

SUSTENTABILIDADE NA INDÚSTRIA DE ELETRÔNICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS

SUSTAINABILITY IN THE ELECTRONICS INDUSTRY: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF ACADEMIC PUBLICATIONS

SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA DE ELECTRÓNICOS: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE PUBLICACIONES ACADÉMICAS

Fabiana Liar Agudo

fabiana.liar@ifsp.edu.br

Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

Resumo

A sustentabilidade é uma temática discutida sob várias óticas nos ambientes industriais. Cheia de desafios e benefícios, a sustentabilidade aparece no mundo moderno como uma possível solução dos problemas ambientais, e atenuadora dos desgastes oriundos do processo de produção. Sua concretização acontece quando o agente fábrica, consegue conviver simultaneamente, com as regulamentações governamentais, pressões externas de desempenho, consumidores exigentes, mercados concorridos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. A indústria eletrônica, foco deste trabalho, demanda recursos, emite poluentes, e gera uma quantidade expressiva de resíduos no mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) (2015), o lixo eletrônico gerado em 2014 foi de 41,8 milhões de toneladas, sendo que somente 15,5% foram reciclados. Todo este lixo, é estimado em um valor material de 48 bilhões de euros, que não foram inseridos novamente no sistema produtivo do setor. Neste contexto, este artigo tem como objetivo analisar bibliometricamente as publicações acadêmicas elaboradas sobre a temática sustentabilidade na indústria de eletrônicos, a fim de se identificar o volume de artigos gerados, quais países mais publicaram e as áreas de conhecimento de concentração. Como resultados, observou-se que o tema vem ganhando representatividade em publicações nos últimos quatro anos, sendo a gestão da cadeia de suprimentos, o tema mais explorado.

Palavras chave: Sustentabilidade; Eletrônicos; Literatura.

Abstract

Sustainability is a theme discussed under various optics in industrial environments. Full of challenges and benefits, sustainability appears in the modern world as a possible solution to environmental problems, and attenuating the wear and tear from the production process. Its fulfillment happens when the factory agent manages to coexist simultaneously with government regulations, external pressures of performance, demanding consumers, crowded markets, without

compromising the future of the next generations. The electronics industry, the focus of this work, demands resources, emits pollutants, and generates an expressive amount of waste in the world. According to the United Nations Organization (UN) (2015), e-waste generated in 2014 was 41.8 million tons, with only 15.5% recycled. All this garbage is estimated at a material value of 48 billion euros, which were not inserted again into the productive system of the sector. In this context, this article aims to analyze bibliometrically the academic publications elaborated on the sustainability theme in the electronics industry, in order to identify the volume of articles generated, which countries have published the most and the knowledge areas of concentration. As a result, it has been observed that the theme has been gaining representativeness in publications in the last four years, with supply chain management being the most explored topic.

Keywords: Sustainability; Electronics; Literature.

Resumen

La sostenibilidad es una temática discutida bajo varias ópticas en los ambientes industriales. La sostenibilidad aparece en el mundo moderno como una posible solución de los problemas ambientales, y atenuadora de los desgastes provenientes del proceso de producción. Su concreción ocurre cuando el agente fábrica, logra convivir simultáneamente, con las regulaciones gubernamentales, presiones externas de desempeño, consumidores exigentes, mercados concurrenciosos, sin comprometer el futuro de las próximas generaciones. La industria electrónica, foco de este trabajo, demanda recursos, emite contaminantes, y genera una cantidad significativa de residuos en el mundo. Según la Organización de las Naciones Unidas (2015), la basura electrónica generada en 2014 fue de 41,8 millones de toneladas, siendo que sólo el 15,5% fue reciclado. Toda esta basura, se estima en un valor material de 48 mil millones de euros, que no fueron insertados nuevamente en el sistema productivo del sector. En este contexto, este artículo tiene como objetivo analizar bibliométricamente las publicaciones académicas elaboradas sobre la temática sostenibilidad en la industria de electrónica, a fin de identificar el volumen de artículos generados, qué países más publicaron y las áreas de conocimiento de concentración. Como resultados, se observó que el tema viene ganando representatividad en publicaciones en los últimos cuatro años, siendo la gestión de la cadena de suministros, el tema más explotado.

Palabras clave: Sostenibilidad; Electrónico 2; Literatura.

INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é uma temática que vem sendo discutida sob vários aspectos há anos. A ideia de conciliar o desenvolvimento econômico, com a preservação do meio ambiente e a atuação social atrai pesquisadores do mundo inteiro, e vem se consolidando como conceito e prática de sobrevivência para as instituições.

A indústria de eletrônicos no Brasil, foco deste artigo, no acumulado dos oito primeiros meses do ano de 2018 apresentou números positivos, com um aumento da produção industrial do setor de eletrônico de 4.3% em comparação com o ano anterior

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2018). Especificamente, no mês de agosto deste ano, a indústria de produtos eletrônicos ampliou a produção do mês em 5.1%, em um cenário de queda da produção industrial nacional em 0.3% negativo, o que demonstra seu potencial crescimento no país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2018).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) (2015), o lixo eletrônico gerado em 2014 foi de 41,8 milhões de toneladas, sendo que somente 15,5% foram reciclados. Todo este lixo, é estimado em um valor material de 48 bilhões de euros, que não foram inseridos novamente no sistema produtivo do setor.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo analisar bibliometricamente as publicações acadêmicas elaboradas sobre a temática sustentabilidade na indústria de eletrônicos, a fim de se identificar o volume de artigos gerados, quais países mais publicaram e as áreas de conhecimento de concentração.

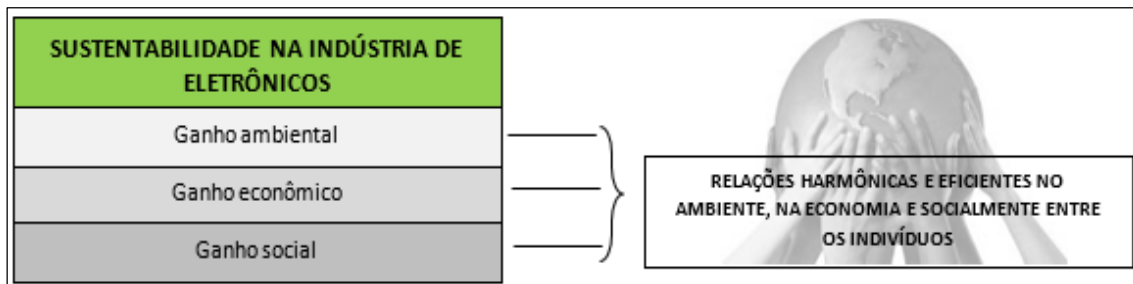
O artigo está estruturado em cinco partes: introdução, um breve referencial teórico, metodologia, resultados e discussões e considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ao se falar em sustentabilidade e na relevância da preservação dos recursos naturais do planeta para as próximas gerações, as organizações públicas e privadas vêm deslocando esforços para um processo de mudanças dos padrões de cultura e consumo da sociedade mundial. Interpretado com um caráter restritivo e superficial, principalmente pelo fato da popularização do tema, o desenvolvimento sustentável abarca três vertentes essenciais: a ambiental, a econômica e a social.

Teoricamente o termo “sustentável” tem origem do latim “sustentare”, que significa sustentar, favorecer e conservar, e está definida como a capacidade de um grupo de pessoas se manterem dentro de um ambiente, sem causar impactos ao mesmo (BRASIL SUSTENTÁVEL, 2018).

Figura 1: Tripé da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Partindo do preceito de indústria sustentável, Borchardt et al. (2008a) em seu artigo avaliou a estratégia de ecologia industrial dentro do contexto da indústria eletrônica automotiva, e relata que as organizações carecem de: conceber produtos direcionados para a redução do impacto da extração de matéria-prima, reduzir consumo de energia e geração de resíduos, criar produtos com vida útil maior, reintroduzir as partes do ciclo industrial no processo produtivo, desenvolver procedimentos adequados de descarte e diminuir a produção de partes defeituosas.

Além dos fatores acima, a sustentabilidade na indústria de eletrônicos também foi discutida na obra de Azevedo e Silveira (2011), porém com um foco específico na legislação do setor. A legislação pertinente é direcionada pelo Programa Nacional de Microeletrônica, em que a indústria de semicondutores foi elencada como estratégica para o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento nacional.

Apesar das regulamentações existentes, o país ainda sofre para implantar práticas ambientais mais eficientes. Tenório, Kameoka e Espinosa (2009) alertam sobre o volume de lixo urbano criado pela indústria de eletrônicos, principalmente, a quantidade de baterias esgotadas e descartadas sem a solução técnica devida, de reciclagem e recuperação de materiais como cobalto, alumínio e cobre.

A estratégia de EcoDesign visa desenvolver produtos com novos materiais e processos produtivos menos danosos, produzindo economicamente viável e ecologicamente correto (PLENTZ, TOCCHETTO, 2014). Para ser implantada, Borchardt et al. (2007b) propõe que as indústrias de eletrônicos devam seguir uma sequência de passos: realizar um estudo da realidade organizacional, o planejamento, formular diretrizes primárias e secundárias, qualificar fornecedores de matérias-primas, estabelecer métricas de controle, treinar a equipe, executar a estratégia, propor melhorias contínuas e aplicar a análise do círculo de vida do produto.

Por fim, acredita-se que aliar a gestão ambiental com o ecodesign, do projeto dos produtos à introdução de práticas de logística reversa, estimular a pesquisa científica, reduzir a pirataria, executar compras públicas sustentáveis, implantar parques de economia circular, aumentar a participação de fontes renováveis na matriz energética, implantar programas de resíduo 0, estabelecer políticas de design de produtos verdes, utilizar a internet das coisas e aplicar preceitos da indústria 4.0, são possíveis soluções para que a indústria de eletrônicos dirima os problemas ambientais e garanta a efetiva sustentabilidade no setor (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

METODOLOGIA

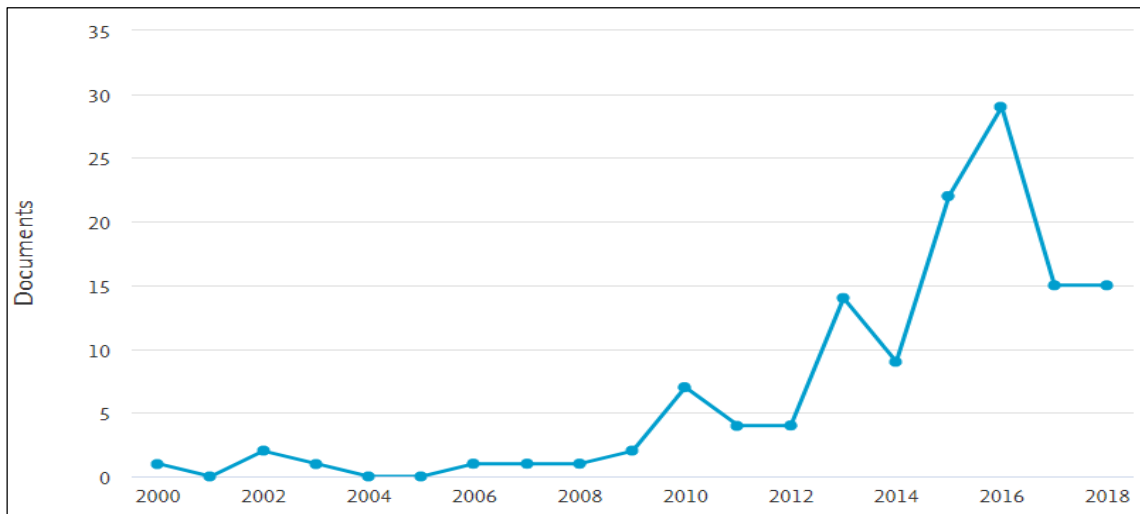
Este artigo utilizou a pesquisa exploratória para atingir o objetivo proposto e se familiarizar com o objeto do estudo: sustentabilidade na indústria de eletrônicos.

Para a análise bibliométrica, utilizou-se base de dados Scopus para coletar os artigos, e os mecanismos de busca foram “Sustainability” AND “Electronics Industry” AND “Electronic Industries”. Ao entrar com o string de busca citado, identificou-se a ocorrência destes nos títulos dos documentos, resumo e palavras chaves. Encontrou-se 186 resultados de materiais artigos, revisão, livros, capítulos de livros, conferências. O filtro aplicado na coleta dos materiais foi artigo e o resultado foi para 128 documentos, cuja análise está apresentada no próximo tópico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As publicações sobre a temática sustentabilidade na indústria de eletrônicos vem crescendo nos últimos anos, atingindo no ano de 2016 o ápice de 29 publicações. No ano de 2017 e 2018, foram produzidos 30 artigos até a data de coleta dos dados (agosto/2018), sendo 15 em cada ano. O Gráfico 1 apresenta o histórico de publicações/ano.

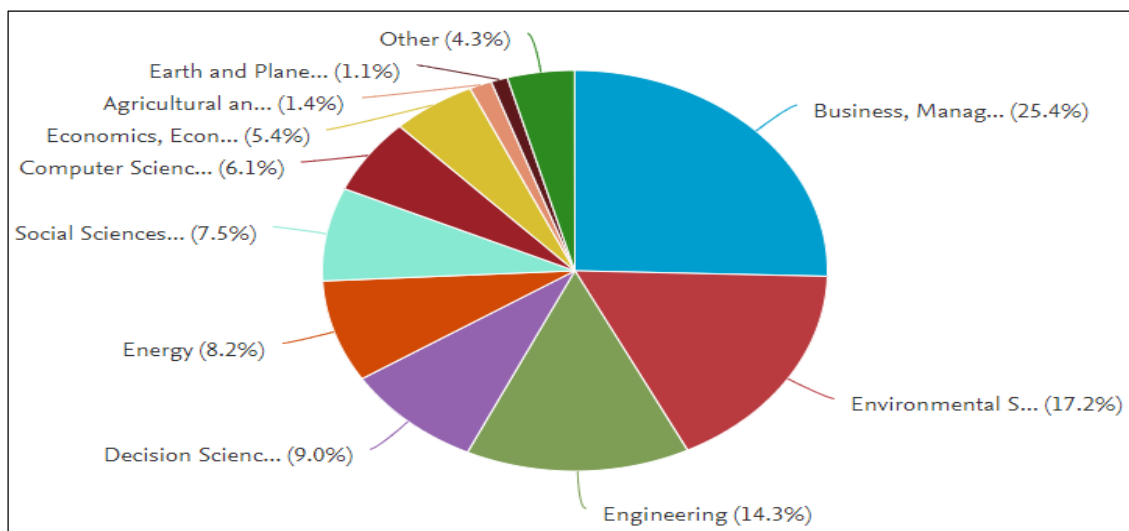
Gráfico 1: Histórico das publicações



Fonte: Scopus (2018)

O histórico de publicações retrata que tivemos 128 publicações nos últimos 18 anos, as quais são pertencentes, em grande maioria, em três áreas do conhecimento: Negócios, Administração e Contabilidade (25,4%), Ciência Ambiental (17,2%) e Engenharia (14,3%). As áreas que menos contribuíram para a criação das publicações foram a Bioquímica, Genética e Biologia Molecular, a Engenharia Química, a Química e a Ciência dos Materiais, cada qual com apenas 1 artigo publicado.

Gráfico 2: Concentração das publicações por área do conhecimento



Fonte: Scopus (2018)

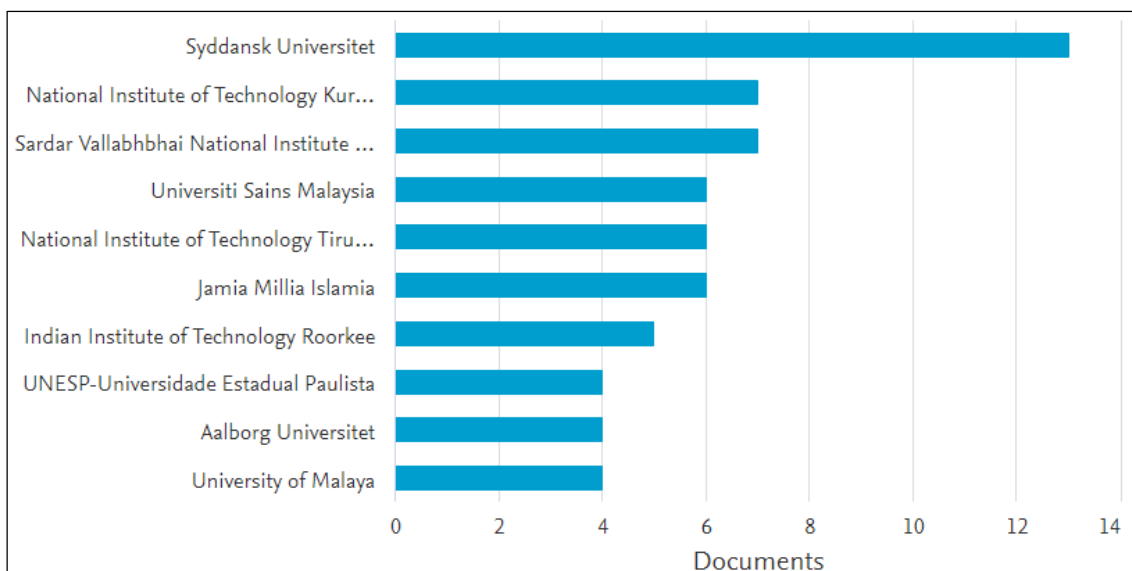
Os cinco autores que mais publicaram na temática proposta por este artigo foram Govidan (12), Luthra (10), Haleem (8), Garg (7) e Kannan (6). Govidan é professor associado de Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos, do Departamento de

Administração e Economia, da Universidade do Sul de Denmark e pesquisa os temas Economia Circular, Economia na Gestão da Cadeia de Suprimentos, Indústria 4.0 e Sustentabilidade nas corporações (SCHOLAR GOOGLE, 2018a). O segundo autor que mais publicou na área é Sunil Luthra da faculdade de Engenharia do Governo de Nilokhrei – Haryana, Índia, e seus temas de estudos são a Engenharia Industrial, Cadeia de Suprimentos Verde, Gestão de Operações, Sustentabilidade e Energia Renovável (SCHOLAR GOOGLE, 2018b).

O terceiro autor com o maior número de publicações é Haleem, da Universidade de Jamia Millia Islamia - Índia, o quarto Garg do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Nacional de Tecnologia Kurukshetra – Índia e o quinto Devika Kannan do Departamento de Mecânica e Engenharia de Manufatura de Denmark (SCOPUS, 2018).

As universidades que mais desenvolveram a pesquisa em Sustentabilidade em Eletrônicos podem ser visualizadas no Gráfico 3. Destaca-se a Universidade Estadual Paulista, universidade brasileira presente no ranking com 4 publicações. Apesar de não estar representado no gráfico, a Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos, aparecem nos dados buscados com 2 publicações cada.

Gráfico 3: Universidades com volume de produção no tema

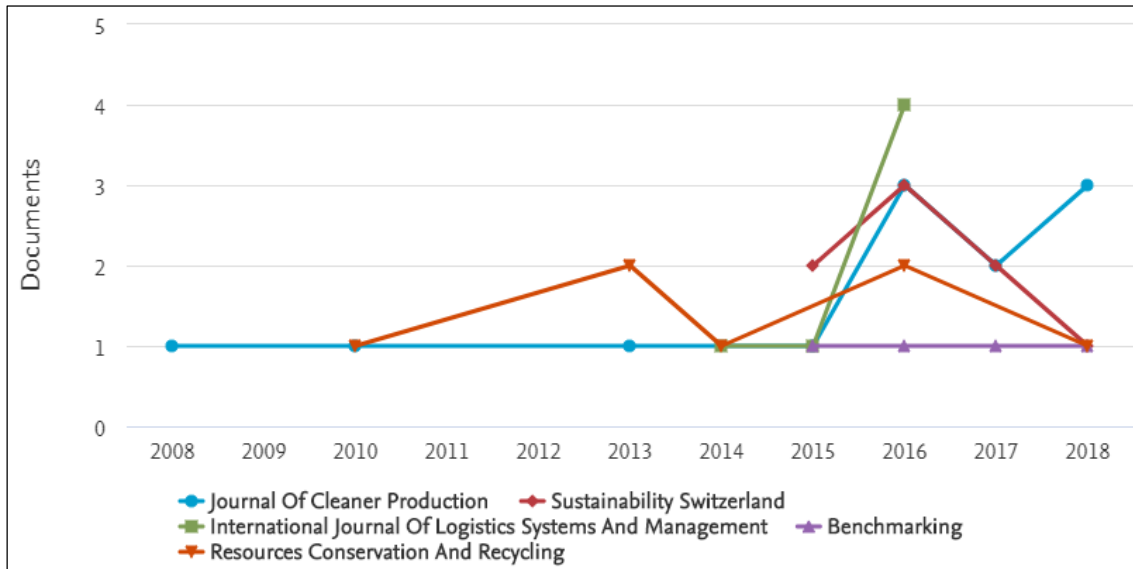


Fonte: Scopus (2018)

Os jornais que mais receberam periódicos para publicação foram: Journal of Cleaner Production (12), Sustainability Switzerland (8), Resources Conservation and Recycling (7), International Journal of Logistics Systems and Management (6) e Benchmarkign (4). Exceto os já citados, a base de dados Scopus resultou em mais 75

journals, todavia, com publicações de no máximo 3 artigos, por isso foram desconsiderados na análise. Vide Gráfico 4.

Gráfico 4: Publicação por periódico



Fonte: Scopus (2018)

Os 20 artigos mais citados nestes jornais, foram apresentados na Tabela 1, respectivamente com a quantidade de citações por ano e por cada material publicado. Em geral, estes 20 artigos foram citados nos últimos cinco anos 3.333 vezes por acadêmicos de variadas instituições.

O artigo que merece destaque dos mais citados é “Reverse logistics and closed-loop supply chain: a comprehensive review to explore the future”. Este periódico foi escrito por Govindan K., Soleimani H., Kannan D. para o Jornal Europeu de Pesquisas Operacionais em 2015.

Ressalta-se que o assunto, logística reversa, é indicado no referencial teórico deste artigo, pela Confederação Nacional da Indústria Brasileira, como uma das medidas a ser explorada para se alcançar uma indústria de eletrônicos mais sustentável, portanto, percebe-se neste ponto um alinhamento das publicações acadêmicas com o viés empírico do mercado.

Tabela 1: Periódicos mais citados

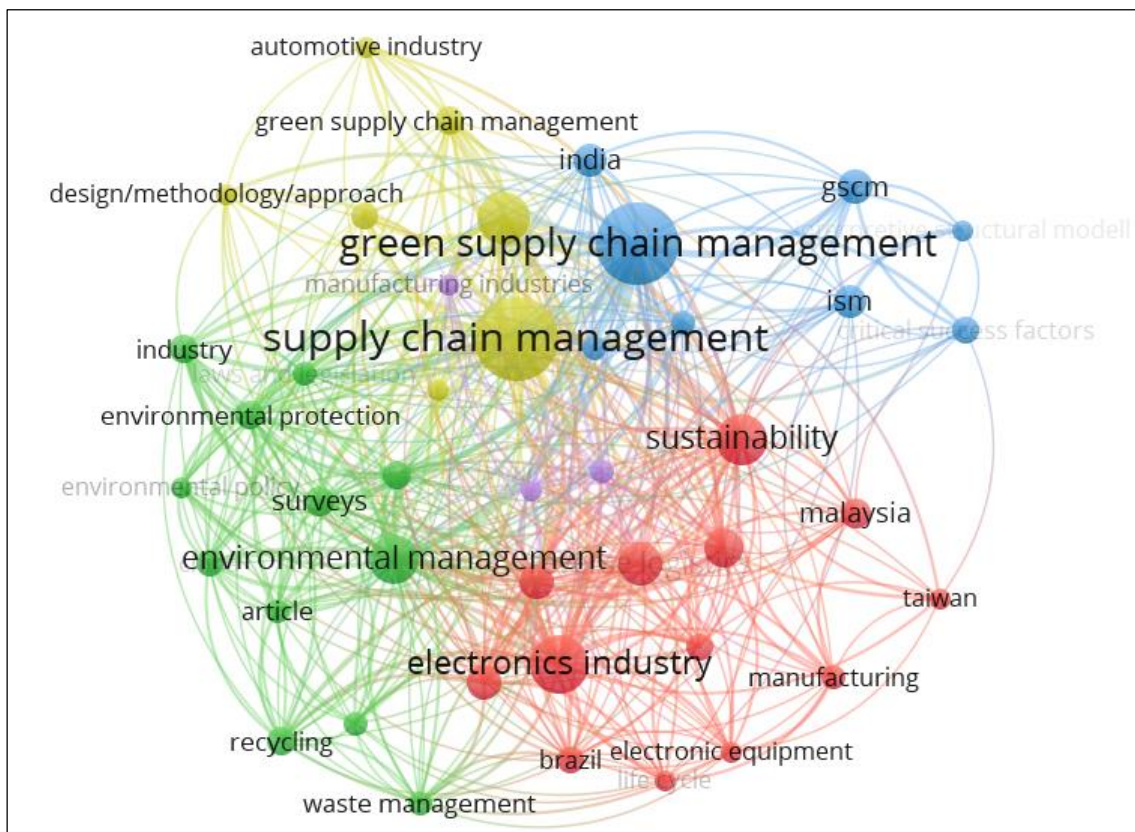
Documents	Citations	<2014	2014	2015	2016	2017	2018	Subtotal	>2018	Total
	Total	319	200	458	707	833	810	3008	6	3333
1 Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehens...	2015		1	36	91	135	112	375	2	377
2 Barriers analysis for green supply chain management implemen...	2014	1	9	40	49	42	49	189		190
3 Institutional-based antecedents and performance outcomes of ...	2013	1	12	29	47	55	43	186		187
4 Using DEMATEL to develop a carbon management model of suppli...	2013	7	14	31	45	49	33	172		179
5 Barriers to implement green supply chain management in autom...	2011	19	22	30	42	33	29	156	1	176
6 ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits	2008	43	14	14	19	16	9	72		115
7 Green supply chain management and organizational performance	2012	3	14	13	21	25	24	97		100
8 Critical factors for implementing green supply chain managem...	2010	13	13	16	23	15	13	80		93
9 Managing e-waste in China: Policies, pilot projects and alte...	2010	30	12	14	12	10	9	57		87
10 Creating integrated business and environmental value within ...	2010	19	6	8	13	19	21	67		86
11 Spaces of labour control: Comparative perspectives from Sout...	2002	51	5	5	1	4	4	19		70
12 Pressure analysis for green supply chain management implemen...	2014		4	21	15	13	14	67		67
13 Understanding the Success Factors of Sustainable Supply Chai...	2012	5	7	15	15	14	10	61		66
14 Utilization of recycled glass derived from cathode ray tube ...	2011	20	8	8	10	6	14	46		66
15 Customer involvement in greening the supply chain: an interp...	2013		6	13	16	16	13	64		64
16 Integration of AHP-TOPSIS method for prioritizing the soluti...	2015			3	16	15	25	59		59
17 Multiple comparative studies of Green Supply Chain Managemen...	2013	1	5	14	25	5	4	53	1	55
18 Critical success factors of green supply chain management fo...	2015			7	10	18	17	52	1	53
19 Analysis of the influential pressures for green supply chain...	2013	1	2	11	12	13	13	51		52
20 Green supply chain management practices and performance	2013		2	5	11	23	10	51		51

Fonte: Scopus (2018)

Visando verificar a interconexão entre temas de pesquisas, construiu-se uma rede de palavras chaves mais frequentes nos materiais coletados, sendo elas: Gestão da Cadeia de Suprimentos (frequência de aparecimento 47), Gestão da Cadeia de Suprimentos Verdes (46), Indústria de Eletrônicos (26), Desenvolvimento Sustentável (22), Sustentabilidade (21), Gestão do Desenvolvimento (20), Logística Reversa (16), Tomada de Gestão (13), Logística (11) e Manufatura (11). Vide Figura 2.

Vocábulos paralelos como: proteção ao desenvolvimento, reciclagem, indústria de eletrônicos e gestão do lixo, também devem ser avaliados na formação da rede, apesar de sua menor intensidade de frequência.

Figura 2: Rede de palavras-chaves



Fonte: VOSviewer (2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade na indústria de eletrônicos é um ponto interessante de estudo para a conjuntura mundial. Frente ao desafio de manter a rentabilidade das organizações e alinhar práticas verdes, as instituições vem adotando diversas estratégias para garantir a sobrevivência futura do setor mediante perspectivas grandiosas de crescimento.

O objetivo proposto neste artigo, de apresentar um patamar das publicações acadêmicas sobre sustentabilidade em eletrônicos, foi alcançado, o qual se identificou que a literatura expandiu o volume de artigos publicados nos últimos anos, artigos estes focados para a área de Negócios, Ciência Ambiental e Engenharia. Os pesquisadores mais atuantes na área são indianos, e o jornal com o maior índice de publicações foi o Journal of Cleaner Production, revista de representatividade e com fator de impacto alto de 5.65. Apesar da quantidade de publicações ser baixa, encontrou-se publicações de algumas universidades brasileiras no volume de materiais encontrados na literatura.

Diante destes resultados, é notório que a academia brasileira carece de melhorar o volume de publicações na temática sustentabilidade na indústria de eletrônicos, e que

as instituições privadas precisam aperfeiçoar os esforços para trabalhar com a Cadeia de Suprimentos (palavra-chave latente do mapa de rede) integrada, e obter ganhos sinérgicos nesta indústria representativa para o país.

Como limitação, tem-se que este artigo se restringiu à uma análise das publicações teóricas, não possuindo caráter empírico. A realidade das publicações é limitada a uma única base de dados, e com o string de busca pequeno.

Sugere-se como pesquisa futura realizar uma Revisão Bibliográfica Sistematizada (RBS) com os artigos mais citados da literatura, utilizando o software Start. Além da RBS, também poderá ser feita uma pesquisa empírica em empresas industriais do setor de eletrônicos para verificar a gestão da sustentabilidade nas mesmas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Produção da indústria de eletroeletrônica recua 4,8% em agosto**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/noticias/com420.htm>>. Acesso em: 17 out. 2018.

AZEVEDO, A. M. M.; SILVEIRA, M. A (Organização). **Gestão da Sustentabilidade organizacional**: desenvolvimento de ecossistemas colaborativos. Campinas, SP: CTI (Centro de Tecnologia da Informação “Renato Archer”), 2011. 208 p.

BALDÉ et al.. **The global e-waste monitor – 2014**. United Nations University, IAS – Scycle, Bonn, Germany. 2015. Disponível em: <<https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

BORCHARDT et al. Considerações sobre EcoDesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. **Ambiente & Sociedade**, v. XI, n.2, p. 341-353, jul./dez. 2008. (a)

BORCHARDT, et al. Implementação do EcoDesign: um estudo de caso na indústria eletrônica. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVII, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais....** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2007. p. 1 - 10. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30800671/ENEGEP2007_TR6704_85_9203.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1539783202&Signature=T32rgXQ8dJM2Gxk%2FOA%2FYESVHkIU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DImplementacao%20do%20ecodesign%20um%20estudo%20de.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018. (b)

BRASIL SUSTENTÁVEL. **Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.brasilsustentavel.org.br/sustentabilidade>>. Acesso em: 20 set. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade.** Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – Brasília : CNI, 2017. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/fasci17.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores IBGE: pesquisa industrial mensal : produção física : Brasil.** Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/228/pim_pibr_2018_ago.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.

PLENTZ, N. D.; TOCCHETTO, M. L. O EcoDesign na indústria de calçados: proposta para um mercado em transformação. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [S.l.], v. 18, n. 3, p.1022-1036, 1 set. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013830>.

TENÓRIO, J. A. S.; KAMEOKA, F.; ESPINOSA, D. C. Romano. Sustentabilidade na indústria eletrônica: reciclagem de cobre e alumínio de baterias de íons de lítio. **Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, [S.l.], v. 5, n. 4, p.219-223, 2009. Editora Cubo Multimídia. <http://dx.doi.org/10.4322/tmm.00504006>

SCOPUS. **Document search.** Disponível em: <<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>>. Acesso em: 02 set. 2018.

SCHOLAR GOOGLE. **Kannan Govindan.** Disponível em: <<https://scholar.google.com/citations?user=tODVudAAAAAJ&hl=en>>. Acesso em 09 out. 2018a.

SCHOLAR GOOGLE. **Sunil Luthra.** Disponível em: <<https://scholar.google.com/citations?user=os6MGawAAAAAJ&hl=en>>. Acesso em 09 out. 2018b.