

# LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL E NO MUNDO: DESAFIOS E BENEFÍCIOS



**Amanda de Jesus Azevedo (UEPA)**  
amanda.azevedo@aluno.uepa.br

**Osman Luiz de Melo e Silva (UEPA)**  
osman.silva@aluno.uepa.br

**Sophia Evelyn dos Santos Oliveira(UEPA)**  
sophia.oliveira@aluno.uepa.br

**Thomas Anthony Sodré da Silva (UEPA)**  
thomas.silva@aluno.uepa.br

**José Alberto Silva de S  (UEPA)**  
josealbertosa@uepa.br

*A logística reversa   uma preocupa o crescente para as empresas e para o mercado consumidor. Na aplica o desta estratégia, os resíduos eletroeletrônicos se destacam, por serem amplamente gerados no mundo informatizado atual e terem o potencial de causar doenças e polui o em grande escala. Este trabalho objetiva realizar uma revisão bibliográfica focada nos benefícios e desafios da aplica o da logística reversa e na apresenta o da condi o desta estratégia no Brasil e no mundo, abrangendo regiões da Europa, Ásia e nos Estados Unidos. Demonstra-se que a Europa possui um sistema mais consolidado, eficiente, ao mesmo tempo em que a Ásia tem desafios importantes pelo crescimento acelerado e recente implanta o de sistemas de logística reversa. Os Estados Unidos possuem a maior gera o de resíduos eletroeletrônicos no mundo, porém ainda enfrenta diversos desafios, assim como o Brasil, na legisla o e aplica o. Percebe-se então a variedade da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no mundo e a obten o de vários benefícios para empresas e sociedade, como marketing, vantagens competitivas e redu o de polui o, sendo uma prática com grande tendência de crescimento.*

*Palavras-chave: Logística Reversa, Resíduos eletroeletrônicos, Equipamentos eletroeletrônicos.*

## **1.Introdução**

Na era digital, o aumento do uso de tecnologias e equipamentos eletroeletrônicos tem crescido constantemente. Junto a isso, devido ao consumismo das pessoas, o número de resíduos gerados preocupa o mundo, voltando a atenção para o meio ambiente que tem sofrido consequências alarmantes. Por causa disso, surgiu a necessidade de mudança de comportamento do governo, empresas e sociedade.

A partir do crescimento das preocupações ambientais e da 4ª Revolução Industrial, a destinação dos resíduos gerados pelo processo produtivo se tornou uma diferenciação para as empresas, levando a ascensão da logística reversa, uma vez que o mercado atual possui uma grande exigência de eliminação de padrões insustentáveis de consumo e produção, os quais geram impactos ambientais (THODE FILHO et al., 2015).

Dentro deste contexto, os resíduos eletrônicos, chamados de e-waste, cumprem importante papel, apesar de ainda serem negligenciados em determinados casos, como em países em desenvolvimento, tal como afirmam Demajorovic, Augusto e De Souza (2016). Baldé et al. (2017), no relatório chamado The Global e-waste monitor 2017, mostra que a geração de resíduos eletrônicos no mundo foi de 44,7 Mt (*metric tonnes*) no ano de 2016, com uma taxa esperada de crescimento de 3 a 4% ao ano, atingindo 52,2 Mt no ano de 2021. No entanto, o relatório demonstra que apenas 20% desses resíduos é corretamente tratado, configurando um grande gargalo.

Embora os riscos relacionados aos resíduos eletroeletrônicos apareçam como mais desafiadores em países em desenvolvimento, a maioria dos estudos publicados sobre logística reversa foca em países desenvolvidos (LAU; WANG, 2009). No entanto, é justamente nos países de economia emergente, caracterizados pelo menor controle social, que o mercado de microcomputadores cresce mais rapidamente, tornando sua coleta ao final de sua vida útil e sua destinação correta essenciais para mitigar seus principais impactos socioambientais. Nesse contexto, surgem algumas importantes questões sobre perspectiva para implementação da logística reversa nestes países.

Diante disso, este artigo busca realizar uma revisão teórica sobre a logística reversa aplicada a resíduos eletrônicos no Brasil e no mundo, entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, com seus desafios e benefícios de implantação. A metodologia adotada considera artigos, relatórios, trabalhos de conclusão de curso e estudos de caso de 2005 a 2020.

## **2. Logística reversa**

Para Machado, Feres e Gonçalves (2019), a logística reversa (LR) é definida como a área responsável pela reutilização de materiais e produtos, buscando reintegrá-los a processos produtivos sustentáveis. Brix-Asala, Hahn e Seuring (2016) reiteram isto, demonstrando a logística reversa como caracterizada pelo planejamento, implementação e controle do fluxo dos resíduos retornáveis, retornando valor para estes resíduos e devolvendo-os aos consumidores posteriormente. Esta forma de logística surge na década de 1990, sendo citada pela primeira vez por Stock (1992), e tendo crescente importância durante o século XXI, associada fortemente a sustentabilidade.

Nesse sentido, Machado, Feres e Gonçalves (2019) também afirmam que uma das principais demandas da logística reversa é a redução do dano ambiental causado pelo descarte de resíduos e pelo processo produtivo. Hsu, Tan e Zailani (2016) mostram que este processo permite às empresas controlar seus resíduos, distribuindo aqueles que não podem ser reutilizados ou reciclados. A logística reversa se configura então como um auxílio à organização empresarial e uma forma sustentável de produção.

Além disso, a logística reversa traz vantagens competitivas para a empresa, atendendo a novas demandas sustentáveis do mercado e trazendo uma imagem “verde” positiva, como afirmam Couto e Lange (2017). Esta imagem serve como uma forma de marketing, reforçando o benefício, tendo também um caráter estratégico da logística reversa para as organizações, ajudando a atender este novo perfil de consumidor.

Apesar das vantagens citadas, em muitos casos é dada baixa importância ao sistema de logística reversa pelos empresários e gerentes, considerando-os como “vilões necessários em seu dia a dia ao invés de oportunidades” (JOHN; SRIDHARAM; KUMAR, 2017). Essa interpretação dificulta o crescimento desta forma de cadeia logística.

### **2.1. Aplicação nos resíduos eletrônicos e desafios**

Dentro da logística reversa, uma das áreas mais aplicadas atualmente é nos resíduos eletroeletrônicos (REEE). Segundo Islam e Huda (2018), este tipo de sistema possui altas taxas de crescimento em decorrência de um ciclo de vida do produto mais curto e da rápida mudança de atitude dos consumidores em relação à disposição dos resíduos. Valente e Silva (2018) reiteram uma dessas causas, afirmando que a obsolescência tecnológica pode ser

considerada como uma das principais causas da grande geração deste tipo de resíduo. Assim, surgem diversos desafios no controle deste processo logístico.

Além disso, os resíduos eletroeletrônicos (*e-waste*) possuem características que tornam seu processo de logística reversa único e diferenciado, necessitando grande atenção (ISLAM; HUDA, 2018). Uma dessas características, que configura-se como um grande desafio, é o dano ambiental e à saúde humana causado pelo descarte não regulado. Pode haver a contaminação principalmente do solo e de águas subterrâneas e o surgimento de doenças pela grande presença de metais pesados, como cobre, mercúrio e chumbo nesses resíduos eletrônicos (KUMAR et al., 2018).

A estrutura física das empresas, segundo Guarnieri, Silva e Levino (2016), é outro desafio para a eficiência da logística reversa. Em muitos casos, não há locais adequados para que o descarte desses resíduos seja corretamente realizado e posteriormente passado pelo ciclo de reutilização da logística reversa, levando a realização de forma irregular e gerando assim os diversos danos demonstrados acima.

Iniciativas em economias emergentes como Índia, China e Brasil mostram que é necessário modelos específicos adaptados à realidade local (DEMAJOROVIC; AUGUSTO; DE SOUZA, 2016). A potencial poluição ambiental e até os impactos econômicos são o resultado da acumulação de resíduos eletroeletrônicos no meio ambiente. Logo, quando o estoque destes é pequeno, o potencial de poluição ambiental e o impacto econômico também são. O inverso também é verdadeiro (ARAUJO et al., 2015).

A existência de um amplo setor informal foi identificada como um dos principais desafios para desenvolver uma política financeira e ambiental de sistema sólido de reciclagem e disposição para gerenciamento de lixo eletrônico em países emergentes. O principal desafio é alcançar altos padrões de proteção ambiental, especialmente das práticas mais perigosas usadas por recicladores informais, mantendo a eficiência econômica da reutilização (TONG et al., 2017).

### **3. Metodologia**

O trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, em que são levantados artigos de revistas, livros, trabalhos de conclusão de curso e teses de doutorado, sobre o tema em questão. Para a realização da pesquisa bibliográfica, foi consultada uma variedade de publicações referentes à logística reversa e sua utilização na área de resíduos

eletroeletrônicos. As bases de dados utilizadas na pesquisa das publicações foram Science Direct, Scopus, Scielo e Google Scholar, pesquisando palavras-chave como logística reversa, resíduos eletroeletrônicos, Brasil, entre outras, considerando publicações de 2005 a 2020.

Ademais, a ferramenta Mendeley foi utilizada para uma melhor filtragem dos periódicos que serviram de base para a pesquisa, além de organizar as fontes dos mesmos, que foram sintetizados na demonstração da situação do Brasil, Europa, Ásia e Estados Unidos.

## **4. Logística reversa no Brasil e no mundo**

### **4.1. Brasil**

O gerenciamento de lixo eletrônico no país, antes inexistente por não haver lei que abrangesse nacionalmente o gerenciamento adequado de resíduos sólidos e da logística reversa, encontra-se regulamentado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi instituída pela lei nº 12.305, de 2010.

A PNRS, que dispõe sobre as diretrizes da gestão integrada de resíduos sólidos, obriga a implantação de sistemas de logística reversa (SLR) nas empresas fabricantes, importadores, distribuidores e comércio varejista de produtos tóxicos e equipamentos eletroeletrônicos (EEE), incluindo os microcomputadores, para garantir que os produtos tenham um retorno para a cadeia produtiva através dos mecanismos de LR ou um destino final adequado após o consumidor utilizá-lo, independente dos serviços públicos de limpeza urbana e disposição de resíduos. A lei define também que o funcionamento do sistema de LR seja definido por meio dos acordos setoriais. Como a legislação brasileira pressupõe a gestão compartilhada dos resíduos, todos os agentes estão igualmente responsabilizados pelo gerenciamento deles (BRASIL, 2010).

A lei reconhece que os catadores são indispensáveis para a implementação da PNRS e na coleta de bens pós-consumo, bem como estimula sua inserção nos processos por meio de cooperativas e não como catadores independentes para que eles tenham maior rentabilidade e melhores condições de trabalho, uma vez que vêm enfrentando dificuldades em diversos âmbitos, expandindo, assim, a coleta e destinação de resíduos (SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012).

Entretanto, ainda existem dificuldades operacionais para boa parte das categorias de resíduos estabelecidas pela PNRS. Os catadores não têm habilidades e/ou conhecimentos técnicos gerenciais desses resíduos quando há necessidade de máquinas. As assistências técnicas

realizavam a recuperação de equipamentos e peças como parte de suas atividades, mas isso não era reconhecida como parte do SLR. Poucas empresas possuem licenciamento ambiental para o processamento de REEE, entretanto, elas não processam placas de circuito impresso, componentes que possuem alto valor de mercado por conterem metais preciosos e de base, sendo enviados para outros países. O mercado de segunda-mão é bastante difundido no Brasil, o que dificulta o controle do retorno desses resíduos pelas empresas fabricantes (XAVIER et al., 2013).

#### **4.2. Ásia**

No contexto asiático, dois países se destacam em questão de programas de logística reversa e desafios enfrentados, os dois países de maior população do mundo, a China e a Índia.

A China produz, exporta e consome a maior parte da energia elétrica global e equipamentos eletrônicos no mundo, fazendo com que a sua gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos seja um desafio, principalmente na questão ambiental. Na China, o lixo eletrônico é amplamente reciclado pelo setor informal, onde os trabalhadores são compensados com salários extremamente baixos e os métodos de reciclagem são brutos e poluidores, podendo ser expostos a contaminações prejudiciais à saúde (XI et al., 2010).

No início dos anos 2000, a China já tinha uma ideia relacionada a poluição causada pelo descarte do lixo eletrônico e assim começou a reformar a gerência doméstica do lixo. No entanto, apenas após mais de uma década o país finalmente implementou o Regulamento de Gerenciamento da Reciclagem de Resíduos de Produtos Elétricos e Eletrônicos em 2011 (TONG; YAN, 2013).

Em relação a Índia, Prakash et al. (2015) afirma que há pouco foco no mercado ambiental, pois não existe pressão das pessoas e da comunidade em relação a implementação de um modelo de logística reversa confiável.

A economia indiana teve crescimento exponencial durante anos, que levou a um grande consumo e produção de recursos, gerando uma enorme poluição e desperdício de resíduos. A indústria eletrônica da Índia é muito grande em termos de consumo interno, componentes de produção, exportação e produtos finais (PRAKASH et al., 2015).

As empresas estão adotando práticas de logística reversa devido à aplicação da legislação, aumento da poluição e retorno inevitável de produtos pelos clientes, entretanto a presença de barreiras dificulta o sucesso. Assim, o governo precisa se unir a estas empresas e seus

fornecedores da cadeia de suprimentos para que a solução possa ser melhorada com base na produtividade. Muitas vezes, é difícil entender o quanto a adoção da logística reversa é importante, portanto, é desejável priorizá-la para combater os problemas resultantes dela (PRAKASH et al., 2015).

### **4.3. Europa**

Na Europa, dois dos países mais desenvolvidos do mundo, a Suécia e a Suíça, são exemplos positivos da aplicação da logística reversa.

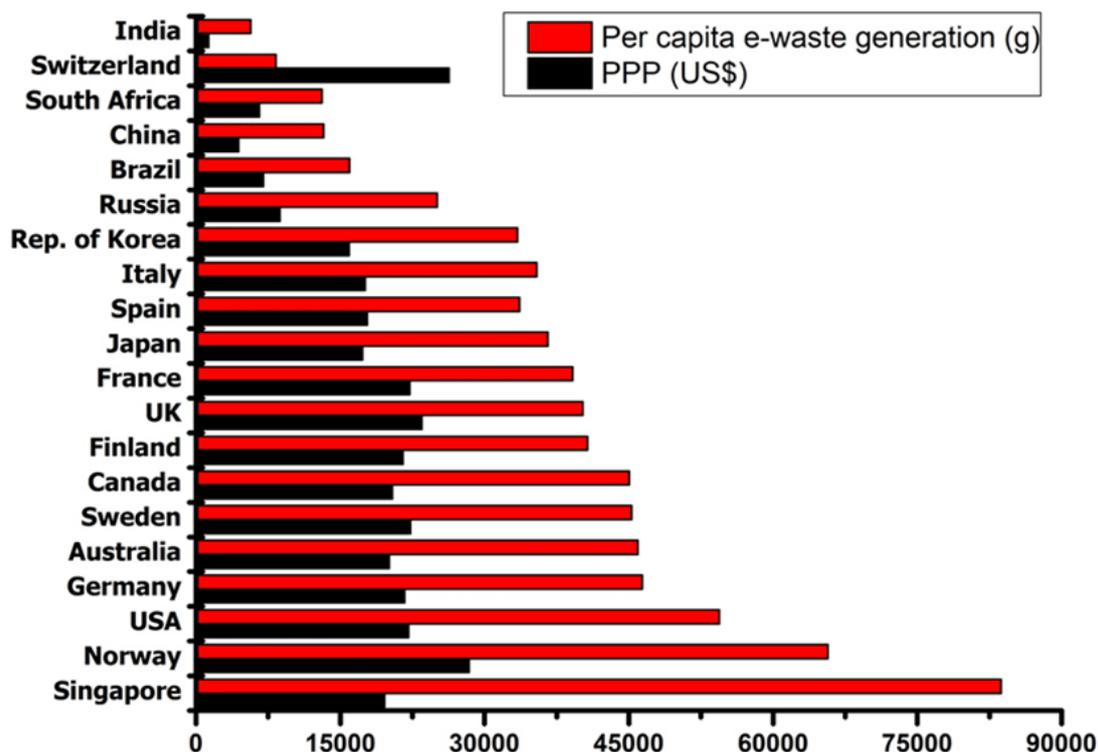
A Suíça foi um dos precursores na implantação de uma infraestrutura operacional de coleta de resíduos eletroeletrônicos (REEE), em operação desde 1995 e na implementação do REEE na legislação, que entrou em vigor em 1998 implantada pelo *Swiss Federal Office for the Environment* (BAYÃO; AMORIM, 2018). As operações do sistema organizado para a coleta, reciclagem e descarte de REEEs é gerenciado diariamente pelas Organizações de Responsabilidade do Produtor (PROs), as quais são organizações sem fins lucrativos e são responsáveis em garantir o gerenciamento adequado do lixo eletroeletrônico.

O sistema ocorre sob responsabilidade de quatro PROs, das quais emergem duas maiores e mais importantes: a S.EN.S (*Swiss Foundation for Waste Management*) e a *SWICO Recycling Guarantee*. Essas duas PROs iniciaram seus programas com base na política de Responsabilidade Estendida ao Produtor (EPR), estabelecendo responsabilidades e papéis claros aos atores envolvidos no processo. Para o Estado é reservado o papel de monitoramento do sistema e de licenciamento das atividades, como no caso das empresas recicladoras. As PROs são geridas pelos comitês de representantes dos produtores e financiadas pela Taxa Antecipada para Reciclagem (ARF) (DEMAJOROVIC; AUGUSTO; DE SOUZA, 2016). Essa taxa é paga inicialmente pelos consumidores, a qual é incorporada ao preço do produto. Já os varejistas são obrigados a receber, por lei, de volta os eletroeletrônicos no seu fim de vida útil e não são recompensados por tais atividades, com os pontos de coleta sendo pagos por REEEs coletados (YLÄ-MELLA; ROMÁN, 2019).

A ARF custeia os pontos de coleta, transporte, desmontagem, descontaminação e reciclagem dos aparelhos descartados, e é destinada em sua maior parte para recicladoras. Os dispositivos entregues em qualquer ponto da rede de coleta de resíduos eletroeletrônicos são transferidos diretamente para as usinas de reciclagem de empresas especializadas em lixo eletrônico (BAYÃO; AMORIM, 2018).

A boa gestão dos resíduos na Suíça faz com que o país, com uma população com grande poder de compra, possua uma baixa acumulação deles, como demonstra a figura:

Figura 1- Geração de resíduos eletroeletrônicos em relação com o PIB *per capita*



Fonte: Gundupalli et al. (2018).

No caso da Suécia, o país implementou seu primeiro regulamento nacional sobre REEE em 2001 e alterou em 2005 (YLÄ-MELLA; ROMÁN, 2019). O país atende a regulamentação da comunidade europeia, que mantém um padrão mínimo de qualidade em todos os países membros (CAMACHO, 2011).

Criada em 2001, a El-Kretsen é uma empresa sem fins lucrativos, que possui 21 organizações comerciais, e é o principal ator na coleta e reciclagem de REEE na Suécia. Ela é responsável pela organização do transporte de REEE e pelos pontos de coleta municipais, dividindo o país em diferentes áreas de coleta baseadas em volume, custos de logística e localização das plantas de pré-processamento (YLÄ-MELLA; ROMÁN, 2019).

Em 2008 foi fundada, por uma organização de produtores, a *Swedish Association of Recycling Electronic Products* (EÅF). Como houve um acordo entre a EÅF e a El-Kretsen de compensação financeira, isso permitiu que os membros de ambas as organizações pagassem

as mesmas taxas de reciclagem dos REEE nas cidades que não têm postos de coleta, o que potencializa a capilaridade e abrangência das duas organizações no país (SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

De acordo com Camacho (2011), na Suécia, a regulação de resíduos sólidos é exercida nos âmbitos nacional e municipal. No nacional, existem, como marcos regulatórios, a Política Nacional do Meio Ambiente, de 1988, e a Política Regulatória de Resíduos Sólidos, de 1990. Já a regulação municipal deve seguir diretrizes do plano nacional e define os tipos de coletas e seu respectivo financiamento.

Os produtores que comercializam equipamentos eletrônicos têm que ser membros de um sistema aprovado nacionalmente ou podem optar por se responsabilizar pela destinação do seu resíduo produzido e seus respectivos processos por negociar com outros REEE domésticos (YLÄ-MELLA; ROMÁN, 2019).

#### **4.4. Estados Unidos**

Os Estados Unidos são os maiores geradores de REEE do mundo, gerando aproximadamente 6,3 Mt (*metric tonnes*) no ano de 2016, com tendência ainda mais crescente (BALDÈ et al., 2017). Sant’anna, Machado e Brito (2015, p. 95) relatam que “no caso americano, tendo em vista a inexistência de legislação federal sobre a gestão dos eletroeletrônicos nos Estados Unidos (EUA), a logística reversa fica a cargo de cada estado, município e de ações do setor privado e da sociedade civil organizada americana”. Isso causa um controle menos centralizado e pouco uniforme.

Em vista disso, a coleta nos EUA é comprometida pelo hábito de guardar eletroeletrônicos já descartados em casa, assim causando a ausência de um volume constante de REEE. O descarte também é outro problema nos EUA (SANT’ANNA; MACHADO; BRITO, 2015). Há poucas chances de regulamentação do descarte de REEE nos EUA, ainda que tenha vários projetos de leis que visam reduzir o fluxo (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011).

Assim, “a participação do Estado americano para a efetividade da logística reversa está comprometida, pois algumas diretivas uniformes de âmbito nacional são importantes para a definição dos papéis dos atores e o custeio da logística” (SANT’ANNA; MACHADO; BRITO, 2015, p. 96).

Nos EUA, pelo padrão de autonomia dos estados, há uma ausência de uma legislação federal que regularize a logística reversa de REEE no país. No entanto, muitos fabricantes de

eletroeletrônicos realizam programas gratuitos de retorno de seus produtos, formando, inclusive, associações de empresas parceiras com centros de coleta e reciclagem espalhados por todo o território americano (MANUFACTURERS RECYCLING MANAGEMENT COMPANY, 2014).

#### 4.5. Quadro comparativo do cenário da LR de REEE entre o Brasil e os países analisados

O quadro abaixo demonstra uma breve comparação entre os países presentes no trabalho, quanto a legislação, geração e reciclagem de resíduos eletroeletrônicos:

Figura 2 – Quadro comparativo entre os países

	<b>BRASIL</b>	<b>ÍNDIA</b>	<b>CHINA</b>	<b>SUIÇA</b>	<b>SUÉCIA</b>	<b>ESTADOS UNIDOS</b>
Governo/Legislação	PNRS (2010)	Municipal Solid Waste Management and Handling Rules 2000 (2000)	Regulation for the Management of Recycling of Waste Electrical and Electronic Products (2011)	Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) (1998)	EPA Regulations on pretreatment of waste electrical and electronic equipment, NFS 2018:11 (2013)	Resource Conservation and Recovery Act - RCRA (1976)
Geração de REEE (ton/ano)	1,5 Mt (BALDE et al., 2017)	2 Mt (BALDE et al., 2017)	2,7 Mt (BALDE et al., 2017)	213 mil ton (2014)	163 mil ton (2016)	6,3 Mt (BALDE et al., 2017)
Taxa de reciclados de REEE (%)	3% (Global E-Waste Monitor)	Não disponível	24 a 30% (BALDE et al., 2017)	47% (Global E-Waste Monitor)	99%(SILVA; CAPANEMA, 2019)	12% (BALDE et al., 2017)

Fonte: Os autores (2020)

Percebe-se que os Estados Unidos possuem uma geração muito expressiva, porém uma política pouco atualizada e ainda ineficiente, ao ponto em que os países europeus tem uma geração mais reciclada, e os países em desenvolvimento, como China, Índia e Brasil possuem uma política mais recente, com ainda múltiplas dificuldades, e geração de resíduos em alto crescimento.

#### 5. Conclusão

A política que as empresas adotam em relação a logística reversa para produtos eletrônicos varia de país para outro, muito em razão por suas peculiaridades como o grau de

industrialização e suas políticas ambientais. Percebe-se uma preocupação maior dos países por meio dos seus fabricantes em reaproveitar nas suas cadeias produtivas equipamentos e/ou componentes eletrônicos, seja por uma implantação de políticas ambientais ou simplesmente por uma vantagem produtiva pelo reaproveitamento de componentes eletrônicos importantes. Os países demonstrados revelam a realidade de países desenvolvidos e subdesenvolvidos, mostrando a diversidade e desafios próprios de cada grupo e país, além das vantagens obtidas na implantação de programas de logística reversa. Percebe-se a realidade da Europa, mais controlada nos resíduos, em comparação com Estados Unidos que geram mais resíduos com baixo controle de descarte. O Brasil mostra-se em um patamar de legislação implantada, mas com dificuldades relacionadas ao descarte irregular e culturas organizacionais e da população. Portanto, num contexto mundial, os programas de logística reversa implantados nas empresas estão cada vez mais se tornando parte fundamental dos seus respectivos planos estratégicos, isto porque logística reversa gera uma economia de recursos de matéria prima e no caso dos produtos eletrônicos, que são mais duráveis e não desaparecem facilmente da natureza, tendo seu processo de reutilização e reciclagem essencial para evitar danos humanos e ambientais.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, M et al. Cost Assessment and Benefits of using RFID in Reverse Logistics of Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE). **Information Technology and Quantitative Management**. Sao Paulo State University - UNESP, Guaratinguetá, abr. 2015.

BALDÉ, C.P.et al. **The Global E-waste Monitor 2017**: quantities, flows, and resources. Bonn/Genebra: United Nations University, 2017.

BAYÃO, Darlan Vale; AMORIM, Cintya Mércia Monteiro Penido. Logística reversa do lixo eletrônico: uma comparação do cenário brasileiro com alguns países desenvolvidos. In: **Anais do ABM Week**, São Paulo, v. 1, p. 12-24, out. 2018.

BRASIL. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. Brasília, DF.

BRIX-ASALA, Carolin; HAHN, Rüdiger; SEURING, Stefan. Reverse logistics and informal valorisation at the Base of the Pyramid: A case study on sustainability synergies and trade-offs. **European Management Journal**, v. 24, p. 414-423, jan. 2016.

CAMACHO, Eduardo Ferreira. **Estudo Comparativo da Eficácia dos Modelos Regulatórios de Resíduos Sólidos Sueco, Indiano e Brasileiro**. 2011. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia, PUC-RJ,

Rio de Janeiro.

COUTO, Maria Claudia Lima; LANGE, Liséte Celina. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 889-898, out. 2017.

DEMAJOROVIC, Jacques; AUGUSTO, Eryka Eugênia Fernandes; DE SOUZA, Maria Tereza Saraiva. Reverse logistics of e-waste in developing countries: challenges and prospects for the brazilian model. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, p. 117-136, jun. 2016.

GUARNIERI, Patricia; SILVA, Lucio Camara e; LEVINO, Natallya A.. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: a brazilian case. **Journal Of Cleaner Production**, v. 133, p. 1105-1117, out. 2016.

GUNDUPALLI, Satish Paulraj et al.. Classification of Recyclables from E-waste Stream using Thermal Imaging-based Technique. In: **Urbanization Challenges in Emerging Economies: Energy and Water Infrastructure; Transportation Infrastructure; and Planning and Financing**. American Society of Civil Engineers, p. 67-78.

HSU, Chin-chun; TAN, Keah-choon; ZAILANI, Suhaiza Hanim Mohamad. Strategic orientations, sustainable supply chain initiatives, and reverse logistics. **International Journal Of Operations & Production Management**, v. 36, p. 86-110, jan. 2016.

ISLAM, Md Tasbirul; HUDA, Nazmul. Reverse logistics and closed-loop supply chain of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)/E-waste: a comprehensive literature review. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 137, p. 48-75, out. 2018.

YLÄ-MELLA, J.; ROMÁN, E.. Waste electrical and electronic equipment management in Europe: Learning from best practices in Switzerland, Norway, Sweden and Denmark. In: GOODSHIP, Vanessa; STEVELS, Ab;

JOHN, Sajan T.; SRIDHARAN, Rajagopalan; KUMAR, P.N. Ram. Multi-period reverse logistics network design with emission cost. **The International Journal Of Logistics Management**, v. 28, p. 127-149, fev. 2017.

KUMAR, Shivam et al. Critical Analysis and Review of Occupational, Environmental and Health Issues Related to Inadequate Disposal of E-Waste. **Advances In Intelligent Systems And Computing**, v. 624, p. 473-484, abr. 2018.

LAU, Kwok Hung; WANG, Yiming. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, p. 447-465, set. 2009.

MACHADO, Gabriel Cappello; FERES, Pedro Pereira; GONÇALVES, Max Filipe Silva. Reverse logistics: feasibility analysis of the collection and restitution of lubricating oil used or contaminated. **Journal Of Engineering And Technology For Industrial Applications**, v. 5, p. 62-67, mar. 2019.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRET, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**, Oxford, v. 31, p. 714–730, abr. 2011.

PRAKASH, C. et al.. Barrierd Analysis of Reverse Logistics Implementation in Indian Electronics Industry using Fuzzy Analytic Hierarchy Process. In: **XVII Annual International Conference of the society of Operations Management (SOM-14)**. Department of Management Studies, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand, jun. 2015.

SANT’ANNA, L.; MACHADO, R.; BRITO, M. A Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: O Desafio da Desarticulação dos Atores. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, p. 88-105, maio 2015.

SILVA, V.; CAPANEMA, L. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **BNDES Set**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 153-200, set. 2019.

SOUZA, Maria Tereza Saraiva de; PAULA, Mabel Bastos de; SOUZA-PINTO, Helma de. El papel de las cooperativas de reciclaje en los canales reversos pos-consumo. **Revista de Administración de Empresas**, v. 52,p. 246-262, abr. 2012.

SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (Suécia). **WEEE Directive in Sweden – Evaluation with future study**. Estocolmo, 2009.

THODE FILHO, Sérgio. et al. A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos:desafios para a realidade brasileira: desafios para a realidade brasileira: desafios para a realidade brasileira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, p. 529-538, dez. 2015.

TONG, X et al.. **Towards an inclusive circular economy: Quantifying the spatial flows of e- waste through the informal sector in China**. Resources, Conservation & Recycling. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing, out. 2017.

TONG, Xin; YAN, Lin. From legal transplants to sustainable transition: extended producer responsibility in Chinese waste electrical and electronic equipment management. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17,p. 199-212, 2013.

VALENTE, Mariana Nunes; SILVA, Daniel Pereira. Os cuidados e alternativas para o descarte e reutilização do

lixo eletrônico. In: **X SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE**, 2018, São Cristóvão.  
p. 554-561.

XAVIER, Lúcia Helena et al. Sistema de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: breve análise da gestão no Brasil e na Espanha. In: **Anais do 4FIRS-Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, Porto Alegre, v. 22, p. 24, jul. 2013.

XI, B. D. et al. An integrated optimization approach and multi-criteria decision analysis for supporting the waste-management system of the City of Beijing, China. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 23, p. 620-631, 2010.