



ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS VERDE NA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Eduarda Kleinsorge (UNIFEI)
eduardapk@hotmail.com

Mariana Bernardes (UNIFEI)
mariana.19bernardes@unifei.edu.br

Renato da Silva Lima (UNIFEI)
rslima@unifei.edu.br

O presente estudo realiza uma revisão sistemática da literatura acerca da Economia Circular e da Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde com o objetivo de levantar as práticas aplicadas ao setor de Equipamentos Eletroeletrônicos e as principais barreiras a sua implantação levantadas pela comunidade científica. Nota-se que as diretrizes legais têm feito crescer o número de publicações a respeito do tema. No entanto, na prática, ainda há diversos fatores a serem desenvolvidos para que se alcance o sucesso de sua implementação ao redor do mundo, incluindo questões culturais dos fabricantes e dos consumidores, questões sociais e, questões econômicas a respeito de coleta e tratamento do lixo eletrônico. Assim, para o sucesso da aplicação destas práticas ao ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos, toda a cadeia deve estar atrelada em conformidade com os mesmos objetivos.

Palavras-chave: economia circular; gestão da cadeia de suprimentos verde; equipamentos eletroeletrônicos.

1. Introdução

Há mais de três décadas tem sido crescente a importância da Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde (GCSV), isto é, a abordagem da influência e relação entre a cadeia de suprimentos e o meio ambiente natural. Além de favorável ao meio ambiente, aos recursos naturais e aos níveis de poluição, trata-se também de bom senso comercial (SRIVASTAVA, 2007).

Os canais da GCSV são compostos por práticas proativas que compõem a integração de cadeias de suprimentos verde indo desde o fornecedor, fabricante, consumidor e retornando ao ciclo. Em outras palavras, a GCSV é a integração do pensamento ambiental ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, incluindo práticas organizacionais, design de produto, seleção e fornecimento de materiais, processos de fabricação, entrega ao consumidor, e gerenciamento do fim da vida útil do produto (SRIVASTAVA, 2007).

Mundialmente, o desenvolvimento tecnológico, o consumo em massa e a redução do ciclo de vida dos produtos, principalmente eletroeletrônicos, aumentaram sua produção (BOUZON *et al.* 2016). Assim, o crescimento econômico e sua relação com o rápido avanço e inovação tecnológica, a demanda e o incentivo ao consumo proporcionam uma redução da vida útil e crescimento das taxas de substituição dos EEE, cuja consequência é o aumento da quantidade de lixo eletrônico gerado (BORTHAKUR e GOVIND, 2017). Além do ponto de vista socioambiental, há também uma questão econômica envolvida na logística reversa destes equipamentos, pois possuem materiais de alto valor e potencial de reaproveitamento.

Assim, a efetividade da implementação de políticas de gestão da cadeia de EEE e seus componentes tem sido uma grande preocupação para os governos e para a indústria. Com base nisso, o presente trabalho realiza uma revisão sistemática da literatura acerca da GCSV e da Economia Circular (EC), a fim de sintetizar e elucidar a maneira como têm sido abordadas pela comunidade científica, levantando suas principais práticas aplicadas ao setor de EEE, suas barreiras e oportunidades.

2. Referencial Teórico

2.1. Economia Circular

A sequência extração-fabricação-uso-descarte é uma prática que se mantém desde a Revolução Industrial, e é chamada de economia linear, permeando a produção de praticamente tudo o que é consumido atualmente. Mantendo-se os mesmos padrões produtivos, estima-se que até 2030 haverá escassez de recursos e aumento nos custos de materiais. Assim, ganha força o conceito

de EC, um processo que tem a natureza como inspiração, em que recursos naturais e humanos são priorizados em relação ao capital e à energia, com ciclos de reutilização de produtos, peças e matéria-prima (OHDE *et al.*, 2018).

Para o *Circular Economy 100*, *Ellen MacArthur Foundation* (CE100 BRASIL, 2017), a EC é restaurativa e regenerativa por princípio, tendo como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. Kirchherr *et al.* (2017) discutem diversos conceitos de EC, e concluem que o termo é mais frequentemente descrito como uma combinação de atividades de redução, reutilização e reciclagem, embora muitas vezes não seja destacado que é necessária uma mudança sistêmica. O principal objetivo da EC é a prosperidade econômica, seguida pela qualidade ambiental; porém, seu impacto na equidade social e nas gerações futuras é pouco mencionado. (KIRCHHERR *et al.*, 2017).

2.2 Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde

A GCSV abrange a integração de cadeias de suprimentos verde desde o fornecedor, passando pelo fabricante, indo até o consumidor e retornando ao ciclo. Em outras palavras, é a integração do pensamento ambiental ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, incluindo *design* de produto, seleção e fornecimento de materiais, processos de fabricação, entrega do produto final aos consumidores, bem como o gerenciamento do fim da vida útil do produto (SRIVASTAVA, 2007).

Srivastava (2007) define que o propósito da GCSV é o monitoramento reativo dos programas de gerenciamento ambiental a práticas mais proativas. Baseado nas definições de Thierry (1995), Srivastava (2007) e Leite (2017), essas práticas proativas, ou “operações verdes” são: reduzir, isto é, diminuir o fardo sob o aspecto ecológico; remanufaturar, processo industrial por parte do fabricante, no qual os produtos desgastados são restaurados e alguns componentes são substituídos a uma condição semelhante à nova, com a mesma finalidade, dirigido ao mercado secundário; reparar, retornar produtos usados à sua função inicial, normalmente envolvendo fixação e/ou substituição de peças, com qualidade geralmente inferior; reformar, trazer produtos usados a um nível de qualidade especificado; reutilizar (tanto produtos quanto matéria-prima), reuso direto, ou seja, com a mesma função original; canibalizar, processo de reaproveitamento de peças do produto desativado para reposição em outro, igual ou similar; e reciclar, transformar partes do produto descartado, que já não tem mais a identidade ou a funcionalidade originais, em matéria-prima secundária. Além destas, há também o gerenciamento de resíduos, que inclui

redução de poluentes e disposição final, e a logística reversa (SRIVASTAVA, 2007).

2.3 Logística Reversa

Tibben-Lembke e Rogers (2002) definem logística reversa (LR) como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo até o ponto de origem, visando a recuperação de valor ou o descarte adequado. É através desse sistema, por exemplo, que materiais recicláveis de um produto eletrônico em fim de vida útil descartado poderão retornar ao setor produtivo (ABDI, 2013). Para Tosarkani e Amin (2018), na logística direta, os aspectos econômicos são considerados um objetivo único, enquanto na LR são enfatizados além dos aspectos econômicos (visto que há um lucro significativo associado ao valor de recuperação dos produtos devolvidos), também os aspectos ambientais.

2.4. Equipamentos Eletroeletrônicos

De acordo com Borthakur and Govind (2017), o avanço da tecnologia, o crescimento econômico, o conseqüente aumento da demanda e os incentivos ao consumo proporcionam uma drástica redução da vida útil dos EEE e maiores níveis de substituição, com conseqüente crescimento na geração de lixo eletrônico. A disposição de resíduos de EEE (REEE) pode apresentar oportunidades comerciais, uma vez que contêm metais preciosos, como ouro, alumínio, cobre, prata e bronze (ABDI, 2013). O lixo eletrônico também inclui componentes recuperáveis como polímeros e vidro (Oliveira Neto *et al.*, 2017), além de materiais perigosos como níquel, chumbo e mercúrio (Ahmadi e Amin, 2019). Por isso, segundo Nowakowski (2018) e Calgaro *et al.* (2017), além de obrigatório por lei, as substâncias perigosas devem ser separadas e tratadas, caso contrário, podem contaminar outras matérias-primas, causar sérios problemas ambientais e até prejudicar a saúde humana caso não haja o descarte correto.

Em vista disso, segundo Ohde *et al.* (2018), para desenvolver soluções para o reaproveitamento dos equipamentos pós-consumo e melhoria dos recursos na cadeia produtiva é preciso pesquisa e conhecimento abrangendo todos os envolvidos.

3. Método de Pesquisa

A partir disso, buscou-se por meio desta pesquisa levantar as práticas de GCSV e EC aplicados ao setor de EEE ao redor do mundo, bem como as principais barreiras e oportunidade à sua

aplicação. Para isso, foi utilizado o método de revisão sistemática para o levantamento e posterior análise dos dados, através de buscas na literatura mediante um protocolo reaplicável.

3.1 Protocolo de Busca da Revisão Sistemática

A busca foi realizada em março de 2020 na base de dados *Scopus*, vinculada a vários bancos de publicações de relevância e impacto científico. A pesquisa combinou conjuntos de palavras-chave, buscando-se os termos em inglês, como “*green supply chain management*” e “*circular economy*”, combinados pelo operador lógico “ou”, juntamente com o operador “e” para o termo “*electronic*”, buscando-se em títulos e resumos das publicações. Então, refinou-se a busca para excluir da seleção capítulos de livros, e para limitar a linguagem da publicação à língua inglesa e de acesso livremente disponível na base de dados. Assim, foram encontradas 38 publicações. A partir da seleção e leitura iniciais, aplicou-se como critério de elegibilidade para refinamento final o vínculo da publicação com o tema, isto é, a referência à área de EEE, e à GCSV ou à EC. Assim, foram consideradas, finalmente, 20 publicações para esta revisão.

4. Resultados

4.1 Dados Bibliométricos

Quanto ao método de pesquisa, nota-se que 70% das publicações encontradas, dividem-se igualmente entre estudos de caso e *surveys*, o que representa alta aplicação a casos reais, isto é, o engajamento dos pesquisadores em atestar as práticas de GCSV e EC adotadas, com o benefício de se compreender além dos modelos conceituais. 15% das publicações utilizam o método de modelagem, em que os autores desenvolvem ferramentas para analisar as práticas adotadas em relação a determinados quesitos. Os outros 15% dividem-se entre duas revisões de literatura e um experimento.

Quanto à origem, 60% das publicações são provenientes da Europa, o que pode ser justificado pela vigência das diretrizes legais do pacote de ações para EC da União Europeia (UE), desde 2015, que busca estimular o crescimento econômico sustentável através de regulamentações para a maximização da reutilização de EEE e prolongação de sua vida útil. Faz-se interessante notar também que 25% das publicações provêm de países de economia emergente, demonstrando a importância do tema a nível global, não apenas de interesse dos países mais desenvolvidos.

4.2 Revisão Sistemática

A pesquisa mais antiga que resulta dessa revisão, de Veenstra *et al.* (2010), elucida que para um sistema de recuperação e recirculação de REEE funcionar na China, revendedores e varejistas deveriam manter a atividade de revenda, e não os mercados secundários, uma vez que até a época, grande parte da reciclagem ocorria de maneira informal e, portanto, insegura. Alguns anos mais tarde, Liu *et al.* (2015), comprovaram os aspectos negativos dessa informalidade, demonstrando que o maior desempenho ambiental e as maiores adoções de práticas de GCSV em indústrias eletrônicas de Taiwan, na China, correspondem àquelas com mais tempo no mercado, maior evolução tecnológica e/ou são multinacionais.

Dentre as publicações provenientes da Europa, 75% delas abordam as diretrizes legais do pacote de ações para adoção EC de EEE.

Segundo Angouria-Tsorochidou *et al.* (2018), sob tal diretiva, para um sistema de gestão de reutilização de EEE em fim de vida útil ser economicamente viável, depende crucialmente de um sistema de coleta com muitos pontos ou de coleta porta a porta, em que os custos de coleta e reparo para reutilização são fatores limitantes para sua aplicação.

Alamerew e Brissaud (2018) concluem que a recuperação de EEE tem menor proporção em relação à reciclagem e à reutilização, e que a UE não alcançou a meta de recuperação de 45% dos EEE lançados no mercado naquele ano, apesar de as taxas terem aumentado após a aplicação da legislação. Da mesma maneira, Isernia *et al.* (2019) mostram que os regulamentos e políticas implantadas na UE não são tão eficazes para o alcance das metas de coleta, havendo um desequilíbrio de REEE per capita, mas que, no entanto, 90% dos resíduos coletados seguem destinação conforme as diretivas vigentes, levando a crer que o sistema de coletas é o ponto crítico do sistema. Ainda segundo Isernia *et al.* (2019), a taxa de coleta de REEE está correlacionada a distribuição dos pontos de coleta, que pode ser consequência de uma lacuna socioeconômica, visto que as regiões com melhor desempenho quando às diretrizes são as que possuem grande difusão de centros de coleta e realizam eventos para conscientização da população.

Golsteijn e Martinez (2017) afirmam que, apesar de emissões de CO₂ terem sido evitadas com a reciclagem de aparelhos de refrigeração e eletrodomésticos a partir da vigência das diretrizes, o lixo eletrônico ainda está entre as categorias de reciclagem com a menor demanda atingida, sendo que parte dele acaba como sucata, reciclada sob padrões mínimos, isto é, de pouca técnica e baixa qualidade, podendo contaminar o meio ambiente. Golsteijn e Martinez (2017) ainda relembram que a EC só tem êxito se a qualidade do material reciclado puder ser garantida e mantida.

Cesaro *et al.* (2018) destacam como principal desafio para a gestão sustentável dos REEE na UE o segredo comercial de alguns dispositivos eletrônicos (pequenos eletrodomésticos e eletrônicos pessoais) quanto a concentração dos diferentes materiais que os compõem, como metais preciosos e perigosos, e que, por isso, é necessária abordagem interdisciplinar, que envolva aspectos da caracterização dos resíduos, coleta, tratamento, saúde humana, e proteção ambiental. Cole *et al.* (2017) também levantam a importância do envolvimento de outros fatores para o desenvolvimento de uma EC de EEE, como fatores políticos e econômicos, incluindo LR, operações de processo (teste, reparo, limpeza, reforma), estética, condição funcional e segurança, além do comportamento e aceitação do consumidor e, ainda, a questão sobre a atual estrutura de responsabilidade do produtor.

Seguindo esta linha, Cole *et al.* (2019a, 2019b) alegam que a baixa taxa de reutilização de EEE no Reino Unido deve-se a fatores interconectados, como a ausência de metas e normas para reutilização; ausência de práticas de consumo mais sustentáveis, incluindo incentivo ao *design* para desmontagem; infraestrutura de coleta inadequada, aliada a questões culturais dos consumidores; e questões culturais dos produtores, que, em geral, têm relutância em tomar responsabilidade sob o produto após o fim de sua vida útil.

Assim como Isernia *et al.* (2019), Cole *et al.* (2019a) também apontam que a legislação tem sua importância, mas não é suficiente, pois é papel da sociedade reconhecer a importância do meio ambiente, aumentando a vida útil do produto, priorizando a reutilização e aprimorando os sistemas de reciclagem para maximizar a recuperação de recursos.

Parajuly *et al.* (2020) criticam as intervenções políticas do plano de ação europeu sobre o fato de que o papel dos usuários e os impactos de suas ações são ignorados, uma vez que o plano não aborda a lacuna conhecimento-ação ou os aspectos psicossociais do consumo em uma EC de EEE, que requer mudanças fundamentais no comportamento do consumidor, incluindo compra ecológica, adaptação a novos modelos de negócio, aceitação de produto que envolve reparo e remanufatura, e motivação e facilitação do descarte oportuno e adequado. Em geral, Parajuly *et al.* (2020) apontam a falta de colaboração entre as partes interessadas no ciclo de vida dos EEE como a principal barreira à construção do sistema circular na UE.

Já Marconi *et al.* (2018) têm foco em meios para integrar diferentes partes interessadas do ciclo de vida de EEE através de uma plataforma online, de modo a vincular a demanda de materiais e componentes com o fornecimento de produtos em fim de vida útil, em cenários ganha-ganha, alegando, no entanto, que apesar do modelo ser incentivado pelas estruturas regulatórias de

REEE, ainda não possui muitos exemplos práticos implementados.

Söderman e André (2019) comparam casos reais de reutilização de EEE antes de sua reciclagem, ponderando, assim como Golsteijn e Martinez (2017), que a reutilização é benéfica se o conteúdo do produto permanecer inalterado ao longo do tempo, isto é, os reparos podem não ser motivados por uma reutilização de curto período, ou ainda, um longo reuso não é crucial para motivar o reparo se houver vias de reciclagem altamente eficientes.

Fora da Europa, Garg *et al.* (2017) elencam, da Índia, os principais fatores críticos de sucesso para a adoção de práticas de GCSV nas organizações de EEE, sendo, em ordem de importância: regulamentos governamentais; compromisso da alta gerência; compras, design e embalagens ecológicas; suporte organizacional; desenvolvimento de tecnologia mais limpa; desenvolvimento e certificação de fornecedores verdes; minimização de resíduos e adoção de LR; e suporte e motivação dos clientes. Similarmente, Tippayawong *et al.* (2015) apontam as principais práticas de GCSV que influenciam no desempenho financeiro da indústria eletrônica tailandesa, sendo elas as práticas de fabricação ecológica e de logística verde e, o uso de fontes ecológicas; observando, no entanto, que o custo e a complexidade da implementação de tais práticas podem ser um obstáculo à implementação da GCSV.

Cordova-Pizarro *et al.* (2019) levantam a importância da questão social no âmbito do tratamento de REEE no México, onde os processos de reciclagem são elementares, simples e não incluem tecnologias de processamento final, comum nas economias emergentes. Por um lado, os consumidores preferem soluções mais econômicas e rápidas de reparo, oferecidas pelas oficinas informais. Por outro lado, tais oficinas não atuam em conformidade com termos de segurança, regulamentos trabalhistas e condições de saúde. No entanto, 90% do lixo eletrônico é obtido pelos canais informais e de disposição final insegura. Assim, um investimento em tecnologia para os canais formais de recuperação traria benefícios financeiros e ecológicos, porém, causaria forte impacto social (CORDOVA-PIZARRO *et al.*, 2019).

Já na Oceania, ao contrário da política de REEE europeia, segundo Blake *et al.* (2019), 98,2% do lixo eletrônico doméstico da Nova Zelândia pode acabar em aterros, pois o custo do descarte adequado para reciclagem é alto, a população desconhece os serviços disponíveis e, apesar de haver uma lei de minimização de resíduos, o gerenciamento de lixo eletrônico não é obrigatório para os fabricantes de EEE. Dominish *et al.* (2018) apontam que, para melhorar a longevidade de eletrodomésticos e eletrônicos pessoais na Austrália, há barreiras materiais, como limitações de qualidade de produtos, itens de difícil reposição, obsolescência tecnológica; barreiras econômicas,

como alto custo de mão-de-obra para reparos, falta de lucratividade para reparo e revenda; e barreiras sociais, como a tendência de substituir e não reparar mercadorias, falta de interesse e/ou aceitação do consumidor. Além destas, Dominish *et al.* (2018) levantam questões legais que, no caso, não apoiam mudanças sócio-técnicas fundamentais no *design* e uso dos produtos, necessárias para que as estratégias de longevidade, remanufatura e reutilização de componentes sejam efetivas, em concordância com Cole *et al.* (2019a, 2019b) e Parajuly *et al.* (2020).

5. Conclusões

Em geral, a revisão sistemática permite perceber o grande número de publicações provenientes da Europa, devido à implementação das diretrizes legais para EC de EEE no continente. No entanto, em termos práticos, ainda há muitos pontos a serem desenvolvidos para que se atinja a EC, entre eles, principalmente, questões culturais dos fabricantes e dos consumidores, tanto em relação à reutilização quanto à reciclagem, e questões a respeito de coleta e reparo e os custos envolvidos. Além disso, a norma parece não se aprofundar em como os objetivos devem ser atingidos.

Já fora da Europa, pode-se dizer que os obstáculos são semelhantes no que diz respeito a questões culturais e econômicas, que abrangem também o fator social. Isto significa que para romper as barreiras e contribuir para a EC e às práticas de GCSV no ciclo de vida dos EEE, toda a cadeia deve estar atrelada em conformidade com os mesmos objetivos.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

7. Referências

AHMADI, S., AMIN, S. H. (2019) An integrated chance-constrained stochastic model for a mobile phone closed-loop supply chain network with supplier selection, **Journal of Cleaner Production**, 226, 988-1003.

ALAMEREW, Y. A.; BRISSAUD, D. (2018) Modelling and Assessment of Product Recovery Strategies through Systems Dynamics, *Procedia CIRP*, 69, 822-826.

ANGOURIA-TSOROCHIDOU, E., CIMPAN, C., PARAJULY, K. (2018) Optimized collection of EoL electronic products for circular economy: A techno-economic assessment, 25th CIRP Life Cycle Engineering

(LCE) Conference, **Procedia CIRP 69**, 986-991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI), 2013. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1416934886.pdf> [Acesso: 09/2019].

BLAKE, V.; FARRELLY, T.; HANNON, J. (2019) Is Voluntary Product Stewardship for E-Waste Working in New Zealand? A Whangarei Case Study, **Sustainability**, 11(3063), 1-26.

BORTHAKUR, A., GOVIND, M. (2017) Emerging trends in consumers' e-waste disposal behavior and awareness: A worldwide overview with special focus on India, **Resources, Conservation and Recycling**, 117(Part B) 102-113.

BOUZON, M., GONVIDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T.; CAMPOS, L. M. S. (2016) Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP, **Resources, Conservation and Recycling**, 108, 182-197.

CALGARO, C. O.; SCHLEMMER, D. F.; BASSACO, M. M.; DOTTO, G. L.; TANABE, E. H.; BERTUOL, D. A. (2017) Supercritical extraction of polymers from printed circuit boards using CO₂ and ethanol, **Journal of CO₂ Utilization**, 22, 307-316.

CESARO, A., MARRA, A., KUCHTA, K., BELGIORNO, V., VAN HULLEBUSCH, E. D. (2018), WEEE management in a circular economy perspective: an overview, **Global NEST Journal**, 20(4), 743-750.

CE100 BRASIL (2017), Uma Economia Circular no Brasil - Uma abordagem exploratória inicial, Fundação Ellen MacArthur. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. [Acesso: 08/2019].

COLE, C., GNANAPRAGASAM, A., COOPER, T. (2017) Towards a circular economy: exploring routes to reuse for discarded electrical and electronic equipment, 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, **Procedia CIRP 61**, 155-160.

COLE, C., GNANAPRAGASAM, A., COOPER, T., SINGH, J. (2019a) An assessment of achievements of the WEEE Directive in promoting movement up the waste hierarchy: experiences in the UK, **Waste Management**, 87, 417-427.

COLE, C., GNANAPRAGASAM, A., COOPER, T., SINGH, J. (2019b) Assessing barriers to reuse of electrical and electronic equipment, a UK perspective, **Resources, Conservation & Recycling: X**, 1, 1-10.

- CORDOVA-PIZARRO, D., AGUILAR-BARAJAS, I., ROMERO D., RODRIGUEZ, C. A. (2019) Circular Economy in the Electronic Products Sector: Material Flow Analysis and Economic Impact of Cellphone E-Waste in Mexico, **Sustainability**, 11(1361), 1-18.
- DOMINISH, E.; RETAMAL, M.; SHARPE, S.; LANE, R.; RHAMDHANI, M.A.; CORDER, G.; GIURCO, D.; FLORIN, N. (2018) “Slowing” and “Narrowing” the Flow of Metals for Consumer Goods: Evaluating Opportunities and Barriers, **Sustainability**, 10(1096), 1-23.
- GARG, C. P., SHARMA, A., GOYAL, G. (2017) A hybrid decision model to evaluate critical factors for successful adoption of GSCM practices under fuzzy environment, **Uncertain Supply Chain Management**, 5, 59-70.
- GOLSTEIJN, L.; MARTINEZ, E. V. (2017) The Circular Economy of E-Waste in the Netherlands: Optimizing Material Recycling and Energy Recovery, **Journal of Engineering**, 2017(8984013), 1-6.
- ISERNIA, R.; PASSARO, R.; QUINTO, I.; THOMAS, A. (2019) The Reverse Supply Chain of the E-Waste Management Processes in a Circular Economy Framework: Evidence from Italy, **Sustainability**, 11(2430), 1-19.
- KIRCHHERR, J., REIKE, D., HEKKERT, M. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions, **Resources, Conservation and Recycling**, 127, 221-232.
- LEITE, P.R. (2017) **Logística Reversa - Sustentabilidade e Competitividade**. 3ª Ed., Saraiva, São Paulo.
- LIU, C. C., YU, Y. H., WERNICK, I. K., CHANG, C. Y. (2015) Using the Electronic Industry Code of Conduct to Evaluate Green Supply Chain Management: An Empirical Study of Taiwan’s Computer Industry, **Sustainability**, 7, 2787-2803.
- MARCONI, M.; GREGORI, F.; GERMANI, M.; PAPETTI, A.; FAVI, C. (2018) An approach to favor industrial symbiosis: The case of waste electrical and electronic equipment, **Procedia Manufacturing**, 21,502-509.
- NOWAKOWSKI, P. (2018) A novel, cost efficient identification method for disassembly planning of waste electrical and electronic equipment, **Journal of Cleaner Production**, 172, 2695-2707.
- OHDE, C.; MATTAR, H.; REDONDO, J.; CARVALHO, T. C. M. B.; COSTA, M.; VIEIRA, M.; MATSUBAYASHI, R. (2018) **Economia Circular: um modelo que dá impulso à economia, gera empregos e protege o meio ambiente**, Netpress Books, São Paulo.
- OLIVEIRA NETO, G. C., CORREA, A. J. C., SCHROEDER, A. M. (2017) Economic and environmental assessment of recycling and reuse of electronic waste: Multiple case studies in Brazil and Switzerland,

Resources, Conservation and Recycling, 127, 42-55.

PARAJULY, K., FITZPATRICK, C., MULDOON, O., KUEHR, R. (2020) Behavioral change for the circular economy: A review with focus on electronic waste management in the EU, **Resources, Conservation & Recycling: X**, 6, 1-9.

SÖDERMAN, M. L.; ANDRÉ, H. (2019) Effects of circular measures on scarce metals in complex products - Case studies of electrical and electronic equipment, **Resources, Conservation and Recycling**, 151(104464), 1-14.

SRIVASTAVA, S. K. (2007) Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review, **International Journal of Management Reviews**, 9(1), 53-80.

TIBBEN-LEMBKE, R. S.; ROGERS, D. S. (2002) Differences between forward and reverse logistics in a retail environment, **International Journal of Supply Chain Management**, 7(5), 271-282.

TIPPAYAWONG, K. Y.; TIWARATREEWIT, T.; SOPADANG, A. (2015) Positive Influence of Green Supply Chain Operations on Thai Electronic Firms' Financial Performance, **Procedia Engineering**, 118, 683-690.

TOSARKANI, B. M.; AMIN, S. H. (2018) A multi-objective model to configure an electronic reverse logistics network and third party selection. **Journal of Cleaner Production**, 198, 662-682.

VEENSTRA, A.; WANG, C.; FAN, W.; RU, Y. (2010) An analysis of E-waste flows in China, **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 47, 449-459.