerentes à seleção de materiais para os produtos, os impactos do processo de produção dos próprios fabricantes e os impactos a jusante da utilização e eliminação dos produtos. ” (Davis, 1994 apud LINDHQVIST, 2000, p.70).

A REP se baseia em duas diretrizes principais: a primeira é de transferir a responsabilidade (física e / ou financeira, total ou parcialmente) da gestão de resíduos das autoridades governamentais locais e do contribuinte geral para o produtor. A segunda é que hajam incentivos aos produtores para que incorporem considerações ambientais já na fase de concepção de seus produtos, o chamado *eco-design* (OECD, 2001). Esta transferência de

responsabilidade implica também na transferência dos custos relacionados com o tratamento e a eliminação final dos resíduos pós-consumo, que poderiam ser incorporados no custo do produto e consequentemente passados para os consumidores. Isto cria uma nova dinâmica de mercado em que os produtos tendem a refletir os seus custos ambientais e em que os consumidores poderiam levar este critério em conta na hora da compra (MASSOTE; DEMAJOROVIC; MORAES, 2015). Todos os produtos, mais cedo ou mais tarde, se tornam resíduos, portanto, faz muito mais sentido que os produtores, já na fase de projeto e seleção de materiais, e durante a manufatura dos produtos, preocupem-se com a questão da eliminação dos produtos / materiais após a sua vida útil (LINDHQVIST, 2000). Com isso em foco, a implementação efetiva da REP poderia, portanto, ajudar a reduzir os impactos ambientais de um determinado produto, grupo de produtos ou fluxo de resíduos e ajudar a promover os objetivos ambientais compartilhados pelos governos da OECD: prevenção e redução de resíduos, maior uso de materiais reciclados na produção e maior eficiência dos recursos (OECD, 2001).

2.1.2 INSTRUMENTOS DA REP

Segundo a OECD (2001, 2014), a REP pode ser alcançada através de vários instrumentos políticos e suas variantes. Existem quatro grandes categorias de instrumentos REP que podem encorajar ou exigir que os fabricantes assumam a responsabilidade sobre seus produtos ao longo do seu ciclo de vida. Esses instrumentos foram discutidos pela OECD (2001, 2014) e Walls (2016) e serão apresentados abaixo:

a) Requisitos de coleta do produto:

Esta é a abordagem mais ativa da REP, tanto no âmbito de regimes voluntários como obrigatórios. As políticas de coleta exigem que o fabricante ou varejista colete o produto ao final de sua vida útil. Este objetivo pode ser alcançado através de metas de reciclagem e coleta do produto ou dos materiais e através de incentivos para que os consumidores devolvam o produto usado aos pontos de venda. Para tanto, as empresas geralmente formam uma "organização de responsabilidade do produtor", para lidar com a coleta, organizar a reciclagem e garantir que as metas de reciclagem sejam atendidas.

b) Instrumentos econômicos:

Oferecem um incentivo financeiro para os atores implementarem a REP. Estas incluem medidas como:

- Sistema de depósito-retorno: um pagamento (o depósito) é feito quando o produto é comprado e é total ou parcialmente reembolsado quando o produto é devolvido a um revendedor ou instalação de tratamento especializado.
- Taxas de disposição avançada: seria uma taxa cobrada sobre determinados produtos ou grupos de produtos com base nos custos estimados dos métodos de coleta e tratamento.
- Impostos sobre materiais: podem ser cobrados impostos especiais sobre determinados materiais com o objetivo de reduzir a utilização de materiais primários, difíceis de reciclar, tóxicos etc. em favor de materiais reciclados ou menos tóxicos.
- Combinação de imposto / subsídio: um imposto pago pelos produtores e utilizado para subsidiar o tratamento de resíduos, visando que o produtor altere os insumos materiais e o *design* do produto. Fornece um mecanismo de financiamento para apoiar a reciclagem e o tratamento de resíduos.

c) Requisitos mínimos de conteúdo reciclado:

Definição de uma quantidade mínima de material reciclado por produto. Isso encorajará a reciclagem ou reutilização de produtos.

d) Medidas baseadas no mercado:

- *Leasing* (locação dos produtos): neste sistema, o produtor continua sendo o proprietário do produto fornecido, onde ao final da locação (ou vida útil) o produto retorna para o produtor. Muitas empresas apoiam esta prática, porque assim têm controle sobre o ciclo de vida de seus produtos e lhes permite reparar e reutilizar componentes. No entanto, não é praticável para produtos com uma vida útil muito curta.
- *Servicizing* (transição de vender um produto para oferecer um serviço): estratégia de vender a seus clientes a função de seus produtos e não só sua forma física. Isso vai além de garantias estendidas e *leasing* para redefinir-se como um prestador de

serviços, ao reconstruir sua estrutura de custo e lucro com base na função. A empresa de xerox, por exemplo, passou de uma máquina copiadora para ser uma empresa de "gerenciamento de documentos", onde eles agora vendem um serviço.

Tais medidas baseadas no mercado também estão presentes no sistema de EC, que substitui em grande parte o conceito de "consumidor" com o de "usuário". Ao invés de vendidos, os produtos duráveis são alugados, arrendados ou compartilhados sempre que possível, e se forem vendidos existem incentivos ou acordos para garantir o retorno para os produtores, criando assim valor nos negócios e erradicando resíduos do sistema (EMF, 2013).

Estes instrumentos podem ser implementados pelos governos como políticas obrigatórias ou de forma voluntária pelos próprios produtores. Eles podem ser aplicados de forma simultânea e a escolha do conjunto destes instrumentos deverá ser feito com base nas prioridades políticas, no contexto social, económico, jurídico e cultural de cada local (OECD, 2014).

2.1.3 PAPÉIS E RESPONSABILIDADES

Lindhqvist (2000) identificou cinco tipos de responsabilidades essenciais para a implementação bem sucedida da REP: a responsabilidade pelos danos ambientais comprovados causados pelo produto em questão, onde sua extensão é determinada pela legislação; responsabilidades econômicas, que define se o produtor cobrirá parcial ou totalmente as despesas com a gestão de seus produtos ao final do seu ciclo de vida; responsabilidades físicas, que caracteriza os sistemas onde o fabricante está envolvido na gestão física dos produtos e / ou seus efeitos; responsabilidades de propriedade, ocorre quando o fabricante mantem a propriedade dos seus produtos ao longo de sua visa útil, permanecendo ligado aos problemas ambientais do mesmo e a responsabilidade informativa, que obriga os produtores a fornecerem informações sobre os produtos que fabricam e seus efeitos ambientais. A OECD (2001) sumariza os papéis e responsabilidades sob a REP dos principais atores como:

a) **Produtor:** o produtor é quem possui mais conhecimento sobre seu produto, portanto é o mais indicado para decidir sobre a seleção de materiais e o design dos produtos, a fim de atingir os objetivos da REP. O produtor pode ser o fabricante, proprietário da

marca ou o importador e, em alguns casos, o setor de embalagem. Para programas de coleta, depósito-retorno ou um esquema de taxa de disposição antecipada, uma organização de responsabilidade do produtor poderia ser uma opção útil para gerir e recolher produtos em vez de cada produtor estabelecer um sistema separado.

b) Governos: ao governo nacional cabe definir o quadro para a política de REP e pode contribuir para a eficácia do programa eliminando políticas conflitantes e implementando políticas que promovam a REP. Enquanto que às autoridades locais cabe a função de manter relacionamento com o produtor e definir o nível ou grau de responsabilidade dos mesmos (total ou parcial, físicas e / ou financeiras). Além de definir qual o modelo de responsabilidade a ser seguido, atribuindo as responsabilidades entre as partes interessadas com base nos objetivos políticos, as características do produto, a dinâmica do mercado, os agentes da cadeia de produtos e os recursos necessários para implementar a política. Que se divide em:

- **Responsabilidade definitiva**: é definido um ator com a responsabilidade final sobre a política de REP, porém sem eliminar a necessidade de participação de outros para garantir que o programa seja executado. Esta necessidade surge devido a diversidade de cadeias de produtos, agentes e mercados e na maioria das circunstâncias, o produtor seria designado como a entidade à qual a responsabilidade final é atribuída.
- **Responsabilidade compartilhada**: constitui uma parte inerente da REP e é importante para o sucesso da política. A responsabilidade pode ser compartilhada, de maneira mais formal, com acordos entre o produtor e o governo ou entre o produtor e um ou mais agentes da cadeia de produtos. No primeiro caso, poderia ser atribuída uma taxa ao produtor para financiar a gestão física do produto em sua fase pós-consumo, embora o município mantenha a responsabilidade física para uma parte da gestão de resíduos. Este método pode ser exemplificado pelo decreto de embalagem francês, onde os produtores pagam uma taxa a uma organização (Eco-Emballages) que, por sua vez, compra dos governos locais certos tipos de resíduos triados e os trata. No segundo caso, o produtor teria a responsabilidade final e a liderança em conduzir o programa REP, as combinações específicas de responsabilidade dependerão do instrumento de política, produto, cadeia de distribuição entre outros fatores. Um exemplo deste modelo seria o produtor celebrar um acordo com uma

empresa de reciclagem para coletar produtos ou o produtor celebrar um acordo com um varejista para recolher depósitos e emitir reembolsos. Algumas vezes, distribuidores e varejistas podem funcionar como ponto de coleta de produtos e devolvê-los ao produtor (OECD, 2014).

- **Responsabilidade distribuída**: quando as responsabilidades são repartidas entre cada ator na cadeia de produtos. Ao contrária da responsabilidade compartilhada onde são firmados acordos, aqui a distribuição da responsabilidade é baseada no papel de cada ator na cadeia de produtos, onde sua função e grau de responsabilidade serão determinados para cada produto específico, grupo de produtos ou setor. Determinar uma distribuição justa de responsabilidades e garantir que todas as partes participem igualmente no programa pode ser um processo mais desafiador do que chegar a um acordo entre os atores sobre suas funções e responsabilidades específicas.

c) Consumidor: desempenha um papel dinâmico na maioria dos programas REP. É imprescindível que sejam informados sobre seu papel e que haja uma preocupação com sua comodidade. Para programas de coleta por exemplo, alocar os pontos de devolução de produtos em locais de fácil acesso, disponibilizar sites que listem estas localizações e promover campanhas de informação ativas ajudarão a garantir a participação do público.

d) Varejista: pode ser um canal chave de informação para o consumidor e criar uma ponte para comunicação entre produtores e consumidores.

A responsabilidade e os papéis dos atores ao longo da cadeia variam de acordo com o produto ou categoria, bem como as metas e objetivos da política. Mas a comunicação e a coordenação de todos os envolvidos na cadeia de produtos são de importância vital para o sucesso do programa REP (OECD, 2001).

2.2 ECONOMIA CIRCULAR

2.2.1 DEFINIÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

A Economia Circular propõe mudar do sistema linear predominante atualmente, onde os recursos são fabricados, usados e descartados, movendo em direção a um sistema onde os produtos, e os materiais que eles contêm, tem seu valor maximizado. Esta abordagem visa maximizar o uso sustentável dos recursos e eliminar desperdícios, beneficiando tanto a economia quanto o meio ambiente, criando uma economia mais robusta no processo (HOUSE OF COMMONS, 2014). Em geral, isso é obtido a partir de processos que utilizem não mais os recursos naturais primários, mas sim da recuperação dos recursos originados do reuso ou reciclagem dos resíduos (RIBEIRO, KRUGLIANSKAS, 2014 apud HOUSE OF COMMONS, 2014).

De acordo com a Fundação Ellen MacArthur (2013), o conceito de Economia Circular refere-se a uma economia industrial restauradora, através de sucessivas aplicações dos recursos antes de serem dispostos em aterros.

A EC possui foco na otimização de sistemas e não de componentes. A Figura 2 ilustra como os fluxos de materiais circulam pelo sistema econômico, onde, no modelo de EC, são divididos em dois tipos (EMF, 2013):

- **Nutrientes biológicos:** concebidos para serem reintegrados à biosfera com segurança e reconstruir capital natural;
- **Nutrientes tecnológicos:** concebidos para circular com o máximo de agregação de valor, evitando entrar na biosfera.

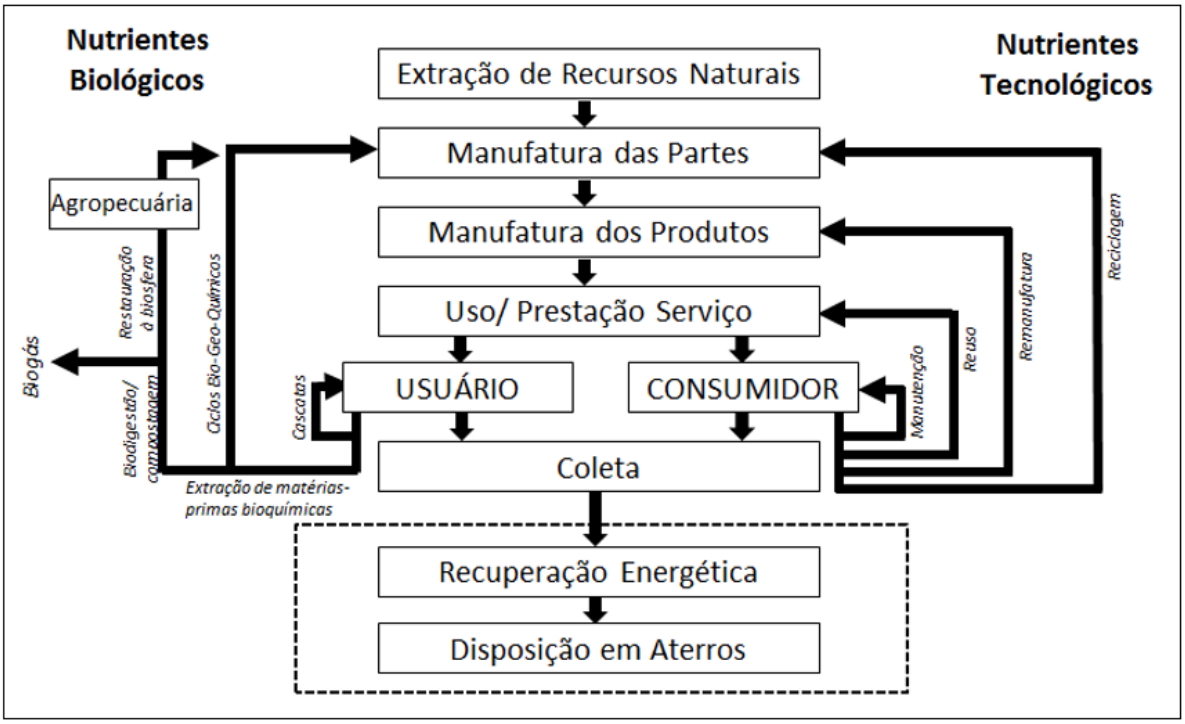

Figura 1 - Diagrama da Economia Circular
Fonte: Ribeiro, Kruglianskas, 2014 (Adaptado de EMF, 2012)

Neste sistema, os recursos são usados repetidamente e deve haver a manutenção de seu valor sempre que possível, através da inclusão de uma série de processos ou ciclos (HOUSE OF COMMONS, 2014). Como resultado, tem-se uma distinção nítida entre o consumo e o uso de materiais, onde a EC defende a necessidade de um modelo de "serviço funcional" no qual os fabricantes ou varejistas mantenham cada vez mais o valor de seus produtos e, quando possível, atuem como prestadores de serviços vendendo o uso de produtos, e não seu consumo unidirecional (EMF, 2013).

A Comissão Europeia fala sobre: “reutilização, reparação, renovação e reciclagem de materiais e produtos existentes. Onde o que costumava ser considerado como desperdício pode ser transformado em um recurso [...]” (HOUSE OF COMMONS, 2014, p. 5, tradução nossa).

Segundo o Waste and Resources Action Programme (WRAP) “a verdadeira circularidade não está ligada em apenas reciclar mais material, mas principalmente em utilizar menos material em primeiro lugar” (HOUSE OF COMMONS, 2014, p. 10, tradução nossa). Uma pesquisa realizada pela Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce (RSA), descobriu que mais de 80% do impacto ambiental de um produto é

determinado em sua fase de projeto. Tornando o melhor design um ponto de alavanca crucial na mudança para sistemas mais circulares (HOUSE OF COMMONS, 2014).

Este modelo tem implicações diretas no desenvolvimento de sistemas de retomada eficientes e eficazes, que conta com a utilização de energias renováveis, minimiza, rastreia e elimina o uso de produtos químicos tóxicos e erradica o desperdício através de um *design* cuidadoso na fase de projeto do produto e modelos de negócios que geram produtos mais duráveis, de fácil desmontagem e remodelação e consideram mudanças de produto/serviço, quando apropriado (EMF, 2013).

2.2.2 PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR

A EC se baseia em alguns princípios fundamentais, que são definidos pela EMF (2013) como:

a) Projetar sem resíduos

Quando os componentes de um produto são projetados dentro de um sistema circular de materiais biológicos e tecnológicos, concebidos para desmontagem e renovação, não há geração de resíduos. Uma vez que os materiais biológicos, por serem não-tóxicos, podem simplesmente ser compostados. Enquanto que os materiais tecnológicos podem ser reutilizados com o mínimo de energia e uma maior retenção de qualidade.

b) Criar resiliência através da diversidade

Michael Braungart (2002) afirma que os sistemas naturais se tornam mais resilientes à medida que se adaptam aos seus ambientes de uma mistura infinita de diversidade, uniformidade e complexidade. A estrutura industrial pode usar os ecossistemas como modelo, para fabricar produtos com a mesma capacidade para a resiliência, por meio da priorização de características como modularidade, versatilidade e adaptabilidade.

c) Utilizar energia de fontes renováveis

Os sistemas devem, em última instância, ter como objetivo gerir fontes renováveis, uma vez que não há escassez de energia (renovável) a longo prazo. Um exemplo seria o sistema de produção agrícola, que se baseia no rendimento da energia solar, mas utiliza grandes quantidades de fertilizantes e combustíveis fósseis em máquinas, processamentos e

através da cadeia produtiva. Sistemas alimentares e agrícolas mais integrados reduziriam a necessidade de insumos à base de combustíveis fósseis e capturariam mais valor energético dos subprodutos e adubos (EMF, 2015).

d) Pensar de forma sistêmica

Na EC é essencial compreender como as partes se relacionam entre si e com o todo, considerando os elementos em relação ao seu contexto ambiental e social. Tais sistemas não aceitam o modelo convencional "linear", são ricos em *feedback* (retroalimentação) e interdependentes, exigindo maior flexibilidade para adaptação as frequentes mudanças das circunstâncias.

e) Utilizar o resíduo como alimento

Assegurar que os produtos, subprodutos e resíduos de um elemento do sistema possam ser recuperados e utilizados por outros. Os nutrientes biológicos devem ter reintroduzidos na biosfera através de **loops** restauradores não tóxicos (compostagem de restos de comida para uso fertilizante, por exemplo), enquanto que os nutrientes tecnológicos, podem ter seus materiais reciclados para novo uso na economia, desde que garantida a manutenção ou agregação de valor. O que é chamado de *upcycling*.

2.2.3 FONTES DE CRIAÇÃO DE VALOR

Além dos princípios fundamentas da EC, a EMF (2013) e o World Economic Forum (2014), citam ainda quatro fontes de criação de valor na economia, que oferecem oportunidades de arbitragem entre materiais usados e materiais primários e dão embasamento para colocar os princípios em prática. São eles:

a) Poder dos círculos internos

Quanto menos um produto tiver de ser alterado em termos de reutilização, renovação e remanufatura e quanto mais rápido ele retornar ao uso, maior será a economia nos custos em termos de material, mão-de-obra, energia e das externalidades associadas, como emissões de gases de efeito estufa, água ou substâncias tóxicas e, consequentemente, maior será a criação de valor econômico. Círculos mais estreitos também se beneficiam das ineficiências ao longo

da cadeia de suprimento linear, que devido à tendência de aumento dos preços dos recursos e dos custos de tratamento ao final de sua vida útil, os custos de coleta, reprocessamento e devolução do produto, componente ou material para a economia se tornam inferiores à alternativa linear, principalmente com os ganhos das economias de escala.

b) Poder dos círculos duradouros

Refere-se a manter os produtos, componentes e materiais em uso por mais tempo dentro do sistema de EC. Isto pode ser feito através de ciclos mais consecutivos (seja por reparo, reutilização ou remanufatura completa de equipamentos), e/ou aumentado o número de ciclos ou a vida útil de um produto (por exemplo, estendendo o uso de uma máquina de lavar de 1.000 para 10.000 ciclos). Um ciclo prolongado evita a entrada de materiais primários na economia e o consequente uso de material, a energia e trabalho de criar um novo produto ou componente. Mais uma vez, o aumento dos preços dos recursos torna esta estratégia mais atraente.

c) Poder do uso em cascata e substituição de material / produto de entrada

O poder do uso em cascata refere-se à diversificação na reutilização de produtos em toda a cadeia de valor (como por exemplo, transformar a roupa de algodão em fibra para preenchimento de estofados de móveis e, mais tarde, em material de isolamento de lã de pedra para a construção, antes de devolvê-la como nutriente biológico à biosfera). Fazendo com que os materiais sejam reaproveitados em novos produtos ou ciclos e substituindo, assim, a entrada de materiais primários na economia em cada fase. Nesse caso, o potencial de criação de valor está associado aos menores custos marginais de reutilização do material em cascata do que materiais virgens e seus custos incorporados (mão-de-obra, energia, material).

d) Poder dos insumos puros, não tóxicos/mais fáceis de separar e redesenhar:

O poder dos insumos puros surge como complementar as estratégias anteriores, onde para criar valor máximo cada uma requer uma certa pureza de material e qualidade de produtos e componentes. Atualmente, muitos fluxos de materiais pós-consumo apresentam-se como misturas de materiais, devido à sua concepção original ou por serem recolhidos e manipulados sem segmentação. As economias de escala e os ganhos de eficiência neste caso se dão através de melhorias no design dos produtos - como facilidade de separação, melhor

identificação de componentes e não uso de materiais tóxicos - e nos processos inversos – coleta e transporte, menores taxas de recondicionamento de sucata e reduzida contaminação dos fluxos de materiais durante e após a coleta. Os fluxos de materiais não contaminados aumentam a eficiência de coleta e redistribuição, ao mesmo tempo em que mantêm a qualidade, principalmente dos materiais tecnológicos, prolonga assim a longevidade do produto e aumenta a produtividade.

2.2.4 BENEFÍCIOS E OPORTUNIDADES DA EC

Uma economia mais circular possui tanto benefícios ambientais como econômicos. A eliminação de resíduos da cadeia industrial através da reutilização de materiais o máximo possível promete economias de custos de produção e redução da dependência de recursos (WEF, 2014).

A Economia Circular pode ser uma alavanca importante para atingir os principais objetivos da formulação de políticas, como gerar crescimento econômico, criar empregos e reduzir o impacto ambiental. Em teoria, ela é capaz de gerar benefícios não apenas para a indústria, mas também para os clientes, uma vez que promove uma economia mais inovadora, resistente e eficiente (EMF, 2015; WEF, 2014).

Segundo o relatório da House of Commons (2014), a Associação de Serviços Ambientais sugere que a adoção do modelo de EC poderia aumentar o PIB britânico em £3 bilhões anualmente e um estudo para o governo realizado em 2011, indicou que haviam £23 bilhões de benefícios financeiros providos de melhorias de baixo/sem custo disponíveis para empresas no Reino Unido. A Chartered Institution of Wastes Management sugere que a plena implementação das principais diretivas comunitárias sobre resíduos da UE poderia economizar 72 bilhões de euros por ano. O valor da "indústria de resíduos" na Europa poderia aumentar em €42 bilhões, com 400.000 novos empregos (HOUSE OF COMMONS, 2014). Destaca-se a pesquisa da Next Manufacturing Revolution, que sugere que em apenas três subsetores do Reino Unido a remanufatura tem o potencial de criar £ 5.6 a £ 8 bilhões por ano e suportar mais de 310.000 empregos, sendo eles: produtos elétricos, eletrônicos e ópticos; maquinaria e equipamento e equipamento de transporte (Next Manufacturing Revolution, 2013).

De acordo com EMF (2015) e WEF (2014) os principais benefícios da transição para a Economia Circular são:

a) Economias substanciais de material líquido

Com base em uma modelagem detalhada do produto, a EMF estimou que, nas indústrias de produtos complexos de vida média, a EC representa uma oportunidade de economia de custos líquidos de materiais de 340 a 380 bilhões de dólares por ano a nível da UE para um "cenário de transição" e US $ 520 a 630 bilhões anualmente para um "cenário avançado" (líquido dos materiais utilizados nas atividades de ciclo reverso em ambos os casos). Nos bens de consumo de alta velocidade a nível global, a poupança líquida de materiais pode atingir US $ 700 bilhões anuais. Os benefícios no cenário avançado são mais altos no setor automotivo, seguido pelo de máquinas e equipamentos. Essas economias de materiais representariam cerca de 20% dos custos de insumos de materiais incorridos pela indústria de bens de consumo.

b) Mitigação da volatilidade dos preços e dos riscos de oferta

A poupança líquida de materiais resultaria numa redução da curva de custos para várias matérias-primas. No caso do aço, por exemplo, a poupança líquida global de materiais poderá atingir mais de 100 milhões de toneladas de minério de ferro em 2025, se aplicada a uma parte considerável dos fluxos de materiais. Além disso, a diminuição de custos de matérias-primas, reduzirá a volatilidade voltada para a demanda.

c) Aumento da inovação

O modelo circular mostrou ser um novo quadro poderoso, capaz de suscitar soluções criativas e estimular a inovação em toda a economia, uma vez que faz pensar em alternativas de substituição de produtos unidirecionais por produtos que são "circulares por projeto" e criar redes de logística reversa e outros sistemas para apoiar a EC. Este é um cenário promissor para empreendedores que visam os benefícios de uma economia com alto desenvolvimento tecnológico, mão-de-obra e eficiência energética e grandes oportunidades de lucro para empresas produtoras de recursos.

d) Potencial de criação de emprego

Os efeitos de um modelo industrial mais circular sobre a estrutura e a vitalidade dos mercados de trabalho ainda precisam ser explorados, mas a evidência inicial sugere que o impacto será positivo. Há sinais de que uma EC pode trazer maior emprego local, especialmente os de nível básico e semiqualificado. Os efeitos irão depender da forma como estes mercados de trabalho serão organizados e regulados.

e) Produtividade da terra e saúde do solo

Estima-se que a degradação da terra custa 40 bilhões de dólares anualmente, isso sem levar em conta os custos ocultos do aumento do uso de fertilizantes, a perda de biodiversidade e de paisagens únicas. A EC se baseia no princípio da regeneração no trabalho, promovendo uma maior produtividade da terra, menor desperdício na cadeia de valor dos alimentos e reduzindo a necessidade de nutrientes adicionais (fertilizantes), através da digestão anaeróbia ou processo de compostagem e de retorno ao solo dos materiais biológico.

O Quadro 1 lista os benefícios da EC, que abrangerá para as partes em todos os níveis - clientes, empresas e sociedade como um todo.

Benefícios para a economia

- Reduções de custo com matéria-prima;
- Redução de riscos na volatilidade e suprimento de materiais no mercado;
- Criação de oportunidades de novos negócios e crescimento nos setores primário, secundário e terciário;
- Redução das externalidades; e
- Estabelecimento de sistemas econômicos mais resilientes;

Benefícios para consumidores

- Melhoria da qualidade dos produtos;
- Redução da obsolescência programada;
- Maior possibilidade de escolha; e
- Benefícios secundários- por exemplo novas funções dos produtos.

Benefícios para as empresas

- Potencial de lucro em novos negócios – Ex: atividades dos ciclos reversos;
- Novas formas de relacionamento com clientes;
- Oportunidades em novos modelos de negócio – Ex: remanufatura, reforma, etc;
- Novas oportunidades de financiamento;
- Criação de resiliência e vantagem competitiva;
- Redução custos e riscos com matérias-primas;
- Ganhos diretos com recuperação/ reciclagem dos materiais que eram descartados;
- Redução da complexidade dos produtos e ciclos de vida mais gerenciáveis; e
- Estímulo à inovação e *ecodesign*.

Quadro 1 - Benefícios da Economia Circular
Fonte: RIBEIRO, KRUGLIANSKAS, 2014 (adaptado de EMF, 2012)

Além dos benefícios a WEF (2014), com base em relatórios da EMF, também apresenta algumas oportunidades em adotar uma economia mais circular para algumas categorias produtos com uso intensivo de recursos. Como as seguintes:

- Com a manufatura de celulares mais fáceis de desmontar, melhora e incentivo a logística reversa, há um potencial de economia de 50% no custo de remanufatura de telefones celulares.

- Se máquinas de lavar roupa fossem alugadas ao invés de vendidas, a maioria das famílias poderiam ter acesso a elas, uma vez que os clientes economizariam aproximadamente um terço por ciclo de lavagem, e o fabricante ganharia aproximadamente um terço a mais nos lucros. Ao longo de um período de 20 anos, substituir a compra de cinco máquinas de 2.000 ciclos pela concessão de uma de 10.000 ciclos, teria uma economia de quase 180 kg em produção de aço e mais de 2,5 toneladas de economia de CO2.
- O Reino Unido poderia gerar uma renda de 1,5 bilhão de dólares anualmente no nível municipal, processando resíduos de alimentos descartados por famílias e por setores como hotéis e restaurantes.
- Um lucro de US$ 1,90 por hectolitro de cerveja produzida pode ser capturado com a venda de grãos usados.
- Os custos de embalagem, processamento e distribuição de cerveja poderiam ser reduzidos em 20%, mudando para garrafas de vidro reutilizáveis.
- No Reino Unido, cada tonelada de roupa que é coletada pode gerar US$ 1,97 em oportunidades de reutilização. Reutilizando a roupa em outras indústrias, como para isolamento ou enchimento de estofados ou simplesmente reciclando em fios para fabricar tecidos que economizam fibra virgem.

A abordagem circular oferece às economias desenvolvidas um caminho para o crescimento resiliente, permitindo reduzir a dependência e a exposição a choques de preços de recursos, bem como custos de externalidade da sociedade e ambientais que não são captados pelas empresas (WEF, 2014).

2.3 RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR E A ECONOMIA CIRCULAR

Segundo a Zero Waste Europe (2017), ao analisar o desempenho dos atuais sistemas REP na Europa, verifica-se uma margem substancial de melhoria nas taxas de coleta e tratamento. Ainda que todos os resíduos de produtos provenientes das coletas seletivas fossem reciclados (o que não são), existiria uma lacuna de 60%, que é traduzida em uma mudança de custos dos produtores para os municípios, portanto, não atendendo o princípio do poluidor-pagador. Além disso, o foco na redução de peso como o único indicador significou em muitos

casos que o REP gerou um incentivo para produtos menos circulares, onde a substituição de materiais mais pesados e mais recicláveis por outros mais leves, porém mais difíceis de reciclar, tem sido comum.

Nos últimos anos, com o aparecimento de novos modelos, como a Economia Circular ou o Desperdício Zero, surgiu a necessidade de rever a atual abordagem da REP (BOURGUIGNON, 2016b).

De acordo com a Bourguignon (2016a), as principais medidas legislativas apresentadas pela Comissão Europeia em seu novo pacote de EC, sobre a política de resíduos, são:

• Fixar novos objetivos de gestão de resíduos a serem atingidos até 2030;

• Introduzir um sistema prévio de alerta para monitorar o cumprimento das metas;

• Definir requisitos mínimos para os regimes de REP e diferenciar a contribuição paga pelos produtores com base nos custos necessários para o tratamento dos seus produtos no final da sua vida útil;

• Promover a prevenção (incluindo os resíduos alimentares) e reutilização;

• Fornecer disposição adequada aos rejeitos (desde que satisfaçam determinadas condições);

• Definir alinhamentos, métodos de cálculo dos objetivos, obrigações de apresentação de relatórios e disposições sobre os atos delegados e de execução.

Um objetivo geral da Zero Waste é que o sistema de produção não produza nada que não possa ser reutilizado, reciclado ou compostado. Um requisito prévio para atingi-lo é que os produtores ou importadores arquem com os custos de coleta e tratamento dos resíduos, princípio este abrangido pelos sistemas REP. Caso contrário, os governos estariam subsidiando empresas que produzem produtos não reutilizáveis ou recicláveis e com sistema de coleta ineficiente. A REP deve ser um instrumento de política ambiental que ajude a evitar estes subsídios ocultos (FPRC, 2015).

2.3.1 MUDANÇAS NECESSÁRIAS NA REP

De acordo com a Zero Waste Europe (2017), se usada da forma certa, a REP pode ser um dos pilares da transição para uma EC, por se tratar de uma ferramenta com o potencial de proporcionar incentivos econômicos aos produtores para projetarem seus produtos

sustentavelmente e melhor aplicar o princípio do poluidor-pagador, penalizando os produtos não circulares. Assim, a Zero Waste Europe (2017) acredita que os sistemas de REP devem passar por algumas mudanças para impulsionarem um sistema mais circular. São elas:

a) **Mais produtos nos sistemas REP**: introduzir novas categorias de produtos nas políticas REP, especialmente produtos com alto potencial de re-design ou aqueles menos circulares, como têxteis, mobiliário, papel, produtos de higiene ou substâncias perigosas;

b) **Cobertura de custo total de fim de vida**: Em vez de serem assumidos por todos os cidadãos, os produtores devem arcar com os custos totais associados à coleta e gestão dos resíduos, a fim de aplicar melhor o princípio do poluidor-pagador. Somente ao responsabilizar os produtores pelos custos totais causados pelos seus produtos, é que as empresas serão de fato incentivadas a projetar produtos que sejam reciclados ou preparados para reutilização com mais facilidade e a um custo menor e que sejam criados sistemas eficazes de coleta seletiva;

c) **REP impulsionando o *eco-design***: devem ser cobradas taxas diferentes para produtores, de uma forma que recompense produtos mais bem projetados e penalize os menos sustentáveis. Fatores como durabilidade, reutilização, reparação e reciclagem dos produtos, preservação da energia incorporada ou inclusão de conteúdos reciclados, entre outras coisas, devem ser considerados dependendo da categoria do produto. E penalidades devem ser impostas a produtos que são impróprios para reparação ou reciclagem, seja por causa de sua cor, forma, composição, presença de substâncias perigosas ou qualquer outro motivo. Tais critérios devem ser acordados entre os estados e com base nas orientações fornecidas pela Comissão;

d) **REP apoiando o aumento da hierarquia de resíduos:** elaborar objetivos que complementem as metas da UE e guiem para uma maior circularidade no sistema. Tais objetivos podem ser de coleta seletiva, reutilização, preparação para reutilização, reciclagem, reciclagem de conteúdos e redução de resíduos;

e) **REP como agentes de setores fechados**: promover ativamente práticas para um sistema em ciclo fechado, isto é, materiais e produtos devem ser recuperados e reintroduzidos na economia, evitando perdas de materiais para o ambiente, em aterros ou incineradores de energia residual;

f) **REP conferindo maior transparência à gestão de resíduos**: questionar as estatísticas de gestão de resíduos. Os requisitos mínimos aplicáveis aos sistemas REP devem estabelecer orientações claras sobre a apresentação de relatórios e transparência, a fim de garantir a confiabilidade dos dados.

O sistema de REP continua sendo a base para a implementação de uma política ambiental eficiente, onde a EC utiliza muitos de seus princípios e propõe algumas mudanças para um modelo REP mais eficaz.

A EC foca no princípio do poluidor-pagador para promover o *eco-design* dos produtos, ponto que foi falho no sistema REP. Além disso, considera também o uso de energias renováveis e preza para que não sejam utilizados produtos virgens, fazendo com que resíduos de um sistema virem alimento para outro e os produtos permanecem na cadeia pelo maior tempo possível antes de serem descartados, num ciclo quase fechado.

3. EXPERIÊNCIAS NO BRASIL

3.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Após sua divulgação, o conceito de REP rapidamente se espalhou por todo o continente europeu e alguns anos depois influenciou novas legislações em todo o mundo. O Brasil também é um dos países a adotar o conceito através da PNRS, que tem como princípio a responsabilidade compartilhada com o qual os fabricantes, distribuidores e varejistas agora são responsáveis pelos resíduos pós-consumo de seus produtos (MASSOTE; DEMAJOROVIC; MORAES, 2015).

Apesar de só ter sido aprovada em 2010, a PNRS vinha sendo discutida no Brasil desde o início da década de 1990. A partir de um contato mais próximo com as experiências europeias na Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, alguns atores políticos perceberam que o Brasil não tinha uma política pública de resíduos sólidos e passaram a demandar uma legislação específica para esta questão. Assim, em 1996, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) criou um Grupo de Trabalho específico para propor diretrizes para a gestão de RS no país, se baseando na experiência europeia com REP para criar uma regulamentação similar no Brasil (MILANEZ; BÜHRS, 2008, 2009).

Embora essa proposta tenha enfrentado forte resistência por parte de empresas que se recusavam a aceitar o princípio REP, o projeto de Lei de Resíduos Sólidos foi aprovado pelo Plenário em 1999, instituindo o conceito de REP no país e definindo os tipos de resíduos que se englobariam na resolução. Porém, por ainda não se tratar de uma lei, houve um debate acerca da validade jurídica das resoluções. Como solução para este embate foi feito um acordo voluntário entre empresas e setor ambiental do governo (MILANEZ; BÜHRS, 2009).

3.2 INICIATIVAS DE REP NO BRASIL

Trabalhos realizados por Bruno Milanez e Ton Bührs (2008, 2009), apresentam dois exemplos de iniciativas de REP no Brasil. Estes buscam discutir sobre as Resoluções do Conama para resíduos de pilhas e baterias e resíduos de pneus, e debater sobre as fragilidades

de se adotar políticas de países desenvolvidos sem adequar a realidade do Brasil, por não considerarem sua baixa capacidade institucional.

a) Resolução nº 257/1999 para resíduos de pilhas e baterias

Segundo o Artigo 1o da resolução, pilhas e baterias que contivessem cádmio, mercúrio ou chumbo deveriam ser entregues a estabelecimentos comerciais ou à rede de assistência técnica autorizada para repasse a fabricantes ou importadores ao final de sua vida útil. A resolução obrigava produtores e importadores a criar sistemas de coleta, transporte e tratamento das baterias usadas, além de mecanismos de reuso, reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos (MILANEZ; BÜHRS, 2009). Entretanto, o Artigo 13 da resolução deixava uma brecha, onde dizia que pilhas e baterias que estivessem dentro dos limites de concentração de resíduos perigosos previstos, poderiam ser dispostas, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários licenciados (BRASIL, 1999b apud MILANEZ; BÜHRS, 2009).

A princípio, a Resolução nº 257/1999 parecia estar de acordo com as diretrizes da REP, já que visava a transferência da responsabilidade dos impactos ambientais para as empresas e promovia a prevenção da poluição. Porém, ao analisá-la mais profundamente, foram encontradas algumas falhas, apontadas por Milanez e Bührs (2009) como as apresentadas a seguir:

Primeiro, os fabricantes de pilhas e baterias nacionais já estavam dentro dos limites de componentes perigosos estabelecidos, portanto o Artigo 13 que seria o principal componente preventivo da resolução, se tornou ultrapassado (ESPINOSA; TENÓRIO, 2004 *apud* MILANEZ; BÜHRS, 2009).

Uma segunda limitação da resolução era em relação à definição de responsabilidades. De acordo com seu texto as empresas somente eram obrigadas a criarem sistemas de coleta, transporte e tratamento das baterias usadas, não tendo que colocá-los em prática. Portanto, a ausência de metas e sistemas de controle sobre a norma, foram um grande problema encontrado.

b) Resolução nº 258/99 para resíduos de pneus

Três principais grupos participaram da discussão sobre a Resolução nº 258/99: os remodeladores de pneus, que propunham a importação gratuita de resíduos para remodelagem e defendiam a responsabilidade do produtor em relação ao pós-consumo dos pneus;

produtores de pneus novos, que eram contra ambas as propostas; e as organizações ambientais e as agências governamentais, que eram contra as importações de resíduos, mas defendiam a implementação de uma política de REP. Sendo esta última proposta, a definitiva na versão final da resolução, aprovada pela Assembleia Plenária em 1999. Foram definidas metas progressivas de coleta dos pneus pós-consumo, com base na produção total de pneus e importações, essas metas também consideravam que as empresas deveriam recolher os pneus que já tivessem sido descartados. (MILANEZ; BÜHRS, 2008).

Conforme relatado no trabalho de Milanez e Bührs (2008), apesar da importação de resíduos de pneus ser proibida pela norma, os importadores obtiveram um mandado judicial que permitia a remodelação de resíduos no país. Além disso, em 2005, o IBAMA descobriu que muitos importadores estavam vendendo resíduos de pneus importados, o que era proibido no mercado nacional. Isto deu origem a um novo embate legal entre o IBAMA e os remodeladores de pneus.

Embora fosse de responsabilidade dos produtores, era comum que eles criassem centros de coleta em parceria com os governos locais, que financiavam toda a infraestrutura (terrenos, edifícios, manutenção e pessoal), enquanto as empresas realizavam a coleta, transporte e tratamento do material. Isso demostra que a indústria de pneus evitou investimentos necessários para lidar com os resíduos. Em consequência, os produtores de pneus novos não conseguiram cumprir sua quota, em 2003, 43% dos pneus coletados foram queimados em fornos de cimento e 38% cortados e utilizados como matéria-prima para produtos de borracha (calçados, assentos, tapetes, etc.); outros usos incluíram usos de engenharia civil e combustível para uma usina de xisto betuminoso e fornos rurais. (MILANEZ; BÜHRS, 2008).

As análises realizadas pelos autores mostram que a resolução se limitou à transferência de responsabilidade, sem considerar políticas complementares para incentivar a inovação tecnológica e soluções preventivas. Algumas soluções que poderiam ter sido implementadas são apresentadas por Milanez e Buhrs (2008) como: iniciativas governamentais como financiamento de pesquisas, impostos ou subsídios que poderiam ter estimulado as indústrias a investirem na extensão da vida dos pneus, na reutilização ou na reciclagem dos resíduos, o que não ocorreu; os produtores de pneus poderiam ter investido na tecnologia de recauchutagem e remodelagem. O mercado para os pneus usados no Brasil se mostra promissor e essa alternativa teria impactos ambientais positivos, na medida que

estenderia a vida útil e reduziria a quantidade de resíduos de pneus a serem eliminados; uma terceira opção é a reciclagem de resíduos de pneus para outros produtos, como a incorporação de resíduos de pneus no asfalto, por exemplo.

Apesar de tantas alternativas disponíveis, os produtores continuaram com as soluções tradicionais como queima de pneus em fornos de cimento, medida considerada adequada apenas à disposição final. Isto indica uma falha da Resolução em levar as empresas para soluções inovadoras e mais preventivas (MILANEZ; BÜHRS, 2008).

Confrontando os dois casos, os autores encontraram problemas semelhantes na implementação da REP no Brasil. Onde as principais falhas listadas por Milanez e Bührs (2008) foram:

- Os princípios da REP não foram plenamente entendidos e incorporados na implantação das normas. As resoluções focaram mais na tentativa de transferir as responsabilidades pelos resíduos dos produtos aos fabricantes e importadores, porém, não houve incentivo a avaliação do ciclo de vida, o redesenho de produtos ou a adoção de medidas preventivas. Além disso, as agências ambientais não possuíam recursos para garantir que as empresas estavam cumprindo suas responsabilidades;
- O Brasil parece ter uma limitada capacidade tecnológica (uma vez que pouca tecnologia ambiental é desenvolvida nacionalmente) e de criar novas normas e instrumentos para lidar com seus problemas ambientais. A incorporação de instrumentos e políticas públicas de países desenvolvidos não se adequa à baixa capacidade institucional do Brasil;
- As resoluções foram implantadas como um acordo voluntário, porém não atendiam a todos os requisitos necessários para ser um acordo eficaz. Esse caso mostra uma limitada participação de atores como movimentos sociais, governos estaduais e municipais, que seriam, em teoria, os responsáveis pela fiscalização de seu cumprimento. Nesse sentido, a falta de monitoramento aparecia como uma das principais limitações das resoluções;
- A falta de políticas públicas complementares. Uma vez que o setor ambiental encontra-se isolado do centro de decisão, tendo que melhorar sua capacidade consensual;

- Ausência de metas quantitativas, para medir o desenvolvimento dos sistemas de coleta e tratamento.

Portanto, se o Brasil desejasse incorporar políticas de outros países na questão ambiental, deveria primeiro garantir as condições de operação de políticas e instrumentos pelo desenvolvimento de suas capacidades institucionais. Alternativamente, defendia-se que agências ambientais optassem por criar e implementar políticas e instrumentos próprios, mais coerentes com o contexto nacional (MILANEZ; BÜHRS, 2008).

3.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Após aproximadamente vinte anos de discussões no Congresso Nacional entre governo, setor acadêmico, setor produtivo e entidades civis, no dia 2 de agosto de 2010 a lei que estabelece a PNRS foi promulgada, tendo sido sancionada pela Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto 7.404/2010. (INVENTTA, 2012).

A PNRS estabelece um marco regulatório completo para o setor de RS no país, reunindo um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes e metas, além de definir distribuição de responsabilidades e gestão compartilhada dos resíduos sólidos, com ações que envolvem o Governo Federal, Estados, Distrito Federal, Municípios, setor empresarial e sociedade civil, visando a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente correto dos RS (IBAM, 2012).

A lei faz a distinção do lixo entre resíduo (o lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeito (aquilo que não pode ser reaproveitado) e engloba todo tipo de lixo: doméstico, industrial, da construção civil, eletroeletrônico, lâmpadas, da área da saúde, perigosos, etc. Suas principais diretrizes contemplam a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de RS e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, além da racionalização do uso dos recursos naturais no processo de produção de novos produtos e o aumento da reciclagem (MMA, s.d. c).

Os objetivos da PNRS devem ser atingidos através de acordos setoriais.

> “Um acordo setorial é um contrato entre o Ministério do Ambiente e as empresas de um determinado sector econômico, que define o âmbito, as metas, os termos, a cobertura geográfica e os detalhes operacionais da logística reversa (Lei 12.305 / 2010, Artigos 3, I, 33 e 34. Decreto 7404/2010, artigo 23) ” (TRENTINELLA, 2014, p. 3, tradução nossa).

Espera-se que o objetivo de melhorar a gestão de RS no país seja alcançado com os acordos setoriais, pois são o resultado de uma negociação entre todos os atores envolvidos na cadeia reversa (MASSOTE; DEMAJOROVIC; MORAES, 2015).

3.3.1 ALGUNS PRINCÍPIOS E INSTRUMENTOS DA PNRS

A PNRS tem papel fundamental para promover o avanço contra os principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos RS (MMA, s.d. a). Os objetivos da PNRS são norteados por diversos princípios, todos interligados e com o intuito de regular o comportamento dos diversos atores corresponsáveis pela sua manutenção (VIEIRA, 2013). Destacam-se alguns destes princípios de gestão e gerenciamento dos RS e que estão diretamente ligados às ideias de REP:

- **A prevenção e a precaução**: o princípio da prevenção visa antecipar os danos ou prejuízos de determinada ação, quando suas consequências já são conhecidas ou discorra de lógica. Já o princípio da precaução é utilizado quando não se conhece, ao certo, quais as consequências que uma ação pode trazer, mas o que não serve de desculpa para a não adoção de medidas eficazes, a fim de impedir a degradação (FIESP, 2012).
- **O poluidor-pagador e o protetor-recebedor**: o princípio do poluidor-pagador vai além de uma mera compensação pelos danos causados. O poluidor deve arcar com todos os custos da proteção ambiental, como os de descontaminação e reparação do meio, incluindo ainda os próprios da utilização de recursos naturais - até então encarados como de uso gratuito. Inspira-se na ideia de que o custo resultante dos danos ambientais deve ser internalizado nos custos do produto e repassado aos consumidores. Já o princípio do Protetor-Recebedor traz a lógica inversa, onde quem protege um bem natural deva receber uma compensação financeira pelo serviço de proteção ambiental prestado (FIESP, 2012; VIEIRA, 2013).
- **A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos**: baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, todas as partes envolvidas no ciclo de vida de um produto passam a ser responsáveis pela gestão de seus RS. O cidadão é responsável pela disposição correta dos resíduos que gera; ao setor privado, cabe o gerenciamento ambientalmente adequado dos RS, sua reincorporação na cadeia

produtiva e a busca por inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais. Os governos federal, estaduais e municipais, por sua vez, são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de RS, assim como dos demais instrumentos previstos na PNRS (TEIXEIRA, 2012). A figura 2 demonstra como cada parte envolvida no ciclo de vida de um produto é afetada pela PNRS:

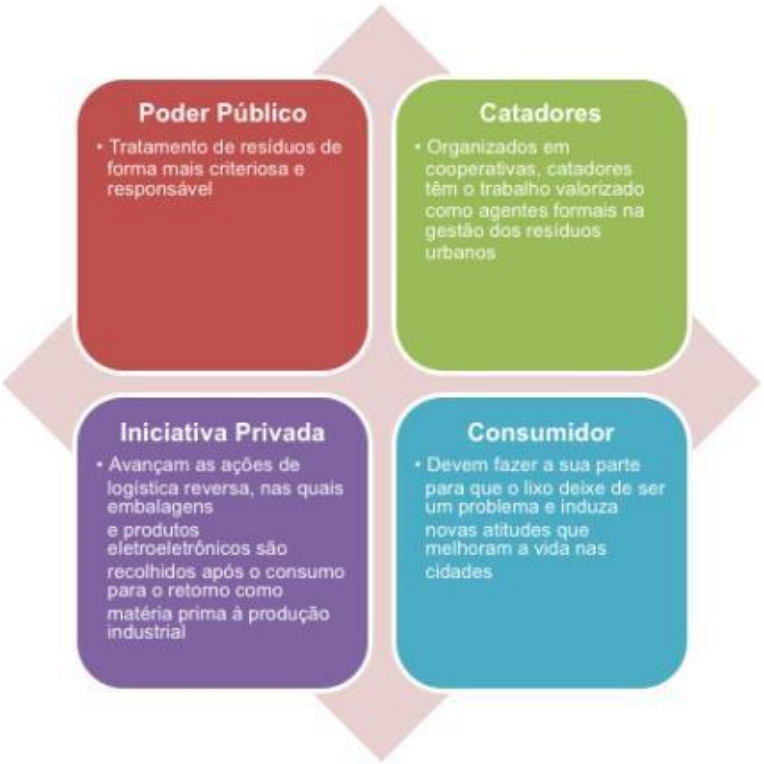

Figura 2 - Principais impactos da PNRS para as distintas partes relacionadas
Fonte: INVENTTA, 2012

Além de princípios a Lei 12.305/2010 em seu Art. 8o apresentam alguns instrumentos da PNRS. São eles, entre outros:

a) Os planos de resíduos sólidos

De acordo com a Lei 12.305/2010 todos os municípios brasileiros devem elaborar o planejamento completo para tratamento dos RS através de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, sendo a elaboração dos planos estaduais e municipais, condição necessária para terem acesso aos recursos da União. (MACHADO, 2014).

O conceito de Gestão integrada de RS no Brasil é definido pela Lei 12.305/2010 Art. 3° Inciso XI como: “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. ”

> “Esse sistema deve considerar a participação e intercooperação de todos os representantes da sociedade, do primeiro, segundo e terceiros setores. Deve ser baseada em princípios que possibilitem sua elaboração e implantação, garantindo um desenvolvimento sustentável ao sistema” (MESQUITA, 2007, p. 14).

b) O incentivo à criação e ao desenvolvimento de associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis

A Lei também estimula a promoção do desenvolvimento social da reciclagem, através da inclusão formal dos catadores organizados em cooperativas, nos sistemas de logística reversa (INVENTTA, 2012).

Estima-se que existam 600 mil catadores de materiais recicláveis no Brasil. Estes atuam em sua maioria em lixões e aterros sanitários e são considerados os maiores responsáveis pela reciclagem no País. Como o fechamento dos lixões, determinado pela PNRS, é necessário a integração destes agentes na cadeia de reciclagem, gerando emprego e renda para os mesmos (MMA, s.d. b).

c) Logística reversa

O artigo 3º, inciso XII da PNRS, define a logística reversa como: “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos RS ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.

O conceito de logística reversa, é uma das formas de concretizar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (PLANO..., 2012), todas as partes relacionadas devem promover a coleta dos produtos em fim de vida útil a fim de restituí-los ao seu ciclo produtivo ou em outro e, se não for possível, encaminhá-los para a disposição final ambientalmente adequada. Um importante ator social nesta fase são os catadores, exercendo um papel estratégico para o sistema de logística reversa (IBAM, 2012).

> “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 [...]" (INVENTTA, 2012, p.13)

São obrigados, pela legislação, a estruturar, implementar e operacionalizar sistemas de logística reversa, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de (PNRS, Art. 33 e § 1o):

- Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso;
- Pilhas e baterias;
- Pneus;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes;
- Estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens.

A figura 3, ilustra o fluxo que os materiais definidos pela PNRS devem seguir no sistema de logística reversa:

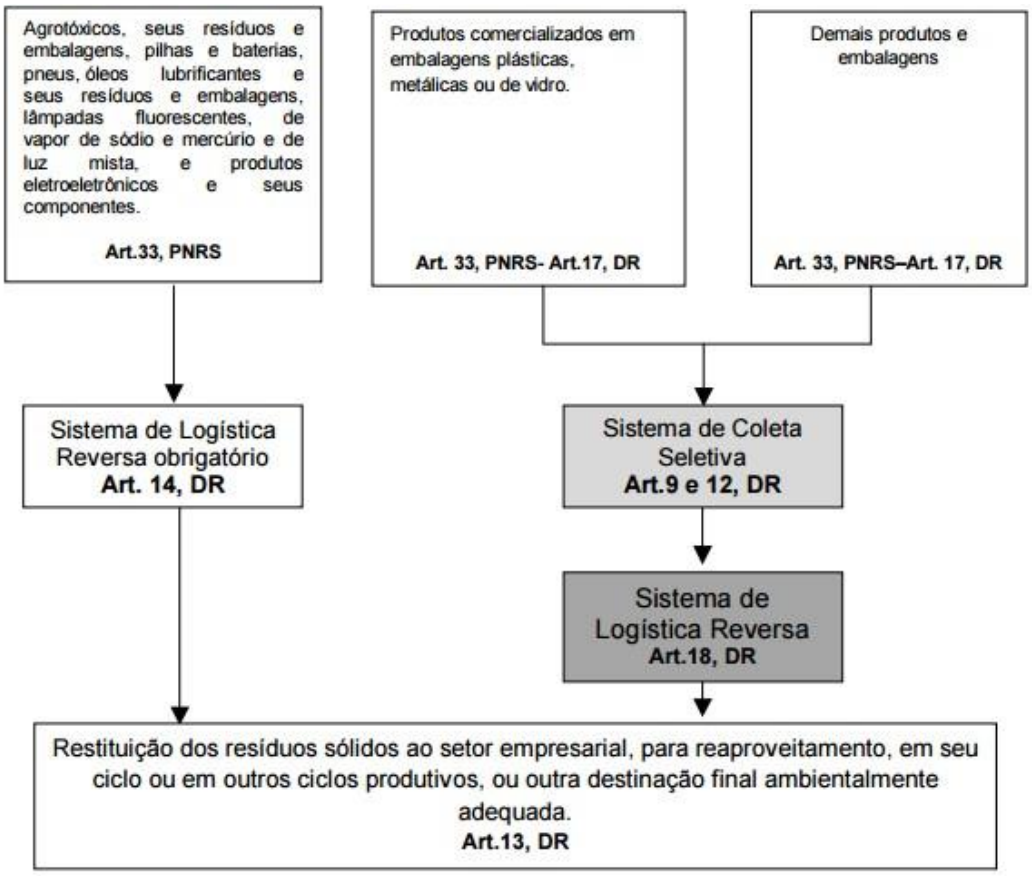

Figura 3 - Fluxo dos materiais definidos pela PNRS
Fonte: IBAM, 2012

Segundo a INVENTTA (2012) os equipamentos eletroeletrônicos são definidos como aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Estes podem ser divididos em quatro linhas:

- 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.

Idealmente, esses produtos só deveriam chegar ao final de sua vida útil quando não houvesse mais possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Porém, devido à introdução de

novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, eles são descartados mais rapidamente (INVENTTA, 2012).

Os REEE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados, que são elementos potencialmente tóxicos para pessoas que os manipulam e para o meio ambiente, entre outros. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala, portanto, a extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado e sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, custo e impacto bem maiores do que aqueles casos mais conhecidos como o das latas de alumínio e garrafas de vidro, por exemplo (INVENTTA, 2012).

O setor de televisores, que pertence à linha marrom dos produtos eletroeletrônicos, é o foco de análise deste trabalho.

3.4 REP E A PNRS

A PNRS adotou o princípio REP, impondo ao fabricante a responsabilidade de dar uma disposição final adequada aos resíduos de seus produtos, que deve ser cumprido por acordos setoriais (TRENTINELLA, 2014).

Uma vez que acordos setoriais tem um carácter contratual, eles apenas vinculam as partes, não sendo obrigatória sua participação, o que significa que as empresas não podem ser forçadas a assinar um. Portanto, as empresas só participarão se houver algum benefício previsto (TRENTINELLA, 2014)

Apesar de inovações da Lei em comparação com algumas falhas encontradas nas resoluções nº 257/1999 e nº 258/99, como a definição de metas e o princípio de responsabilidade compartilhada dos RS, com ações que envolvem os Municípios, os Estados, o setor empresarial e a sociedade civil (MASSOTE; DEMAJOROVIC; MORAES, 2015), algumas falhas ainda são encontradas para a eficácia da política.

Trentinella (2014) apresenta o caso do primeiro acordo setorial: um plano de logística reversa para embalagens plásticas de lubrificantes automotivos, que foi publicado no Diário Oficial da União em 7 de fevereiro de 2013. O acordo prevê dois tipos de metas: uma geográfica, que declara que a logística reversa deverá cobrir 70% dos municípios das regiões Sul, Sudeste e Nordeste (exceto os estados do Piauí e Maranhão) até 2014 e 100% dos

municípios até o final de 2016; e uma quantitativa, que define uma quantidade de 4.400t / ano de embalagens a serem enviadas para reciclagem até o final de 2016. Além disso, os fabricantes de embalagens devem utilizar pelo menos 10% de material reciclado na sua produção.

As principais falhas apontadas pelo autor, que podem tornar-se um obstáculo à eficácia do regime, são: primeiramente a reciclagem não é declarada como obrigatória na Lei e, além disso, não há penalidades estabelecidas em casos de não cumprimento do acordo. Tendo apenas referências sobre disposição inadequada de resíduos na Lei de Crimes Ambientais e na Lei Nacional de Políticas de Resíduos; o acordo não define claramente as responsabilidades pela logística reversa. O que gerará dificuldades para os consumidores e para o Ministério do Ambiente em identificar quem é efetivamente responsável pelo sistema de coleta e quais são os papéis das partes; Por fim, uma vez que não são obrigadas a participar do acordo, as empresas só se envolverão se obtiverem algum benefício. Além disso, esse regime contratual pode fazer com que algumas empresas respeitem o sistema de coleta, enquanto outras estarão totalmente isentas de quaisquer responsabilidades. O que torna suscetíveis o aparecimento de *free-rider*.

Como solução, Trentinella (2014) sugere que as obrigações de logística reversa e de reciclagem sejam vinculativas para todos os agentes de um determinado fluxo de resíduos. Essa combinação tem se mostrado eficaz no Japão, onde o regulamento de reciclagem, implementado desde o início dos anos 90, se aplica a todos os atores de um determinado setor econômico. “Os produtores de embalagens, eletroeletrônicos e automóveis são obrigados a reciclar pelo menos uma parte de seus produtos pós-consumo. Como resultado, a taxa de reciclagem no país atingiu 20,4% em 2012 e a geração de resíduos vem diminuindo desde 2000 [...]” (TRENTINELLA, 2014, p. 7, tradução nossa).

Algumas outras limitações da PNRS são citadas por Massote; Demajorovic; Moraes (2015) em seu trabalho sobre uma proposta de Acordo Setorial para a implementação do sistema de logística reversa para produtos de embalagens não perigosas.

A principal delas é a falta de incentivos econômicos às iniciativas de *eco-design*, como uma solução eficaz para promover o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis e também aumentar o uso de materiais reciclados na fabricação de outros produtos. Os problemas de transporte para a logística reversa, os conflitos entre produtores e varejistas relacionados à responsabilidade pelos custos e as lacunas tecnológicas na economia brasileira

se tornam desafios para a implementação bem-sucedida da política no país. Portanto, o incentivo fiscal deve ser integrado na PNRS, a fim de incentivar os produtores a investir na eco-inovação a fim de reduzir a quantidade de produtos que não podem ser reciclados (MASSOTE; DEMAJOROVIC; MORAES, 2015).

4. PANORAMA DOS TELEVISORES

4.1 O SETOR DE TELEVISORES

O início das transmissões de imagens e sons data da década de 1920, porém, até os anos 1950, quando houve o boom da televisão, eram poucas as pessoas que tinham acesso, tendo em vista o rádio como principal meio de comunicação e os altos preços dos aparelhos de TV. Em 1956, apenas seis anos após sua chegada, já existiam 1,5 milhão de televisores no Brasil (TECMUNDO, 2009). A televisão é hoje um dos aparelhos domésticos mais presentes nos domicílios brasileiros, ultrapassando o número de geladeiras e rádios em 2010 e ocupando 97,1% dos domicílios em 2015, o que corresponde a 68,037 milhões de residências (IBGE, 2015 apud TELECO, 2016).

A tabela 1 abaixo ilustra a penetração dos televisores nos domicílios brasileiros nos anos de 2010 a 2015

Tabela 1 - Domicílios brasileiros com televisão

	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Televisão	95,0%	96,9%	97,2%	97,2%	97,1%	97,1%
Domicílios	**57.324**	**62.117**	**63.768**	**65.130**	**67.039**	**68.037**

Fonte: adaptado de TELECO, 2016

O Brasil reúne algumas das principais fábricas de eletrônicos da América Latina. Devido aos extensos incentivos fiscais, o polo industrial de Manaus abriga alguns dos maiores complexos de indústrias do Brasil, com concentração das que atuam na produção de linha marrom, onde das 234 empresas com instalações na região, 46 produzem eletrônicos (Tech in Brazil, 2015).

O setor tem como desafios a dependência de componentes eletrônicos importados, aumentos de custos com desvalorização do câmbio ou com a alta dos preços de matérias primas como o aço, alumínio e plástico, além da acirrada concorrência, o que exige dos fabricantes constantes inovações nos produtos e investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Ademais, um fator de risco é a concorrência ilegal devido a contrabando e falsificações, principalmente nos produtos da linha marrom e portáteis (DEPEC, 2017).

O país importa quase 20,0% dos eletroeletrônicos consumidos no mercado interno, sendo que 68,0% são provenientes da China. A linha marrom corresponde a 36,8% do total de importações, onde os televisores correspondem a 2,6%, como mostra o gráfico 1 (DEPEC, 2017).

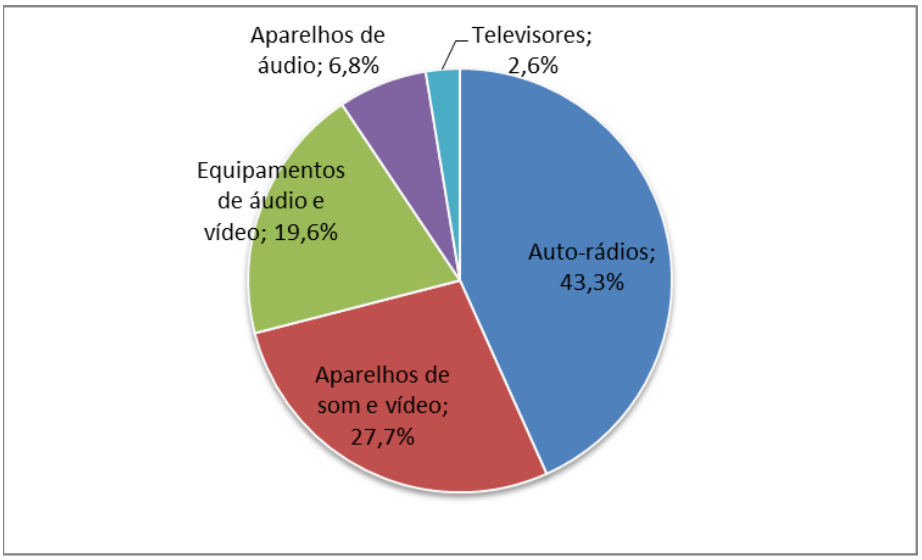

Gráfico 1 - Importações da linha marrom por produto em 2013
Fonte: ABINEE, Bradesco, 2017

Quanto às vendas internacionais, o Brasil exporta 4,0% dos eletroeletrônicos produzidos, em que mais de 80,0% é destinado aos países da Aliança Latino-americana de Integração (ALADI). [1]A linha marrom corresponde a 24,5% do total de exportações, sendo 21,2% representados pelos televisores, conforme o gráfico 2 (DEPEC, 2017).

[1] Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, México, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela

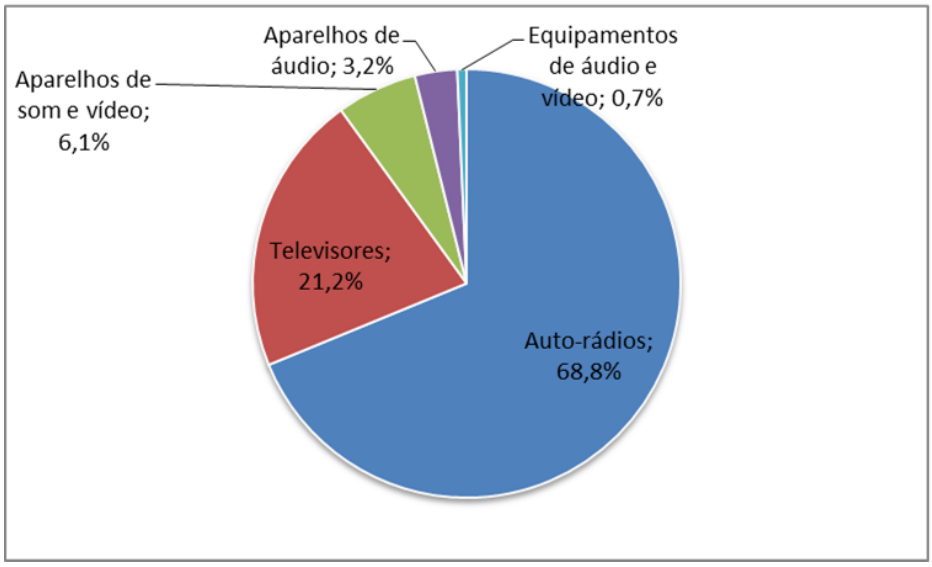

Gráfico 2 - Exportações da linha marrom, por produto em 2013
Fonte: ABINEE, Bradesco, 2017

Os indicadores do setor em 2016 não foram muito positivos. As exportações de TVs somaram US$ 410 milhões, retração de quase 98,0% em relação aos US$ 17.725 milhões exportados em 2015, enquanto as importações representaram US$ 8.606 milhões, frente aos US$ 37.475 milhões atingidos no ano anterior, resultando em uma balança comercial deficitária em US$ 8.196 milhões (TELECO, 2017). A tabela 2 resume estas informações:

Tabela 2 - Exportação e Importação de TVs

	US$ FOB (Milhares)		**Quantidade (Milhares)**	
	Exportados	**Importados**	**Exportados**	**Importados**
Jan-Mar/17	**19,00**	**1.606,00**	**0,08**	**8,00**
2016	410,00	8.606,00	1,46	49,00
2015	17.725,00	37.475,00	36,27	231,00
2014	43.311,00	27.364,00	58,88	143,00
2013	14.914,00	16.830,00	19,62	166,00
2012	419,00	20.038,00	3,27	249,00
2011	22.579,00	54.416,00	44,00	728,00
2010	52.190,00	82.346,00	81,00	1.360,00

Fonte: MDIC, sem data *apud* TELECO, 2017

Conforme ilustram as tabelas 3 e 4, a categoria de TVs faturou US$ 3.277 milhões em 2016, 6,0% a menos em comparação com o ano anterior, que teve um faturamento de US$ 3.475 milhões. Além disso, a produção do setor teve queda de 10,0% em 2016, que se adicionada à queda de 2015 (-35,0%), representa retração de mais de 40,0% nos últimos dois anos.

Tabela 3 - Faturamento Anual de TVs

US$ (Milhões)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TV em cores - Analógico	646,0	478,0	181,0	151,0	18,0	0,4	0,4
TV com Tela de Plasma	406,0	372,0	333,0	617,0	1.036,0	24,0	1,3
TV com Tela de LCD	5.682,0	6.744,0	6.516,0	5.874,0	5.168,0	3.451,0	3.276,0

Fonte: SUFRAMA, sem data *apud* TELECO, 2017

Tabela 4 - Quantidade Anual de TVs Produzidas

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TV em cores - Analógico	3.608.820	2.588.372	1.081.991	1.019.630	105.293	438	2.611
TV com Tela de Plasma	427.387	407.542	440.830	957.496	1.811.191	54.038	115
TV com Tela de LCD	8.160.800	10.868.833	12.195.412	12.467.240	12.620.221	9.442.931	8.527.438

Fonte: SUFRAMA, sem data *apud* TELECO, 2017

Em relação às vendas, no comparativo entre 2015 e 2016, foram vendidas 1.390.615 unidades de TVs a menos, como mostra a tabela 5, enquanto que no comparativo fev/2016 e fev /2017, foram vendidas 172.148 unidades a mais, um crescimento de 26,0% nas vendas. Porém, se comparar o período de 2017 - 2015, apura-se queda de 9,0% nas vendas, com 78.746 unidades vendidas a menos (ELETROS, 2017a).

Tabela 5 - Quantidade Anual de TVs Vendidas

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TV em cores - Analógico	3.600.167	2.732.542	1.215.561	1.050.902	151.900	4.340	3.029
TV com Tela de Plasma	433.241	403.181	426.873	1.020.007	1.859.817	54.732	3.524
TV com Tela de LCD	8.033.514	10.950.610	12.721.929	12.745.659	12.981.394	9.794.415	8.456.319

Fonte: SUFRAMA, sem data *apud* TELECO, 2017

Segundo Rui Agapito, um dos executivos da consultoria Gfk, essa expressiva queda nas vendas em 2016 se deve ao fato de o mercado de TVs ser impactado pela crise, onde os consumidores deixam de comprar esse tipo de eletrônico. Além disso, vale ressaltar o crescimento do número de vendas em 2014 com a chegada da Copa do Mundo (TecMundo, 2016).

Nesse cenário, os televisores inteligentes (*Smart TVs*) se destacam. No 1º trimestre de 2016, eles tiveram crescimento de 6,4% no volume de vendas e de 24,0% no faturamento em comparação com o mesmo período de 2015, representando 50,0% das vendas nacionais de TVs. Dentre as *Smart TVs*, as com tecnologia Ultra HD (UHD) se mostram promissoras, obtendo aumento de 167,0% em volume de vendas e 118,0% no faturamento entre o primeiro trimestre de 2015 e o de 2016, representando 13,0% do mercado brasileiro de TVs (GKF, 2016).

Segundo informativo da IHS Research de 2015, Samsung, LG e Sony são os fabricantes principais de TVs, onde a Samsung lidera o segmento desde 2006, tendo uma fatia de mercado de 21,0%. A LG ocupa o segundo lugar, com 12,6%, seguida da Sony, que não teve sua quota especificada. Ao longo da última década, as marcas sul-coreanas conquistaram o mercado da TV, com a Samsung e a LG tendo uma participação de mercado combinada de 33,6% em termos de vendas unitárias. Entre as marcas japonesas, a Sony é o único fabricante restante no top-5, onde a Panasonic perdeu força no setor, e Sharp, Toshiba, Hitachi, JVC e Pioneer já não são relevantes no mercado global de TV. Combinadas, as marcas japonesas possuem uma participação de 15,3% no mercado de TV. Por outro lado, as empresas chinesas continuam a ampliar sua quota de mercado, mantendo uma participação combinada de 27,5% no mercado global, além de estarem expandindo para a Europa e os EUA (IHS RESEARCH, 2015 *apud* FLAT PANELS HD, 2016).

De acordo com a Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (Eletros), o setor de televisores foi impactado por dois processos: migração do sinal analógico para digital em 2007 e migração da TV CRT *(Cathode Ray Tubes)*, que corresponde à Tubo de Raios Catódicos ou “tubo de imagem”, como é popularmente conhecido, para LCD e plasma. A indústria não fabrica mais TVs CRT no Brasil, sendo os itens restantes apenas dos estoques das lojas e não há venda de CRT desde outubro de 2016. Por sua vez, as TVs de

plasma registraram sua última venda em novembro de 2016. Assim, as TVs de telas finas LCD, representam hoje 100% de todas as TVs produzidas (ELETROS, 2017a).

Ainda assim, segundo dados divulgados pelo IBGE em 2015, 37,9% dos domicílios brasileiros possuíam apenas televisores de tubo, que só funcionam com sinal analógico, como mostra a tabela 6.

Tabela 6 - Distribuição dos domicílios com televisão, segundo o tipo de televisão

%	2013	2014	2015
Somente de Tela Fina	24,3	33,6	42,5
Somente de Tubo	54,5	44,3	37,9
Tela Fina e Tubo	21,2	22,1	19,6

Fonte: adaptado de TELECO, 2016

O presidente da Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT), Daniel Slaviero, declarou que “o alto número de domicílios com TV de tubo coloca um desafio extra no processo de desligamento da TV analógica, pois as pessoas precisarão trocar estes televisores ou comprar um conversor para adaptar seus receptores”, ficando impossibilitadas de acessar programação televisiva por meios convencionais quando concluído o processo de substituição pelo sinal digital. A Associação estima que atualmente 55,0% dos domicílios têm acesso ao sinal digital, considerando os 30 milhões de novos receptores digitais vendidos entre 2014 e 2015 (ABERT, 2015).

O desligamento do sinal analógico, que já ocorreu em São Paulo, está previsto para concluir em todo território nacional até 2023 (Tecnoblog, 2016). A Eletros acredita que a transição irá aumentar as vendas de TVs no país, tendo em vista que todos os mercados estudados que passaram por esse processo tiveram um crescimento significativo nas vendas. Porém, a associação acredita que, por mais que a população tenha sido avisada, a alta virá após o desligamento do sinal, tomando o México como exemplo, que fez a transição para o sinal digital em 2015 (ELETROS, 2017b).

O volume de REEE gerado influencia todo o planejamento para implantação de um sistema LR; na figura 4 vemos a inserção de equipamentos eletroeletrônicos da linha marrom no mercado brasileiro nos anos de 1996 a 2011, estimados a partir dos dados de vendas, importação e exportação. É possível notar que os televisores/monitores se sobrepõem frente

aos demais eletroeletrônicos da linha (INVENTTA, 2012), o que reforça a importância da estruturação do sistema de LR para tais equipamentos.

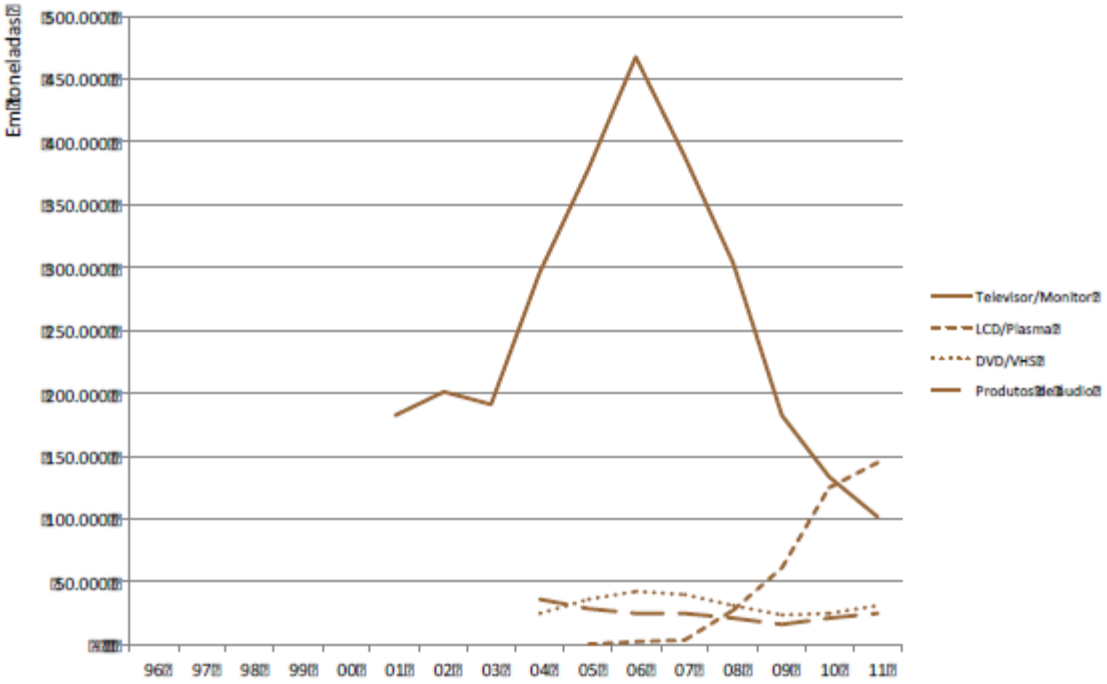

Figura 4 – Inserção de eletroeletrônicos da linha marrom no mercado nacional
Fonte: ABINEE, ELETROS, sem data *apud* Inventta. 2012

O cálculo do potencial de produção de REEE é realizado a partir do tempo de vida útil do equipamento. Como a vida útil dos televisores/monitores é de 10 anos e em 2011 tivemos a inserção de aproximadamente 100.000 toneladas, em 2021 haverá um potencial de produção de 100.000 toneladas de resíduos pós consumo de televisores/monitores (INVENTTA, 2012).

4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS TELEVISORES

A migração para o sinal digital juntamente com a substituição pelas novas tecnologias e a consequente obsolescência das TVs CRT, trazem preocupações quanto ao descarte inadequado destes aparelhos e os problemas ambientais e à saúde humana que este pode causar. Visto que muitas pessoas não sabem o que fazer com os aparelhos e acabam optando por descartá-los no lixo comum, seja por falta de informação ou ausência de locais apropriados para o descarte (do Nascimento et al., 2010 apud ABDI, 2012).

O tubo é a parte mais complicada de se reciclar e representa um grave problema ambiental, pois como mostra a tabela 7, este representa quase 58% do peso de um monitor CRT, que contém cerca de dois a três quilos de chumbo; um metal pesado, que, em contato, pode causar alterações genéticas, atacar o sistema nervoso, a medula óssea e os rins, além de ser um agente cancerígeno. (VEIGA et al, 2013).

Tabela 7 - Composição dos Monitores CRT

Material	% do Peso
Placa marrom	13,7
Bobina defletora	4,7
Alumínio	0,8
Ferro	3,6
Plástico	18,0
CRT	57,7
Fiação	1,0

Fonte: VEIGA et al, 2013

Além do chumbo, outros elementos tóxicos como o fósforo, cádmio e o mercúrio também estão presentes nos monitores CRT. O cádmio, por exemplo, entra no organismo humano e segue os mesmos caminhos de metais importantes, como o zinco e o cobre, se acumulando principalmente nos rins, fígado e ossos, e podendo levar a disfunções renais e osteoporose. O mercúrio, por sua vez, é facilmente absorvido pelas vias respiratórias quando na forma de vapor e pela pele na forma líquida. Em altas concentrações, pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos, além de causar vários distúrbios neuropsiquiátricos, problemas nos pulmões, no sistema digestivo e arterial. Se descartados em lixões ou aterros, devido ao aumento de temperatura do local, o vidro dos monitores CRT tende a se romper, liberando esses materiais diretamente no solo, podendo contaminar o lençol freático e atingir a população do entorno (VEIGA et al, 2013).

Devido às constantes inovações nos EEE (sejam quanto às funções ou design), curto prazo de vida útil ou então devido à indisponibilidade de peças ou inviabilidade econômica de conserto em comparação com aparelhos novos, modelos mais atuais, como os televisores LCD, também já estão sendo descartados, trazendo novos desafios para a reciclagem

(ECYCLE, 2013a). Estima-se que os novos televisores durem de 40.000 a 90.000 horas seguidas ligados, o que equivaleria a algo entre 4 e 10 anos. Porém, este tempo irá variar de acordo com o tipo, marca, utilização e posição/ambiente em que a TV se encontra (CCM, 2016).

Os televisores de Plasma, LCD e LED têm em sua composição basicamente materiais poliméricos e metálicos, como mostra a tabela 8 (ECYCLE, 2013a).

Tabela 8 - Composição das TVs

Material	%
Plásticos	20,6
Ferro/Aço	47,9
Metais não ferrosos	12,7
Vidro	5,4
Placas de circuito impresso (PCI)	3,1
Madeira	2,6
Outros	7,7

Fonte: ECYCLE, 2013a

Alguns destes materiais, entretanto, podem prejudicar gravemente o meio ambiente e a saúde humana se descartados de forma inapropriada. As TVs de LCD, por exemplo, possuem arsênio no vidro e mercúrio nas lâmpadas fluorescentes usadas para iluminar a tela. Como explicado anteriormente, o mercúrio pode trazer graves riscos à saúde humana, enquanto que o contato com o arsênio em quantidades significativas, pode causar intoxicação crônica, o que leva a lesões na pele como hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga, pulmão, rins e doença vascular periférica (ECYCLE, 2013a). As telas de LED, por outro lado, ainda contêm uma quantidade substancial de chumbo, apesar disso, as lâmpadas de LED podem ser recicladas, ao contrário das de mercúrio (ECYCLE, 2013a; THOMAS N., 2014).

4.3 RECICLAGEM DOS TELEVISORES

Em razão da alta concentração de chumbo em seu interior, a reciclagem de monitores e TVs CRT deve ser considerada como reciclagem de resíduo perigoso. Segundo a legislação brasileira, tais resíduos não podem ser destinados a aterros sanitários e devem estar identificados para tratamento e destinação ambientalmente corretas, devendo-se adotar a norma 10004 da ABNT. Por exigir alto cuidado na descontaminação dos materiais a serem reutilizados, esta descontaminação resulta num processo caro, havendo ainda poucas empresas que fazem esse tipo de serviço (ATIVA, 2007).

A maior parte dos materiais do CRT (placa marrom, bobina, ferro, alumínio, plástico, fiação) pode seguir direto para reciclagem, já o tubo necessita de um processo especial. Segundo o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) da USP, este deve ser aberto por uma máquina especial em ambiente vedado, separando o vidro frontal, que pode ser reciclado diretamente por não estar contaminado, e o vidro do tubo, que contém o chumbo, que pode ser moído e agregado, em partes, a vidros que necessitam de refração de luz (brilho), como cristal (CEDIR, sem data *apud* ECYCLE, 2013b).

Quanto aos novos modelos de TVs, ainda não foram desenvolvidas técnicas de reciclagem para todas suas partes e componentes, por se tratarem de resíduos complexos. O foco das pesquisas de reciclagem tem estado voltado para a Placa de Circuito Impresso (PCI), que contem materiais de valor e não renováveis, como ouro, prata, platina, níquel, estanho, entre outros.

Por conta dessa realidade, a PNRS tornou obrigatória a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa. Para tanto, definiu-se que o consumidor deve contatar a empresa fabricante do aparelho (ECYCLE, 2013a). Fabricantes como a LG e Samsung, por exemplo, realizaram campanhas pontuais para coleta de TVs antigas, que buscavam gratuitamente estes aparelhos na casa do consumidor em algumas regiões, garantindo o descarte correto e seguro para o meio ambiente (LG, 2012; SAMSUNG, 2016).

5. POLÍTICAS DE REEE EM OUTROS PAÍSES

Para melhorar a coleta, o tratamento e a reciclagem de produtos eletroeletrônicos ao final de sua vida útil e contribuir para uma economia mais circular, o Parlamento e o Conselho Europeu introduziram duas leis: a diretiva relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em EEE (RoHS Directive 2002/95/EC) e a diretiva relativa aos REEE (WEEE Directive 2002/96/EC), ambas em vigor desde fevereiro de 2003. A RoHS Directive determina que metais pesados, como chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, e retardadores de chama tais como polibromobifenilo (PBB) ou éter de difenilo polibromado (PBDE) devem ser substituídos por alternativas mais seguras. Enquanto que a WEEE Directive prevê a criação de sistemas de coleta, onde os consumidores possam devolver seus EEE usados gratuitamente, visando aumentar a reciclagem e reutilização dos REEE (EUROPEAN COMMISSION, 2017). Devido ao rápido aumento dos fluxos de resíduos, em dezembro de 2008, a Comissão Europeia propôs a revisão destas diretivas, com o objetivo de aumentar a quantidade de lixo eletrônico devidamente tratado e reduzir a quantidade destinada para descarte comum. O objetivo da reformulação da diretiva RoHS também era diminuir os encargos administrativos e garantir a coerência com as novas políticas e legislações que abrangem, por exemplo, os produtos químicos e o novo quadro legislativo para a comercialização de produtos na União Europeia. A segunda diretiva RoHS (RoHS Directive 2011/65/EU) foi publicada em 1 de julho de 2011 e efetivada em 3 de janeiro 2013. Uma nova diretiva REEE (WEEE Directive 2012/19/EU) entrou em vigor em 13 de agosto de 2012, sendo efetivada em 14 de fevereiro de 2014. A nova legislação define que, até 14 de agosto de 2018, todos os EEE deverão estar sob o âmbito de aplicação da mesma (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

Em 4 de fevereiro de 2013, a Comissão Europeia solicitou às Organizações Europeias de Normalização que estabelecessem normas para o tratamento dos REEE. As normas desenvolvidas contemplam todos os produtos abrangidos pela nova diretiva REEE e abordam a coleta, o transporte e o tratamento, enquanto as normas futuras, que estão em desenvolvimento, abrangerão a preparação para a reutilização dos REEE. Nestas estão incluídos a EN 50625-2-2, que contempla requisitos de coleta, logística e tratamento para CRTs e monitores de tela plana e a TS 50625-3-3, com especificação para a despoluição de

CRTs e monitores de tela plana, que ainda não foi publicada (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

A nova diretiva REEE (2012/19 / UE) introduz um aumento gradual nas metas de coleta, que deverão ser aplicadas conforme apresentado na tabela 9:

Tabela 9 - Taxas mínimas para coleta seletiva de REEE

Data	Taxa de coleta mínima anual
Até 31 de dezembro de 2015	Pelo menos 4 kg/habitante de REEE dos consumidores particulares; OU O mesmo peso que o montante médio de REEE recolhido nesse Estado-Membro nos três anos anteriores; O número mais alto continua a se aplicar.
De 2016 até 2018	45% dos EEE colocados no mercado, calculados com base em: - o peso total dos REEE recolhidos; e - o peso médio de EEE colocado no mercado nos três anos anteriores.
A partir de 2019	65% dos EEE colocados no mercado, calculados com base em: - o peso total dos REEE recolhidos; e - o peso médio de EEE colocado no mercado nos três anos anteriores. OU 85% dos REEE gerados no território desse Estado-Membro. (Os Estados-Membros poderão escolher uma destas duas formas equivalentes para medir o indicador que desejam reportar.)

Fonte: EUROPEAN COMISSION, 2012

Dados de 2014 mostram que nove países europeus não atingiram a meta de 4kg/habitante para REEE coletados de particulares, sendo eles: Estônia, Croácia, Itália, Chipre, Letônia, Romênia, Malta, Polônia e Eslováquia. Apesar da Eslováquia ter ficado bem próxima, com 3,89Kg/habitante. Enquanto que onze Estados-Membros da UE (Áustria, Bulgária, Dinamarca, Finlândia, Hungria, Irlanda, Lituânia, Países Baixos, Portugal, Eslováquia e Suécia) e Liechtenstein e Noruega superaram a taxa de 45% de coleta, com a Alemanha muito perto da marca. Bulgária, Lituânia e Liechtenstein chegaram a ultrapassar até mesmo a taxa de 65% de REEE coletados, porém, esta alta taxa reportada na Bulgária

deve ser considerada com cautela, pois é provável que tenha ocorrido uma subestimação da quantidade de EEE colocada no mercado (EUROPEAN COMMISSION, 2016).

Os Estados-Membros têm a obrigação de fornecer os dados sobre a realização dos objetivos de coleta, reutilização, reciclagem e/ou recuperação de REEE no prazo de 18 meses a contar do final do ano de referência, com base na Decisão da Comissão 2005/369/EC, que estabelece regras para o controle da conformidade dos Estados-Membros e a criação de formatos de dados para efeitos da Diretiva 2012/19/EU do Parlamento Europeu e do Conselho sobre REEE (EUROPEAN COMMISSION, 2016).

No processo de logística reversa na Alemanha, as autoridades públicas de resíduos coletam os produtos descartados, enquanto os revendedores também podem aceitar voluntariamente REEE retornados e transportá-lo para o produtor ou para as autoridades. No Reino Unido, os produtores são obrigados por lei a aderir aos esquemas de conformidade do produtor e devem financiar o tratamento, a recuperação, a reciclagem e a eliminação ambientalmente correta dos REEE. A manipulação é feita por uma rede de instalações de tratamento autorizadas e exportadores aprovados. Os distribuidores também são obrigados a facilitar o retorno gratuito, provendo sistemas de recolhimento nas lojas. Ainda assim, lacunas nas leis permitem que grandes quantidades de resíduos eletrônicos declarados para reciclagem sejam enviadas para países como Índia, China e Nigéria (WILSON; ROBERTS, 2015).

Nos Estados Unidos, vários fabricantes e varejistas participam de programas de retorno. Existe legislação em 25 estados para cobrir a disposição e coleta de resíduos eletrônicos. Tais legislações seguem basicamente dois modelos diferentes: o primeiro modelo - promulgado por 24 estados e por Washington - incentiva a maior responsabilidade do produtor, no qual o fabricante paga para coletar e reciclar seus produtos, onde os tipos de produtos cobertos por esta lei variam de acordo com os estados; o segundo é o modelo de taxa de reciclagem avançado, onde os consumidores pagam aos varejistas uma taxa no momento da compra, que é depositada em um fundo de reciclagem estadual (WILSON; ROBERTS, 2015).

Em 2011, uma força-tarefa lançou a Estratégia Nacional para a Administração de Eletrônicos, que fornece uma estrutura para incentivar a gestão de eletrônicos nos EUA. A partir de então, foram estabelecidas diretrizes de melhores práticas para o governo federal e, voluntariamente, para varejistas e fabricantes seguirem (WILSON; ROBERTS, 2015).

6. LOGÍSTICA REVERSA DE EEE NO BRASIL

6.1 SISTEMA PROPOSTO

Com o intuito de promover orientação estratégica na implantação dos sistemas de LR, o decreto nº 7.404 criou o Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa, que é presidido pelo Ministério do Meio-Ambiente (MMA).

O MMA contratou então, estudos para propor modelagens para LR dos REEE no Brasil, dentre as consultorias verificadas, a INVENTTA foi a selecionada.

Como resultado de um convênio firmado entre a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC), destinado a subsidiar a consultoria selecionada na formulação de acordo setorial para a implantação do processo de LR para o setor eletroeletrônico, foi apresentada pela INVENTTA uma análise de viabilidade técnica e econômica sobre a logística reversa de EEE.

O estudo apresentado pela INVENTTA (2012), identificou as variáveis-chaves para a definição da modelagem da LR para os REEE, são elas:

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

A definição do modelo de cada variável-chave sugerida para a LR dos REEE no Brasil são apresentamos na tabela 10.

Tabela 10 – Modelagem sugerida para a LR dos REEE no Brasil

Variável	Modelo	Observação
A. Fonte dos recursos para a viabilização	Custos compartilhados .	Consumidor (logística primária), Comércio (ponto de recebimento e frete primário) e Fabricante/Importador (frete primário, triagem, frete secundário e processamento).
B. Responsabilidade pelos 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	Apenas 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	O REEE será tratado como não perigoso durante a cadeia de LR, não devendo ser descaracterizado até chegar à recicladora, quem deverá estar devidamente licenciada para processar sua destinação.
F. Reuso no sistema de LR	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 REEE por marca	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. Responsabilidade proporcional 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.

Fonte: adaptado de INVENTTA, 2012

O estudo de viabilidade ainda demostra que, para a estruturação de um sistema de LR para os REEE, deve-se considerar algumas particularidades.

Primeiramente, por falta da estrutura adequada de coleta e de informação, muitas vezes o usuário acaba optando por depositar os equipamentos pós-consumo junto ao resíduo comum. Para que os consumidores adiram ao sistema e façam o descarte adequado dos materiais, é necessário que o processo seja fácil, como por exemplo, sistemas diferenciados de descarte para diferentes portes de equipamentos: retirada nas residências para equipamentos de grande porte (Refrigeradores, Fogões, Lava roupa e Ar condicionado), e pontos de entrega voluntária para equipamentos menores (Televisor/Monitor, LCD/Plasma, DVD/VHS, Produtos de áudio, Desktop, Notebooks, Impressoras, Celulares, Batedeira, Liquidificador, Ferro elétrico, Furadeira) (INVENTTA, 2012).

A indústria brasileira de reciclagem de REEE, encontra-se concentrada usualmente em áreas industrializadas ou de intensa atividade econômica. Como pode ser observado na figura 5.

Figura 5 – Nº de recicladoras de REEE atuantes no Brasil por estado.
Fonte: INVENTTA, 2012

Apesar da grande extensão territorial e de condições adversas como a de infraestrutura precária de algumas regiões, alternativas modais reduzidas, diferenças regionais de tributação e custos de operação, entre outras, o setor de logística brasileiro é um setor robusto e conecta todas as regiões do país. Ressalte-se ainda que diversos representantes do setor indicam uma subutilização da capacidade instalada, tendo potencial para expandir o volume de material processado (INVENTTA, 2012).

A necessidade de transportar REEE para as áreas onde se concentram as recicladoras, levantam preocupações principalmente por aspectos tributários. Onde, a princípio, há taxação sobre toda mercadoria transportada interestadualmente, tornando o sistema excessivamente oneroso (INVENTTA, 2012).

6.2 CONSULTA ÀS EMPRESAS

Para a realização desse trabalho, foi realizada uma pesquisa através de um questionário (que se encontra no Anexo A), sobre as práticas de logística reversa e tratamento de resíduos pós-consumo de televisores com empresas fabricantes de TVs comercializadas no

país e com empresas de reciclagem de REEE. Inicialmente, tentou-se contato com as empresas através de e-mails disponibilizados pelos sites das mesmas, solicitando encaminhamento para setor responsável para resposta ao questionário, porém em sua maioria não houve retorno. Passou-se, então, para contato através de redes sociais, onde, das seis empresas recicladoras contatadas, apenas uma respondeu e das sete empresas fabricantes contatadas, apenas duas, aqui chamadas de empresa X e Y.

Dentre as empresas de reciclagem, foram percebidos dois tipos de operações, empresas que cobram dos consumidores para receber os eletroeletrônicos e empresas que recebem gratuitamente os produtos. A recicladora que respondeu ao questionário, segue o segundo modelo e opera na cidade de Juiz de Fora – MG. O sistema funciona através de um disk-coleta, onde o consumidor agenda um dia e horário para que eles possam buscar os REEE no local indicado. Atualmente a empresa opera sozinha o processo de coleta, mas está negociando uma parceria com uma rede de supermercados da cidade para atuar como um Eco-ponto, onde as pessoas poderão deixar os REEE pós-consumo. A rede de supermercado em questão é a maior da cidade e conta com 14 lojas.

Ao chegar na empresa, os equipamentos passam por um processo de triagem e, caso ainda estejam funcionando, são armazenados, caso contrário, seguem para o processo de desmontagem. Com o desligamento do sinal analógico, os televisores CRT já estão seguindo diretamente para o processo de desmontagem, mesmo que estejam em funcionamento. A empresa separa os materiais dos televisores, como plástico, ferro, fios, cobre, PCI, entre outros e encaminha os materiais para empresas que realizam os respectivos processos de reciclagem. Devido à alta toxidade do tubo de imagem dos CRTs, este é moído, separado e encaminhado para uma empresa especializada, que descontamina o vidro e o transforma em porcelanato líquido.

Todos os custos de coleta são de responsabilidade da empresa, que ganha apenas em cima do material vendido. A recicladora declarou que precisa atuar em grandes quantidades para obter lucro, mas que seu objetivo maior é colaborar com o meio ambiente. Com a promulgação da PNRS, eles esperam fechar parcerias com grandes empresas, tendo em vista que muitas ainda não estruturaram seu sistema de logística reversa, o que se mostra como uma grande oportunidade.

Na semana do meio ambiente, a empresa instalou uma tenda no centro da cidade com intuito de atuar como um ponto de recolhimento e esclarecimento junto à população a respeito

do descarte correto de REEE. Ao total, foram recolhidas cerca de 4,3 toneladas de lixo eletrônico, evitando que esses equipamentos fossem encaminhados para lixões sem o devido tratamento. Segundo a recicladora, em breves mais campanhas como esta serão realizadas para atender toda população.

Sobre as fabricantes consultadas, a empresa X é japonesa, com sede em Osaka, fundada em 1918. A companhia conta hoje com 496 empresas consolidadas, 257.533 funcionários e vendas de 7.343,7 bilhões de yen, representando cerca de 7,5 a 8% de participação de mercado (THE ECONOMIC TIMES, 2017). Fundada no Brasil em dezembro de 1967, atua com uma ampla gama de produtos desde pilhas e baterias, áudio e vídeo, telecomunicações, broadcasting, industrial e acessórios. A empresa Y ocupa o segundo lugar no mercado de televisores, com uma fatia de 12,6% (IHS RESEARCH, 2015 *apud* FLAT PANELS HD, 2016), apresentando vendas globais de US $55,91 bilhões em 2014. Criada em 1958, a empresa sul-coreana controla 119 subsidiárias em todo o mundo, com aproximadamente 83.000 executivos e funcionários e é composta por quatro unidades de negócios: entretenimento doméstico, comunicações móveis, eletrodomésticos e soluções para ar e componentes de veículos, sendo um dos principais produtores mundiais de TVs de tela plana, aparelhos celulares, ar condicionados, máquinas de lavar roupa e frigoríficos.

Assim como maioria das empresas fabricantes de eletroeletrônicos, ambas as empresas consultadas fazem parte da Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE), uma associação sem fins lucrativos, criada em junho de 2011, com o propósito de organizar a gestão de resíduos sólidos pós-consumo e implementação de sistemas coletivos de LR em larga escala, além de promover a destinação ambientalmente adequada dos equipamentos através da contratação de empresas recicladoras terceirizadas, que sejam homologadas por pessoal técnico certificado. Segundo a ABREE os REEE são, em sua maioria, reciclados e, aqueles para quais não existe reciclagem são enviados para aterro sanitário (ABREE, s. d.).

Para atendimento e orientação aos consumidores que desejam se desfazer de um aparelho televisor, a empresa X disponibiliza os seguintes meios de contato: E-mail, Rede social, SAC e a rede de assistência técnica. Tendo a ABREE como sua entidade gestora para a operacionalização da LR de seus produtos, é ela quem gerencia toda a cadeia da LR, desde a coleta até a reciclagem. A empresa ainda declarou que está em negociações com o MMA e

que protocolou neste ministério em maio 2017 um ofício solicitando ao ministro do meio ambiente, a resolução de alguns entraves à implementação da LR em âmbito nacional.

Apesar de também ser associada da ABREE, a empresa Y implementou em 2011 o Programa Coleta Inteligente, que viabiliza o descarte ambientalmente correto de seus eletroeletrônicos, através de postos de recebimento espalhados por vários estados brasileiros. O consumidor pode obter informações e consultar os endereções dos pontos de recebimento diretamente através do site da empresa ou por telefone, também disponibilizado no site. O destino final ambientalmente adequado inclui reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético ou outras finalidades admitidas pelos órgãos competentes, observando normas operacionais específicas. Os resíduos perigosos, como chumbo e mercúrio, são separados dos demais materiais e passam por um reprocessamento especial tornando-se a matéria-prima que é encaminhada às indústrias especializadas.

Em relação às campanhas de conscientização dos consumidores sobre o sistema de coleta, na empresa X este processo também é por conta da ABREE. Já a Y realiza a campanha através do Programa Coleta Inteligente, que neste ano fará a distribuição de urnas de recebimento de produtos eletroeletrônicos e cartilhas informativas, como *banners* e *posters*, em Assistências Técnicas, lojas, escritórios e fábricas.

Os custos de tratamento/destinação final dos REEE são arcados pelas próprias empresas fabricantes. Segundo a X, este é um dos entraves para a implementação do sistema, tendo em vista que custos de coleta, transporte, desmontagem e reciclagem dos REEE são altíssimos e a maioria dos eletroeletrônicos não geram receita após a reciclagem. A empresa acredita que para o financiamento do sistema, o pleito do setor empresarial é a implementação de um "Eco-valor" e a desoneração de toda a cadeia de reciclagem.

De acordo com ambas as empresas, os indicadores para reciclagem/destinação final do material, são de 100% dos produtos recebidos dos consumidores, enquanto que a meta de coleta de resíduos, segundo a Y, ainda está em discussão em âmbito federal, de forma setorial. Já de acordo com a X, a meta é atingir até o quinto ano após a assinatura do Acordo Setorial o recolhimento e a destinação final ambientalmente adequada de 17% em peso dos produtos eletroeletrônicos que foram colocados no mercado nacional no ano anterior ao da assinatura do Acordo Setorial. Em comparação com a meta europeia, de 45%, vemos que o percentual proposto pelo modelo brasileiro é pouco representativo, frente ao montante de equipamentos inseridos no mercado.

Com relação à influência da PNRS nas estratégias de projeto dos produtos de forma que se tornem mais fácil de reciclar, a X se diz comprometida com todo o ciclo de vida de seus produtos e que mantém em seus centros de pesquisa e desenvolvimento no Japão, pessoal técnico dedicado para tais desenvolvimentos, pois esta não é uma necessidade não apenas do Brasil, mas do mundo todo. A Y declarou que também realiza estudos neste sentido. Contudo, como os centros de tecnologia destas empresas são globais, estes são pautados pelos grandes consumidores, como Europa e EUA. Portando, dificilmente uma lei brasileira, que cobrará coleta de 17% dos equipamentos colocados no mercado, terá algum peso na decisão de novas tecnologias.

Dentre os principais desafios encontrados para se adequar aos requisitos da PNRS, os seguintes foram relatados pelas empresas consultadas:

- Implementação da Taxa visível (Eco-valor);
- Falta de um Decreto de isonomia entre todos os atores, promovendo a igualdade de obrigações para fabricantes e importadores;
- Falta de legislação para a implementação de um Documento auto declaratório de forma a isentar impostos no transporte de REEE;
- Ajustes nos âmbitos de documentação e estrutura para a destinação/disposição ambientalmente adequada dos REEE;
- Conscientização sobre a necessidade da destinação e disposição ambientalmente adequada dos resíduos.

Devido à falta de retorno por parte das empresas fabricantes, entrou-se em contato com as mesmas através dos canais de tele-atendimento, buscando informação sobre procedimentos para descarte de televisor antigo. Dentre as empresas contatadas (LG, Semp Toshiba, Philips, Sony e Panasonic), em todos os casos foram passados via telefone ou constavam em seus sites os postos de suporte técnica como ponto de coleta, porém ao contatar os lugares indicados, todos declararam que não recebiam o descarte de aparelhos antigos, oferecendo apenas assistência técnica aos equipamentos.

7. CONCLUSÕES

O sistema de EC, embora traga uma ideia mais robusta à gestão de RS ao incluir uma perspectiva de ação, não é um conceito novo. Ele surge como uma evolução do sistema de REP no qual se baseia fundamentalmente, incorporando muitos de seus princípios em sua formulação, como o de *leasing*, *servicizing*, poluidor-pagador e *eco-design*, por exemplo. Para uma política ambiental mais eficiente e visando sanar algumas falhas da REP na Europa, principalmente em promover o *design* mais ecológico dos produtos, o pacote de EC traz algumas mudanças para o sistema de REP. Este busca ter um maior controle sobre as metas estabelecidas nas políticas e sobre as práticas das empresas por meio da elaboração de relatórios. Além disso, o modelo foca no princípio do poluidor-pagador para promover o *eco-design* dos produtos.

As experiências de REP no Brasil também tiveram algumas falhas, entre elas destaca-se, assim como no caso europeu, a falta de incentivos a avaliação do redesenho dos produtos sob a ótica ecológica, fato que pode ser explicado pela baixa capacidade tecnológica do país. Outro ponto de falha encontrado nas iniciativas foram a falta de monitoramento das agências ambientais para garantir que as empresas estavam cumprindo suas responsabilidades.

Quase sete anos após a promulgação da Lei nº 12.305/2010, através do estudo foi possível perceber que falhas que ocorreram antes de sua implementação, voltam a se repetir. Apesar da PNRS indicar o estímulo ao uso de matéria-prima reciclada no processo produtivo e estudos para atingir o *eco-design* do produto, não foi encontrada nenhuma medida concreta nesse sentido, sendo identificadas apenas iniciativas experimentais isoladas que preveem a utilização de matérias-primas renováveis ou já recicladas na fabricação de EEE (INVENTTA, 2012). Contudo, as empresas consultadas alegaram realizar ações neste sentido, mas deve-se levar em conta que são empresas multinacionais, e que este conceito tem sido trabalhado não só devido à PNRS, mas como consequência da mudança na legislação de diversos outros países.

Uma importante questão relativa aos sistemas de LR diz respeito ao estabelecimento de metas. No sistema europeu, foram criadas tanto metas de coleta quanto de reciclagem e, sendo assim, as empresas devem se adaptar para cumpri-las. A ausência de metas quantitativas para medir o desenvolvimento dos sistemas de coleta e tratamento e sistemas de controle sobre a norma, foram um grande problema encontrado nas experiências prévias de

REP no Brasil.Com relação ao acordo setorial assinado após a promulgação da PNRS, as metas brasileiras se mostraram bastante tímidas, quando comparadas com padrões internacionais.

A partir da consulta realizada com as empresas fabricantes de televisores, foi possível perceber que os sistemas de LR ainda não foram inteiramente implementados pelas mesmas e que estas ainda encontram alguns desafios para tal implementação, principalmente quanto aos custos de coleta e tratamento dos REEE e taxação sobre mercadoria transportada interestadualmente.

Devido à falta de estrutura da coleta e da logística, o setor de reciclagem no Brasil apresenta instabilidade no fornecimento de materiais, o que ocasiona na falta de condições de investimento em tecnologia de ponta. O setor de reciclagem de REEE apresenta baixa eficiência quando comparado com tecnologias existentes em outros países, tanto que o Brasil exporta material de alto valor agregado (contendo 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 no país, para tanto o setor reivindica que a reciclagem passe a ter uma carga tributária menor, estimulando a prática desta atividade de suma importância para a sociedade e o meio ambiente (INVENTTA, 2012).

No modelo proposto pela Inventta (2012), para que se consiga atingir os objetivos 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.

Tendo em vista que a adesão dos consumidores à cadeia de LR está condicionada à informações e conscientização de sua importância, e à facilidade em se realizar o processo de retorno, campanhas periódicas de recolhimento em municípios não cobertos por pontos fixos

podem não ser tão eficazes. Para além disso, estruturas de incentivo econômico como aquelas previstas em sistemas baseados na REP e na EC permitiriam aumentar consideravelmente os desafios da baixa mobilização.

Uma saída seria adotar medidas similares as usadas na cadeia de LR de cascos de cerveja e baterias de carro. Nestes modelos, o consumidor recebe um desconto ao deixar a sucata da bateria ou os cascos vazios nas lojas na hora da recompra. No caso dos cascos de cerveja, a troca proporciona redução de até 30% do valor (Folha de São Paulo, 2016). E, segundo um estudo de caso sobre LR de baterias automotivas realizado em uma rede de autocentros do estado do Piauí, o principal fator para a devolução da bateria por parte do cliente é o econômico, e cerca de 98% dos casos os clientes deixam a bateria inservível na compra de uma nova (SOUSA, RODRIGUES, 2014).

Princípios defendidos pela EC, como projetar sem resíduos e utilizar insumos puros, não tóxicos/mais fáceis de separar e redesenhar, se mostram ainda mais necessários no caso dos televisores, que devido a presença de matérias tóxicos como o chumbo e mercúrio, trazem graves problemas ao meio ambiente e à saúde humana. Os conceitos de *leasing* e *servicizing* também não foram abordados, o quais, dentro de suas limitações, as TVS poderiam ser alugadas, arrendadas ou compartilhadas ao invés de vendidas, e se vendidas, incentivos ou acordos poderiam ser utilizados, para garantir o retorno das mesmas para os fabricantes, eliminado assim resíduos do sistema.

Tendo em vista que muitos aparelhos são descartados devido às constantes inovações, curto prazo de vida útil ou devido à indisponibilidade de peças ou inviabilidade econômica de conserto em comparação com aparelhos novos, o conceito de “Poder dos círculos duradouros” proposto pela EC também pode ser abordado. Mantendo os produtos em uso por mais tempo, promovendo reparos nos televisores, por exemplo, e/ou aumentado o número de ciclos ou a vida útil do produto.

Como proposto pela Zero Waste Europe (2017), algumas mudanças no modelo de REP são necessárias, como proporcionar incentivos econômicos aos produtores para projetarem seus produtos de forma mais circular, através da melhor aplicação do princípio do poluidor-pagador, responsabilizando os produtores pelos custos totais causados pelos seus produtos e cobrando taxas diferentes para produtores, de uma forma que recompense produtos mais bem projetados e penalize os menos sustentáveis. Além de elaborar metas que suportem os objetivos da política e questionar as estatísticas de gestão de resíduos, através de relatórios.

Só assim é que as empresas serão de fato incentivadas ao *eco-design* de seus produtos e podem impulsionar um sistema mais circular.

É possível perceber que existiram problemas comuns nas experiências de REP na Europa e no Brasil e que a EC procura superar algumas dessas falhas, se mostrando com alto potencial para modernizar as políticas de resíduos. Porém, é essencial considerar a capacidade tecnológica do Brasil antes de incorporar políticas estrangeiras em seu sistema, tendo em vista que a realidade socioeconômica brasileira é bem diferente da dos países desenvolvidos. Portanto, o Brasil deveria primeiro adaptar suas capacidades institucionais ou até mesmo optar pela criação pelos próprios órgãos brasileiros de normas e instrumentos para lidar com os problemas ambientais.

REFERÊNCIAS

ABREE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS E ELETRODOMÉSTICOS, sem data. Disponível em: <http://abree.org.br/associacao/> Acesso em: 23 de junho 2017.

ATIVA. **O Perigo dos Monitores e TVs**, 2007. Disponível em: <http://www.ativareciclagem.com.br/perigoscrt.htm> Acesso em: 20 de abril 2017.

BOURGUIGNON, Didier. **Closing the loop**. New circular economy package. 2016a.

BOURGUIGNON, Didier. **Circular economy package**. Four legislative proposals on waste. 2016b.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2010.

CCM. **Qual é a vida útil dos TVs de Led ou Plasma**, 2016. Disponível em: <http://br.ccm.net/faq/6423-qual-e-a-vida-util-dos-tvs-de-led-ou-plasma#simili_main> Acesso em: 20 de abril 2017.

DEPEC - Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Eletrodomésticos E Eletroeletrônicos**, 2017. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_eletrodomesticos_e_eletroeletronicos.pdf> Acesso em: 10 de abril 2017.

DIRECTV. **The Environmental Impact Of Three Types Of Televisions**, 2014. Disponível em: <http://www.direct-deals.com/faqs/the-environmental-impact-of-three-types-of-televisions/> Acesso em: 12 de junho 2017.

ECYCLE. **Como descartar TVs de LCD, Plasma ou LED?,** 2013a. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/48-eletronicos/133-reciclagem-televisores-lcd-led-plasma.html> Acesso em: 20 de abril 2017.

ECYCLE. **TV de tubo é reciclável?**, 2013b. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/46-diversos/132-reciclagem-televisao.html> Acesso em: 20 de abril 2017.

ELETROS - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS. **Linha Marrom** - Produção TVs – CRT – LCD e PLASMA,

2017a. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?url=http://www.eletros.org.br/a2sitebox/arquivos/documentos/4026.pdf&embedded=true> Acesso em: 15 de abril 2017

ELETROS - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS. **Fim do Sinal analógico deve ampliar venda de TVs, diz entidade**, 2017b. Disponível em: <http://www.eletros.org.br/lenoticia.php?id=227> Acesso em: 15 de Abril 2017

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy:** Economic and business rationale for an accelerated transition. 2013.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia Circular**, 2015. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1> Acesso em: 14 de dezembro 2015.

EUROPEAN COMMISSION, **Summary document of the Waste electrical and electronic equipment rates and targets**, sem data. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/342366/351758/Target-Rates-WEEE/b92a549c-7230-47ba-8525-b4eec7c78979> Acesso em: 14 de junho 2017.

EUROPEAN COMMISSION, **The RoHS Directive**, 2017. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/rohs_eee/index_en.htm> Acesso em: 16 de maio 2017.

EUROPEAN COMMISSION, **Waste statistics - electrical and electronic equipment**, 2016. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics_-_electrical_and_electronic_equipment> Acesso em: 14 de junho 2017.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Perguntas Frequentes sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** São Paulo, 1ª edição, 2012.

FLAT PANELS HD. **Samsung dominates global TV market for 10th straight year**, 2016. Disponível em: <http://www.flatpanelshd.com/news.php?subaction=showfull&id=1458017308> Acesso em: 27 de junho 2017.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Indústria de bebidas aposta em garrafas retornáveis para evitar perdas**, 2016. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/10/1821037-industria-de-bebidas-aposta-em-garrafas-retornaveis-para-evitar-perdas.shtml> Acesso em: 29 de junho 2017.

FPRC - FUNDACIÓ PER A LA PREVENCIÓ DE RESIDUS I EL CONSUM RESPONSABLE. **Redesigning Producer Responsibility**. A new EPR is needed for a circular economy. Bruxelas, 2015.

GFK. **Vendas de bens duráveis têm retração de 10% no 1º trimestre de 2016**, 2016. Disponível em: <http://www.gfk.com/pt-br/insights/press-release/vendas-de-bens-duraveis-tem-retracao-de-10-no-1o-trimestre-de-2016/> Acesso em: 05 de abril 2017.

HOUSE OF COMMONS. **Growing a circular economy: Ending the throwaway society**. HC-214. Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee, 2014

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para Implantação da Logística Reversa por Cadeia Produtiva**. Componente: Produtos e embalagens pós-consumo. Ministério do Meio Ambiente, 2012.

INVENTTA. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos:** Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2012.

LG ELECTRONICS. **Coleta Inteligente**, 2012. Disponível em: <http://www.bloglge.com.br/2012/01/02/coleta-inteligente-lg-descarte-seus-eletronicos-sem-agredir-o-meio-ambiente/> Acesso em: 21 de abril 2017.

LG ELECTRONICS. **Informações Corporativas**, 2017. Disponível em: <http://www.lg.com/br/sobre-a-lg/our-brand> Acesso em: 27 de Junho 2017.

LINDHQVIST, Thomas. **Extended Producer Responsibility in Cleaner Production**. Policy Principle to Promote Environmental Improvements of Product Systems. Suécia, 2010.

MACHADO, Gleysson B. **Gestão integrada de resíduos sólidos**, 2014**.** Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/gestao-integrada-de-residuos-solidos/> Acesso em: 09 de dezembro 2015.

Massote B, Demajorovic J, Moraes E. **Extended Producer Responsability Model:** an analysis on the Brazilian case based on system dynamics approach. In: Proceedings of the
33rd International Conference of the System Dynamics Society, 2015, Cambridge.

MESQUITA Júnior, José Maria de. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a resíduos sólidos.** Gestão integrada de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

MILANEZ, Bruno; BUHRS, Ton. **Extended producer responsibility in Brazil:** the case of tyre waste. Rio de Janeiro, 2008.

MILANEZ, Bruno; BUHRS, Ton**. Planejamento e Políticas Públicas** - PPP. Brasília, 2009.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de Resíduos,** s.d. a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos-tematicos/gest%C3%A3o-adequada-dos-res%C3%ADduos> Acesso em: 12 de dezembro 2015.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Inclusão Social de Catadores,** s.d. b. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos-tematicos/gest%C3%A3o-adequada-dos-res%C3%ADduos/item/9341> Acesso em: 12 de dezembro 2015.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Destaques da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, s.d. c.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012.

NEXT MANUFACTURING REVOLUTION. **Non-Labour Resource Productivity and its Potential for UK Manufacturing**, 2013.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The State of Play on Extended Producer Responsibility (EPR):** Opportunities and Challenges. Tóqui, 2014.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Extended Producer Responsibility.** A Guidance Manual for Governments. França, 2001.

RIBEIRO, Flavio de Miranda; KRUGLIANSKAS, Isak. **A Economia Circular no contexto europeu:** Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. 2014.

SAMSUNG. **Promoção UHD 4K Troca Consciente**, 2016. Disponível em: <http://www.samsung.com/br/promocao/regulamento/_Regulamento_Promocao_Troca_Consciente.pdf>Acesso em: 21 de abril 2017.

SOUSA, J. V. O. ; RODRIGUES, S. L. . **LOGÍSTICA REVERSA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS: estudo de caso em uma rede autocentros do Estado do Piauí**. In: XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2014, São Paulo-SP.

TECH IN BRAZIL. **Maiores Fabricantes de Eletrônicos em Manaus**, 2015. Disponível em: <https://techinbrazil.com.br/maiores-fabricantes-de-eletronicos-em-manaus> Acesso em: 10 de abril 2017.

TECMUNDO. **História Da Televisão**, 2009. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/projetor/2397-historia-da-televisao.htm> Acesso em: 03 de abril 2017.

TECMUNDO. **Volume de vendas de TVs no Brasil caiu em 28% no primeiro trimestre de 2016**, 2016. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/televisao/104922-volume-vendas-tvs-brasil-caiu-28-no-primeiro-trimestre-de-2016.htm> Acesso em: 05 de abril 2017.

TECNOBLOG. **Quando a TV analógica será desligada na sua cidade**, 2016. Disponível em: <https://tecnoblog.net/158674/data-desligamento-sinal-tv-analogica/> Acesso em: 15 de abril 2017.

TELECO. **Estatísticas de Rádio e TV**, 2016. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/nrtv.asp> Acesso em: 25 de março 2017.

THE ECONOMIC TIMES. **Panasonic aims 10% share in TV panels by 2017,** 2017. Disponível em: <http://economictimes.indiatimes.com/industry/cons-products/electronics/panasonic-aims-10-share-in-tv-panels-by-2017/articleshow/58897112.cms> Acesso em: 27 de junho 2017.

TRENTINELLA, T. **EPR in Brazil and sectoral agreements:** developments and critique. WIT Transactions on Ecology and The Environment, Japão, v. 191.2014.

Veiga J, Souza L, Silva L, Yamagishi T, Pereira V. **Problemas ao meio ambiente causados pelo descarte incorreto da TV de CRT**. Florianópolis, 2013. Disponível em: <http://descarteincorretodatvdecrt.blogspot.com.br/2013/03/descarte-incorreto-da-tv-de-crt.html> Acesso em: 21 de abril 2017.

VIEIRA, Luiz Carlos. **Princípio da Ecoeficiência e a Importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Curitiba, 2013.

WALLS, Margaret. **Extended Producer Responsibility and Product Design.** Economic Theory and Selected Case Studies. Washington, 2006.

WEF - WORLD ECONOMIC FORUM. **Towards the Circular Economy**: Accelerating the scale-up across global supply chains. Genebra, 2014.

Wilson D, Roberts R. **WEEE (E-waste) Around the World**. University of Washington Seattle, Washington, 2015. Disponível em: <http://ewaste.ee.washington.edu/students/locations/> Acesso em: 16 de junho 2017.

ZERO WASTE EUROPE. **Extended Producer Responsibility Creating the Frame for Circular Products,** 2017.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS EMPRESAS

1. Como funciona o sistema de coleta de resíduos pós-consumo dos televisores produzidos por sua empresa?
2. Quem são os principais atores envolvidos na coleta (empresas parceiras, pontos de revenda, locais específicos de entrega)?
3. Qual o destino dado aos principais componentes dos Televisores CRT, LCD e Plasma?
4. Existe algum tipo de campanha de conscientização dos consumidores sobre o sistema?
5. Quem arca com os custos de coleta/tratamento/reciclagem?
6. Quais os indicadores para tratamento/destinação final desse material?
7. Quais as metas de coleta de resíduos de televisores?
8. Houve ou há estudos para mudanças no Projeto do Produto de forma que este se torne mais fácil de reciclar?
9. Quais os principais desafios encontrados para se adequar aos requisitos da PNRS?

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

_____	_____
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	_____
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.