

TECNOLOGIAS MAIS LIMPAS APLICADAS A SISTEMAS PRODUTIVOS



ORGANIZADORES

Mari Aurora Favero Reis
Fernanda Cristina Silva Ferreira
Elisabeth Wisbeck
Leopoldo Pedro Guimarães Filho

Inovação no processo de gestão dos resíduos eletroeletrônicos à luz da tríplice hélice

PEREIRA, Renato T.

Estudante de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Sistemas Produtivos em forma associativa entre UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE

<https://orcid.org/0000-0001-6865-7234>

FERREIRA, Fernanda C. S.

Docente do Programa de Pós-graduação em Sistemas Produtivos (PPGSP) em forma associativa entre UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE

<https://orcid.org/0000-0001-8734-1219>

REIS, Mari A. F.

Docente do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos (PPGSP) em forma associativa entre UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE. Docente no Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Civil, Sanitária e Ambiental (PMPECSA)

<https://orcid.org/0000-0001-8225-1695>

RESUMO

No âmbito da produção dos equipamentos eletroeletrônicos é preciso inovar e o processo de inovação vai além do ambiente produtivo, a exemplo do modelo de inovação da Tríplice Hélice, que promove interações entre governo, universidade e empresa. Este trabalho utilizou-se de pesquisa bibliográfica para responder qual a contribuição desse modelo de inovação para a gestão dos resíduos provenientes dos equipamentos eletroeletrônicos, popularmente conhecidos como “lixo eletrônico”. Foi detectado o modelo de inovação do tipo estatal na produção, gestão e descarte desses resíduos, onde o governo elabora as leis e normas, realiza a fiscalização e aplica eventuais penalidades, enquanto que as interações ocorrem entre as universidades, as indústrias de aparelhos eletroeletrônicos e as empresas de reciclagem. Portanto conclui-se que o processo de gestão dos resíduos eletroeletrônicos é suscetível à inovação, mas para se obter sucesso maior cogita-se o estudo de aplicação do modelo equilibrado, que é a tendência mundial.

Palavras-chave: Empresa. Governo. Universidade. Lixo eletrônico.

INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) são popularmente conhecidos como “lixo eletrônico” e se originam dos equipamentos que funcionam a partir da utilização de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos. No Brasil, essa definição abrange os aparelhos de uso doméstico, cujo funcionamento se dá mediante tensão elétrica não superior a 240 volts (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

De acordo com Porto et al (2020) a popularização dos aparelhos eletroeletrônicos combinada com a diminuição no seu ciclo de vida faz com que a taxa de crescimento dos resíduos seja considerada uma das mais elevadas no mundo.

Os números apresentados pela “Global E-Waste Statistics Partnership” (GESP) indicam que a proporção de REEE coletada formalmente para reciclagem na Europa foi de 43% em 2017. Na América do Sul, esse número, medido no ano de 2015, representou apenas 1% de todo resíduo gerado. No Brasil, até o ano de 2012, não se tinha registro de coleta formal de lixo eletrônico (GESP, 2022).

No entanto, no âmbito da gestão dos resíduos, é preciso inovar. Metodologias de produção mais limpa utilizam-se dos conceitos dos 3R (reduzir, reutilizar e reciclar) para gerir todo tipo de resíduo sólido. Mas o processo de inovação vai além do ambiente produtivo. O modelo de inovação da Tríplice Hélice, por exemplo, idealizado em 1995, promove a interação entre três esferas institucionais: universidade, indústria e governo. Dentre os objetivos da Tríplice Hélice estão o fomento ao crescimento econômico regional e a promoção do empreendedorismo. A interação entre as três esferas, especialmente nos níveis regional e local, foi considerada a chave para potencializar uma base de conhecimento (CAI; ETZKOWITZ, 2020).

Etzkowitz e Leydesdorff (2000) propõem três modelos de Tríplice Hélice: no modelo estatal, o governo controla a universidade e a indústria; no segundo modelo, chamado de

“laissez-faire”, as três esferas são separadas, independentes e interagem modestamente; e no modelo equilibrado, que é considerado tendência global, as instituições são sobrepostas, com cada uma assumindo o papel da outra e com organizações híbridas surgindo dentro das interações.

Este estudo pretende responder à seguinte pergunta: Como o modelo de inovação de Tríplice Hélice pode contribuir para a gestão dos REEE? Dessa forma, o objetivo do estudo é analisar se a Tríplice Hélice contribui para a gestão dos REEE.

METODOLOGIA

Em relação aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória. Trata-se de uma revisão da literatura, de caráter qualitativo e de natureza básica. O estudo contempla pesquisa bibliográfica nas bases de conhecimento, seguida por análise de conteúdo, que abrange três etapas proposta por Bardin (1977): pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados.

A busca por artigos se deu na plataforma Ebsco Host pela combinação dos termos “resíduos de equipamentos eletroeletrônicos”; “resíduos eletroeletrônicos”; e “REEE”, utilizando filtro de artigos publicados em português.

Para a etapa de pré-análise se fez necessário o download dos documentos filtrados, seguida pela organização do material em biblioteca online, com auxílio da ferramenta Mendeley[®] (versão Desktop).

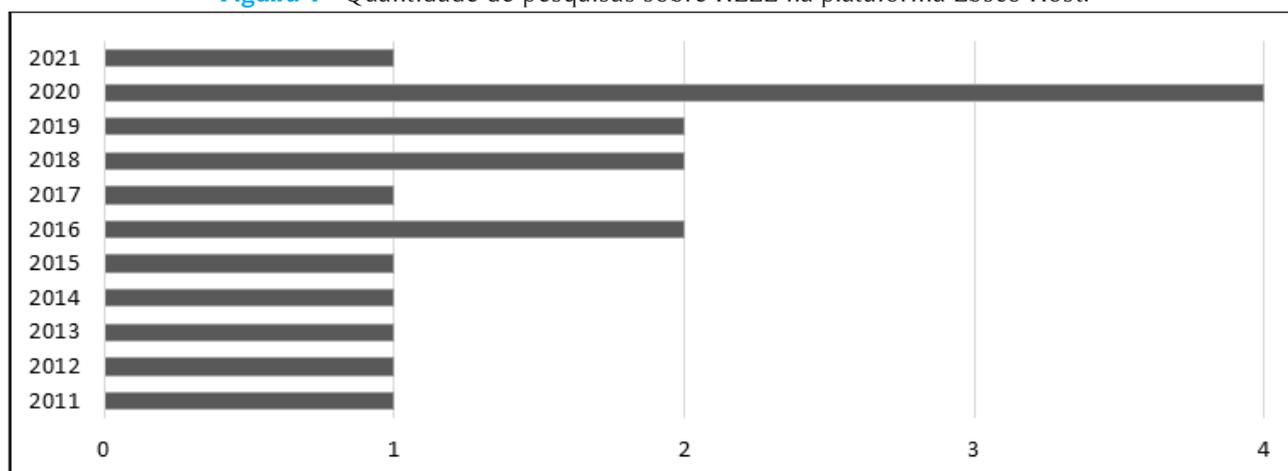
A etapa de exploração do material contemplou a leitura completa dos artigos carregados e a tabulação, no software Microsoft Excel[®], das seguintes categorias de análise: autor; ano de publicação; atribuições das empresas; atribuições do setor público; atribuições da universidade; e proposta de interação mútua na gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

Por fim realizou-se o tratamento dos resultados para identificar quantas e quais obras faziam referência a cada uma das categorias analisadas, de acordo com as discussões apresentadas na sequência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o quantitativo de artigos encontrados, cujas publicações se deram entre os anos de 2011 a 2021, totalizando 17 artigos.

Figura 1 - Quantidade de pesquisas sobre REEE na plataforma Ebsco Host.

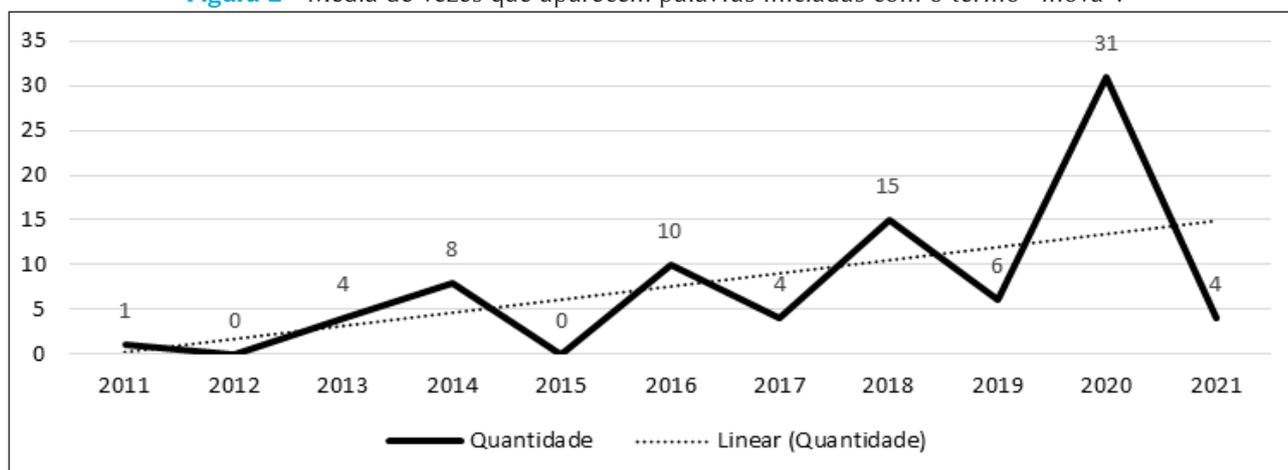


Fonte: os autores.

De acordo com os dados apresentados na Figura 1, é possível inferir que no Brasil há pouca pesquisa sobre o tema. Porém houve crescimento em 2020, fator que pode ser relacionado ao acordo setorial para a logística reversa dos REEE no ano de 2019. Esse número voltou a cair em 2021, mas não é possível afirmar se representa o total de estudos realizados no ano por conta do lapso temporal entre a submissão e a publicação dos artigos, uma vez que não surgiram resultados de publicações posteriores.

Para fazer a interligação entre a inovação e as pesquisas analisadas, procedeu-se a procura por palavras que começam com o termo “inova”, como exemplo: inovação; inovador; inovadora; inovar; inovado, entre outras. A Figura 2 mostra a quantidade total de termos encontrados nos artigos contabilizados ano a ano.

Figura 2 - Média de vezes que aparecem palavras iniciadas com o termo “inova”.



Fonte: os autores.

Nota-se que os termos relacionados com inovação aparecem poucas vezes nos artigos (em média 4,8 vezes por obra), propondo que a gestão dos REEE necessita ser tratada de maneira mais inovadora.

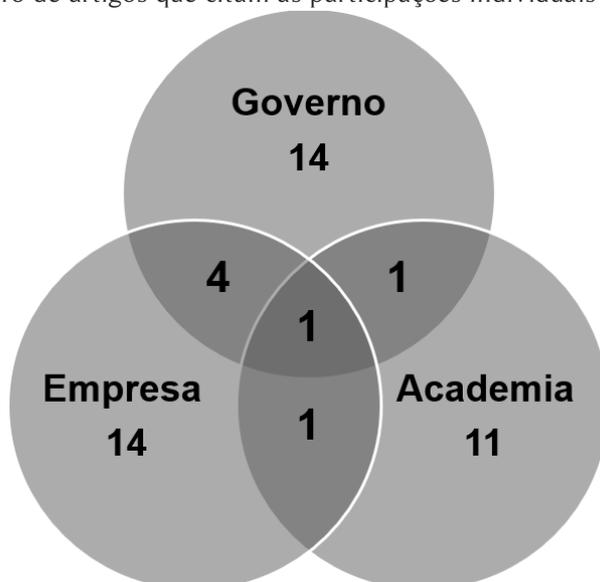
Contudo, uma linha de tendência traçada na Figura 2 demonstra que, para os próximos anos, pode haver um aumento gradativo na utilização dos termos relacionados com inovação nos estudos da gestão dos REEE. A partir disso pode-se pensar em potencializar a utilização

dos conceitos da Tríplice Hélice.

Interações triádicas

A Figura 3 representa o número de artigos que citam a participação individual de cada instituição, bem como as interações entre si.

Figura 3 - Número de artigos que citam as participações individuais e compartilhadas.



Fonte: os autores.

Para alcançar a inovação à luz da Tríplice Hélice, são necessárias interações simultâneas entre as instituições (intersecções), com cada uma assumindo o papel da outra. A Figura 3 mostra a participação de cada instituição de forma individualizada: 82% das pesquisas atribui as responsabilidades do setor público; outros 82% descrevem o papel das empresas; e 64% citam a participação do setor universitário. Além de alguns autores demonstrarem preocupação com a necessidade de criação das intersecções, como está detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 - Responsabilidades compartilhadas.

Afirmação	Autor
O problema da destinação dos REEE tem preocupado estudiosos ligados ao desenvolvimento sustentável e tem levado a sociedade a pressionar empresas e governos para o seu equacionamento.	OLIVEIRA; MARINS; JÚNIOR, 2016
Para resolver o problema da gestão dos REEE efetivamente é necessário um esforço combinado e contínuo entre fabricantes, governos, instituições de ensino e consumidores.	FILHO et al., 2019
O destino adequado dos REEE não depende só das empresas, mas também dos consumidores e do governo, dando início a um processo de governança baseado na interação entre estes atores.	ANDRADE et al., 2020

A responsabilidade não é apenas do setor público, mas de todos aqueles envolvidos no ciclo produtivo, como: indústria, fornecedor, governo e consumidor final

PORTO et al., 2020

Fonte: os autores.

A análise do Quadro 1 demonstra que realmente existe procura por inovação quando o assunto é a gestão dos resíduos eletroeletrônicos, inclusive adicionando uma quarta esfera: o consumidor. No Quadro 2 estão expostas as opiniões dos pesquisadores em relação às responsabilidades individualizadas de cada entidade.

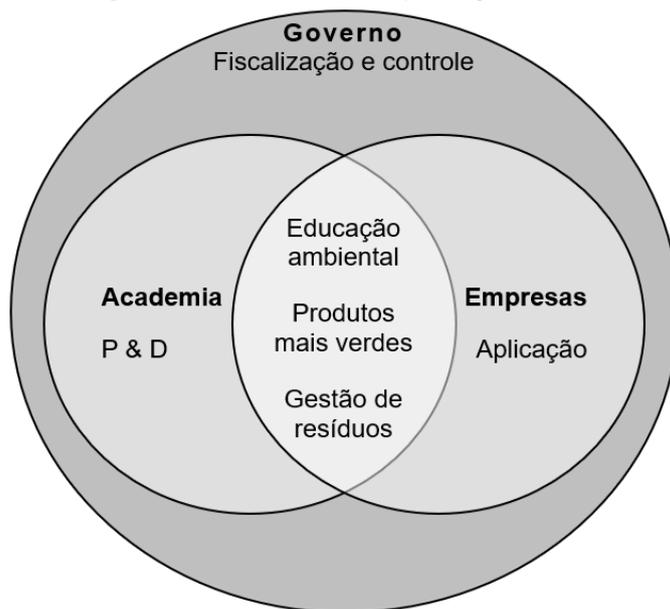
Quadro 2 - Responsabilidades e contribuições individuais.

Entidade	Responsabilidade	Citado por
Governo	Políticas públicas e Educação Ambiental.	BASTOS; SILVA; GUERINO, 2011; FILHO et al., 2019; PORTO et al., 2020
	Controlar e gerenciar o descarte.	BASTOS; SILVA; GUERINO, 2011; SANTOS; NEUTZLING; NASCIMENTO, 2012
	Imposição e fiscalização rigorosa das leis.	ALVES; E SILVA; PIMENTEL, 2017; BATISTA; SOUZA, 2019; FILHO et al., 2019; PORTO et al., 2018, 2020
	Desoneração fiscal dos produtos recicláveis presentes nos REEE.	DEMAJOROVIC; MIGLIANO, 2013
	Orientar, apoiar e estimular o processo de inovação tecnológica no país.	PORTO et al., 2018
Universidade	Pesquisas futuras envolvendo gestão, produção e descarte dos REEE.	BATISTA; SOUZA, 2019; OLIVEIRA; MARINS; JÚNIOR, 2016; PORTO et al., 2020; SANTOS; NEUTZLING; NASCIMENTO, 2012
	Estudo de viabilidade da criação de empresas ou cooperativas de reciclagem.	BATISTA; SOUZA, 2019; DEMAJOROVIC; MIGLIANO, 2013; PORTO et al., 2018, 2020
	Educação Ambiental.	BATISTA; SOUZA, 2019; FILHO et al., 2019
Empresa	Intensificar a logística reversa.	ALVES; E SILVA; PIMENTEL, 2017; ANDRADE et al., 2020; BRITO; AGUIAR, 2014; FERREIRA JÚNIOR et al., 2016; PORTO et al., 2018
	Promover campanhas educativas; modificação de atitudes no ambiente interno e adoção de práticas de preservação.	ANDRADE et al., 2020; BATISTA; SOUZA, 2019; SANTOS; NEUTZLING; NASCIMENTO, 2012
	Compartilhar soluções com outros fabricantes.	DEMAJOROVIC; MIGLIANO, 2013
	Diminuir a geração e aumentar o tratamento de resíduos	BATISTA; SOUZA, 2019; FILHO et al., 2019

Fonte: os autores.

De acordo com as fontes consultadas, a principal contribuição do governo está na necessidade de criação e fiscalização das leis aplicáveis à gestão dos resíduos eletroeletrônicos, punindo quando não são respeitadas. De maneira secundária, o governo também prestaria apoio, orientação e educação ambiental. O papel da universidade está na necessidade de desenvolvimento de estudos para a gestão e reciclagem dos resíduos. O papel das empresas está basicamente pautado na responsabilidade de promover a reciclagem através da logística reversa dos produtos e de desenvolver produtos com tecnologia mais verde. A Figura 4 representa o desenho desse modelo de inovação montado a partir da percepção dos autores pesquisados.

Figura 4 - Modelo de inovação Tríplice Hélice



Fonte: os autores.

Essa configuração pode ser identificada como um desdobramento do modelo estatal de inovação, onde o Estado dita as regras e controla as demais esferas, cujas interações estão fortemente delineadas e se referem às questões de educação ambiental, gestão dos resíduos e desenvolvimento de produtos mais verdes. A academia realiza a pesquisa, as empresas aplicam e o governo fiscaliza.

Para as empresas, a logística reversa e as demais questões ambientais representam oportunidade de negócio (BRITO; AGUIAR, 2014), vantagem competitiva (ALVES; E SILVA; PIMENTEL, 2017) e agregam valor perceptível aos clientes e consumidores (FERREIRA JÚNIOR et al., 2016). Contudo, nesse contexto de inovação, um dos principais desafios é a questão financeira, que as impede de investir em tecnologias para a reciclagem dos resíduos (LIMA JUNIOR et al., 2018).

CONCLUSÃO

No Brasil há pouca pesquisa sobre os resíduos eletroeletrônicos, assim como há pouco investimento no processo de inovação da gestão desses resíduos, porém apresenta uma tendência de crescimento para os próximos anos.

Perante os estudos realizados foi possível identificar a aplicação do modelo de inovação Tríplice Hélice do tipo estatal, onde o Estado controla a indústria e a universidade mediante elaboração e fiscalização das regras que devem ser seguidas na gestão dos resíduos.

Em contrapartida, a universidade investe em Pesquisa e Desenvolvimento de produtos mais verdes e nos estudos de viabilidade econômica para subsidiar a aplicação de maneira mais empírica pelas indústrias de eletroeletrônicos e pelas empresas de reciclagem, embora se vislumbrem empecilhos de natureza financeira.

O estudo revela ainda que as interações entre a academia e o empresariado, no que diz respeito à educação ambiental, evidenciam forte tendência à promoção de benefícios ao desenvolvimento sustentável. O governo também é um ator indispensável no fortalecimento da educação ambiental, mas se apresenta de maneira menos evidente nos resultados da pesquisa.

De maneira geral, este estudo se mostrou importante para visualizar como as três esferas da inovação interagem no cenário da gestão dos resíduos eletroeletrônicos. Trata-se de pesquisa realizada em apenas uma plataforma e a procura se deu por termos em português. Portanto, abre-se uma lacuna a nível global para identificar a contribuição do modelo de inovação da Tríplice Hélice para o tema nos demais países, comparando com os resultados encontrados no Brasil e buscando alicerçar ainda mais a inovação no processo de gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. A., SILVA, A. R. P., PIMENTEL, L. R. Resíduos eletroeletrônicos: considerações sobre a logística reversa e sobre a política nacional de resíduos sólidos. *Boletim de Geografia*, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 16, 2017. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/24766>.

ANDRADE, M. F. et al. Governança do Processo de Logística Reversa: Uma Análise do Pós-consumo de Aparelhos Celulares. *REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 29–41, 2020.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 70. ed. Lisboa/Portugal: LISBOA, 1977.

BASTOS, N. S., SILVA, L. M. S., GUERINO, R. D.S. Lixo eletrônico e a contribuição da população com o meio ambiente em Presidente Prudente. *Colloquium Exactarum*, [s. l.], v. 03, n. 01, p. 34–39, 2011. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ce/article/viewFile/576/915>.

BATISTA, W. S., SOUZA, M. P. TI verde: processo de gestão de descarte de equipamentos de informática na Universidade Federal de Rondônia. *REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, [s. l.], v. 9, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/799>.

BRITO, S. C. de; AGUIAR, A. O. A relação entre o desenvolvimento de produtos verdes e as estratégias ambientais – o caso de uma empresa multinacional do setor de produtos eletroeletrônicos. *Revista de Administração e Inovação (RAI)*, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 287–309,

2014.

CAI, Y., ETZKOWITZ, H. Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix Journal*, [s. l.], v. 7, n. 2–3, p. 1–38, 2020. Disponível em: <https://brill.com/view/journals/thj/aop/article-10.1163-21971927-bja10003/article-10.1163-21971927-bja10003.xml>.

DEMAJOROVIC, J., MIGLIANO, J. E. B. Política Nacional De Resíduos Sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. *Gestão e Regionalidade*, [s. l.], v. 29, n. 87, p. 64–80, 2013.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000.

FERREIRA JÚNIOR, Reinaldo Alves et al. Proposta de um Desenho da cadeia reversa para resíduos eletroeletrônicos. *Revista Metropolitana De Sustentabilidade*, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 123–145, 2016.

FILHO, Edson Pereira et al. Estudo bibliométrico da produção científica sobre logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, [s. l.], v. 9, n. 1, 2019.

G.E.S.P. Country and regional sheets. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://globalewaste.org/country-sheets/>. Acesso em: 9 mar. 2022.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues et al. Um modelo Fuzzy-QFD para priorização de ações de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. *Revista Produção Online*, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 713–742, 2018. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2958>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Ministério Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasil: [s. n.], 2019. Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-ResíduosSólidos-Consulta-Pública.pdf>.

OLIVEIRA, Uanderson Rébula de; MARINS, Fernando Augusto Silva; JÚNIOR, Jorge Muniz. Logística reversa e identificação de produtos: revisão teórica para indústria eletroeletrônica. *Revista Produção Online, Florianópolis*, v. 16, n. 2, p. 633–677, 2016.

PORTO, Wellington Silva et al. Gestão do descarte de resíduos eletroeletrônicos com foco na TI verde. *AOS, Brazil*, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 47–68, 2018. Disponível em: <http://revistas.unama.br/index.php/aos/article/view/907>.

PORTO, Wellington Silva et al. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: um diagnóstico da destinação na percepção do consumidor final de Vilhena/RO. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade*, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 07, 2020. Disponível em: <http://revistas.unama.br/index.php/aos/article/view/1008>.

SANTOS, Carlos Alberto Frantz dos; NEUTZLING, Daiane Mülling; NASCIMENTO, Luis Felipe Machado do. A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e as consequências para a sustentabilidade: as práticas de descarte dos usuários organizacionais. *XIV Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENGEMA*, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 17, 2012.