



10th INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Economia circular ontem e hoje: uma análise bibliométrica

DEUS, R. M.^{a*}, SAVIETTO, J. P.^b, OMETTO, A. R.^b, BATTISTELLE, R. A. G.^a

a. Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru

b. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos

*Corresponding author, rafaelmdeus@gmail.com

Resumo

A sustentabilidade continua a ser um tema de importante debate, tanto para os países pós-industrializados quanto para aqueles que estão em fase de industrialização, muitos dos quais ainda estão em fases iniciais rumo ao desenvolvimento sustentável. A economia circular vem como um modelo para impulsionar a sustentabilidade, pois os fluxos de materiais são como ciclos biológicos, ou seja, os produtos são projetados e planejados para um metabolismo cíclico, através da geração de valor. Assim este artigo visa avaliar o estado atual da arte, com base em ferramentas bibliométricas e discute o papel da economia circular na literatura científica no passado e no presente. Conclui-se que o tema economia circular ainda é emergente, ou seja, a partir de 2006 tem-se publicado artigos nesta temática na base *Web of Science*, e a partir daí tem crescido constantemente. Vários países têm publicado sobre o tema, entretanto a China tem se despontando tanto em nível de publicação, impacto e aplicação do próprio tema. A principal instituição com melhores indicadores de produção é a *Chinese Academy of Sciences*. O *Journal of Cleaner Production* é o principal periódico com representatividade de 25,6% de todas as publicações, sendo o mesmo como uma ponte entre todos os demais, pois possui as principais publicações. A economia circular tem muito a amadurecer, principalmente na América Latina, a qual possui baixa representatividade num tema de tamanha importância.

Palavras-chave: Economia Circular; Bibliometria; Revisão Sistemática.

1. Introdução

No período de 1910 a 2005 a população humana cresceu quatro vezes e a economia dezessete vezes, enquanto que a apropriação da produção primária líquida, medida em unidades de carbono, apenas dobrou, o que significa um avanço em termos de eficiência. Entretanto, no mesmo período, a quantidade de carbono apropriado ainda é alta, passando de 6,9 Gt para 14,8 Gt ao ano, atingindo 25% do potencial da produção primária líquida da vegetação (Krausmann et al. 2013).

É fato que as alterações humanas causadas no uso da terra e na cobertura vegetal, resultando na expansão urbana, são fatores importantes que impulsionam as mudanças ambientais e climáticas (Georgescu et al. 2014). Além disso os resíduos resultantes do consumo de produtos, sejam orgânicos ou inorgânicos, têm certo potencial de emissão de gases de efeitos estufa, a depender do tratamento final, contribuindo de certa forma também para o aquecimento global (Deus et al. 2016; Gentil et al. 2009). Embora haja certo tipo de contradição na literatura que os resíduos possam não contribuir para

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

São Paulo – Brazil – May 24th to 26th - 2017

o aquecimento global (Vergara e Tchobanoglous 2012), é certo que hoje a sociedade e todos os seus atores buscam pelo uso eficiente de combustíveis e recursos naturais, assim como busca pela redução das emissões de gases de efeito estufa e a diminuição dos impactos ambientais negativos, pois as consequências afetam a todos. Isto é evidente no quanto métodos, ferramentas e técnicas, como a Avaliação do Ciclo de Vida, técnica para avaliar entradas e saídas de um sistema de produto e seus impactos ambientais potenciais (ISO 2006), que tem crescido em termos de publicação e utilização na indústria nos últimos anos (Hou et al. 2015; Souza e Barbastefano 2011).

O atual modelo econômico de extrair, transformar e descartar é dependente de matérias primas de baixo custo e fácil acesso, energia, entretanto com a recente pressão maior sobre os recursos naturais um novo paradigma surge como necessidade de repensar e reformular o uso de materiais e energia, ou seja, um modelo circular de economia (Ellen MacArthur Foundation 2015). Neste modelo os fluxos de materiais são como os ciclos biológicos, que após o descarte estão disponíveis para um novo ciclo ecológico, ou seja, os materiais são projetados para um metabolismo cíclico, que não só mantenha sua condição como recurso, mas criando uma rede de informação entre os atores possibilitando uma economia circular que adicione mais valor aos produtos e serviços (Braungart et al. 2007).

Desta forma o objetivo deste estudo é fazer uma análise bibliométrica do atual estado-da-arte da economia circular, verificar os principais autores, instituições e países, assim como suas relações e buscar sistematizar as tendências de estudo criando uma agenda.

2. Métodos

Este estudo bibliométrico tem como base uma pesquisa bibliográfica sistemática da literatura, de tal forma que reúna evidências disponíveis que possam dar suporte à discussão e ao objetivo proposto. Por meio de uma sequência rigorosa de passos em torno da questão central de estudo e determinados passos recomendados na literatura (Biolchini et al. 2005; Brereton et al. 2007).

Primeiramente foi definido o termo em inglês de busca "*Circular Economy*", embora seja um termo mais genérico ele abrange de forma geral as pesquisas que tendem a este modelo de economia e modelo de negócio. Outros termo poderiam ser analisados como "*Eco-effectiveness*" ou "*Ecodesign*" ou termos envolvendo novos modelos de negócios, entretanto o termo utilizado nesta pesquisa foi intencionalmente escolhida para verificar também a constância do termo na literatura científica e verificar se o mesmo, assim como determinados indicadores, tem sobrevivido e crescido diante de uma vasta inserção de novas ideias e teorias (Morse 2014), pois assim como economia circular surge para solucionar determinados problemas há outros modelos econômicos como "decrescimento sustentável" que também visam propósitos similares (Huetting 2010).

Na segunda etapa definiu-se a base de dados para a busca dos trabalhos, sendo escolhida a base de dados Web of Science, gerenciada pela empresa Thomson Reuters. Esta base indexa atualmente os periódicos mais relevantes.

Na etapa 3, após a busca como tópico, que engloba título, resumo e palavras-chave, os resultados foram refinados com os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- Inclusão de Artigos de Periódicos (*Papers*) e Revisões (*Review Papers*);
- Exclusão de artigos de conferências;
- Inclusão de todos os anos até a data da busca – novembro de 2016.

Depois de refinado, na etapa 4 os resultados foram exportados com todas as informações disponíveis em formato ".ris", o qual na etapa 5 foi utilizado para análise bibliométrica por meio do software *HistCite* versão 12.03.17 e *VOSviewer*. O resultado retornou 312 artigos, e todos foram utilizados para as análises gerais: evolução acadêmica, país de origem e instituição, análise dos periódicos e de autoria. Quanto aos indicadores de citações, foram adotados os disponibilizados a analisados pelo software *HistCite*.

3. Resultados

A Figura 1 apresenta a evolução histórica de publicação de artigos contendo o termo “economia circular” no título, resumo ou palavras-chave. Como observado o tema ainda é recente, com início de publicação da *Web of Science* em 2006.

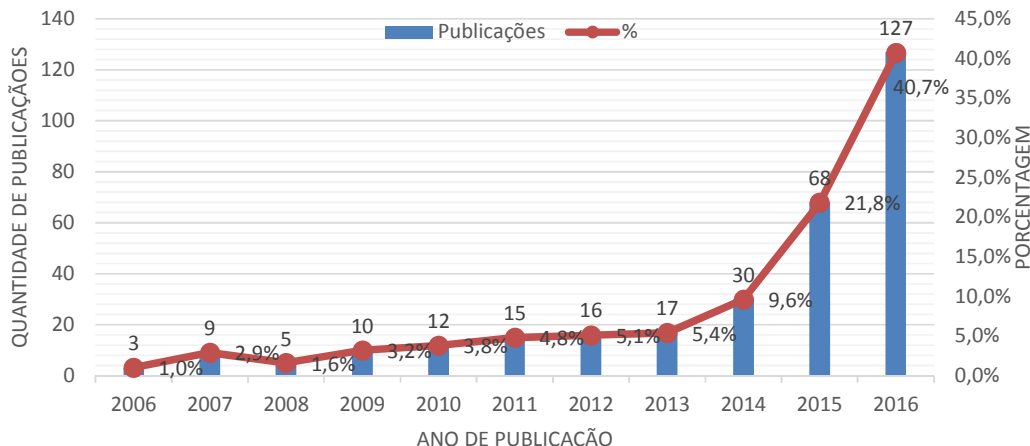


Fig. 1. Evolução da produção científica em “economia circular”.

Embora o conceito de economia circular tenha sido levantado anteriormente por Pearce e Turner (1990), os quais apontaram em sua publicação “*Economics of natural resources and the environment*” que a economia tradicional foi desenvolvida sem a tendência de reciclar ou circular, desta forma o meio ambiente foi tratado como se fosse um reservatório de resíduos, os resultados mostram que o amadurecimento do tema ainda está ocorrendo.

De 2006 a 2013 a quantidade de artigos publicados não passou de 20, em 2014 passou para 30, 2015 para 68 e em 2016 chegou à marca de 127 artigos, ou seja, 40,7% do total. Este crescimento se deve à importância que o tema tem se demonstrado, primeiramente ao ser adotado como política nacional pelo governo chinês para promover a economia circular, por meio de uma série de leis e regulamentos (Stahel 2006) e recentemente em 2015 há uma proposta de emenda à política europeia de gestão de resíduos para inserir aspectos referentes à economia circular, assim como sua promoção (European Commission 2015a, 2015b).

Quanto ao idioma, o inglês corresponde à 98,4% dos artigos, em seguida o alemão com 0,6% e depois o chinês, francês e romeno, cada um com 0,3%. A Tabela 1 apresenta os dez países que mais publicaram e seus indicadores. Como observado a China, a qual aparece em primeiro lugar em todos os indicadores, tem se despontado neste tema, sendo pioneira em muitos aspectos dentro das escalas da economia circular, seja micro, meso ou macro (Su et al. 2013).

Tabela 1. Lista dos países que mais publicaram e seus respectivos indicadores.

Países	Quant.	%	Class. %	TLCS	Class. TCLS	TGCS	Class. TGCS
China	127	40,7	1	397	1	1439	1
Reino Unido	38	12,2	2	27	8	356	3
Holanda	30	9,6	3	39	7	240	6
Itália	27	8,7	4	52	5	237	7
EUA	24	7,7	5	119	2	480	2

As oito maiores forças de relações quanto às citações envolvem a China, sendo o mesmo com EUA (117), Japão (110), Suécia (80), Itália (75), Canadá (60), Coreia do Sul (51), Holanda (48), Alemanha (28), em nono vem EUA com Japão (28) e em décimo China com Dinamarca (26).

Conforme a Tabela 2, dentre as dez instituições que mais publicaram, seis são chinesas, em primeiro lugar vem a *Chinese Academy of Sciences*, com representatividade de 9,6% das publicações. Esta instituição tem um grupo de pesquisa intitulado “*Circular Economy, Industrial Ecology Research Group*” criado em 2008, próximo ao período de início do termo em publicações no Web of Science. As pesquisas deste grupo focam na economia circular e ecologia industrial, com desenvolvimento de sistema de simulação de economia circular e avaliação da eco-eficiência nos ecossistemas industriais. Tem como principal líder o Dr. Yong Geng, que é o autor com maior número de publicações nesta amostra.

Tabela 2. Lista de instituições que mais publicaram e seus respectivos indicadores.

Class.	Instituição	País	Quant.	%	TLCS	TGCS
1	Chinese Academy of Sciences	China	30	9,6	200	541
2	National Institute for Environmental Studies	Japão	16	5,1	61	238
3	Delft University Technology	Holanda	14	4,5	14	81
4	Tsinghua University	China	13	4,2	30	113
5	Dalian University Technology	China	12	3,8	105	333
6	Shanghai Jiao Tong University	China	12	3,8	22	188
7	Shandong University	China	8	2,6	11	41
8	Central South University	China	6	1,9	4	10
9	University of Oxford	Reino Unido	6	1,9	4	9
10	Aalto University	Finlândia	5	1,6	7	24

Os dez periódicos com maiores força de relações entre si quanto às citações envolvem o *Journal of Cleaner Production* (Figura 2Fig. 2), sendo este relacionado fortemente com o *Journal of Industrial Ecology* (44 pontos), *Resources Conservation and Recycling* (34 pontos), *Waste Management* (24 pontos), *International Journal of Sustainable Development*, *World Ecology* (19 pontos), *Journal of Material Cycles and Waste Management* (18 pontos), *Environmental Science and Pollution Research* (13 pontos), *Sustainability Science* (13 pontos), *Science of the Total Environment* (12 pontos), *Energy* (11 pontos) e *Sustainability* (10 pontos).

O *Journal of Cleaner Production* é o principal periódico com representatividade de 25,6% de todas as publicações. Logo após vem o *Resources Conservation and Recycling* (6,7%), *Sustainability* (4,5%), *Journal of Industrial Ecology* (4,2%) e *Waste Management* (3,9%). A lista segue adiante com periódicos com menor representatividade. Como observado na Figura 2, o *Journal of Cleaner Production* faz a relação com a maioria dos periódicos, em termos de citação.

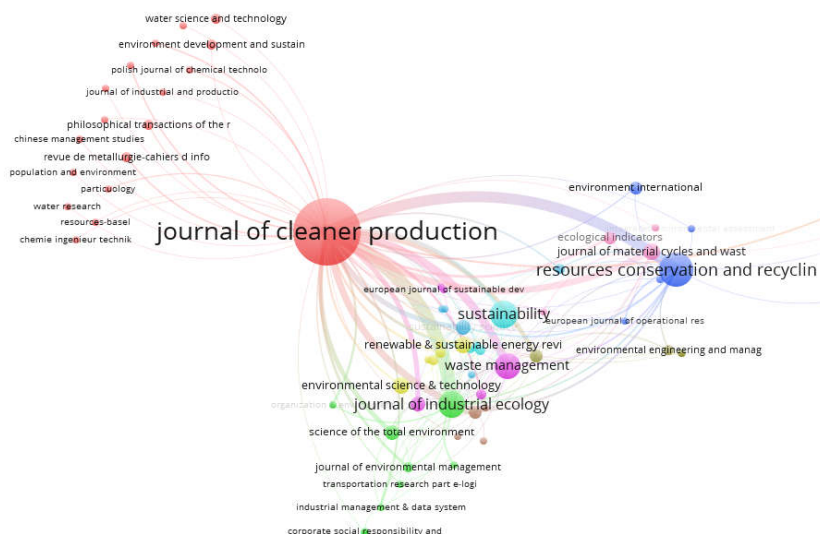


Fig. 2. Relação entre os periódicos em termo de citação. A espessura da linha representa a pontuação da força de relação.

4. Conclusão

O tema economia circular ainda é emergente, ou seja, a partir de 2006 tem-se publicado artigos nesta temática na base *Web of Science*, e a partir daí tem se crescido constantemente. Vários países tem publicado sobre o tema, entretanto a China tem se despontando tanto em nível de publicação, impacto e aplicação do próprio tema.

A principal instituição com melhores indicadores de produção é chinesa, a Chinese Academy of Sciences, a qual possui um grupo de pesquisa intitulado “*Circular Economy, Industrial Ecology Research Group*” no qual se encontram os principais autores da área. Outras instituições de outros países também se destacam, tais como o *National Institute for Environmental Studies* do Japão e o *Delft University Technology* da Holanda.

O *Journal of Cleaner Production* é o principal periódico com representatividade de 25,6% de todas as publicações, sendo o mesmo como uma ponte entre todos os demais, pois possui as principais publicações. Desta forma conclui-se que a economia circular tem muito a amadurecer, principalmente na América Latina, a qual possui baixa representatividade num tema de tamanha importância.

Referências

Biolchini, J. et al., 2005. Systematic review in software engineering, Rio de Janeiro.

Brasil, 1973. Decreto no 73.030, de 30 de Outubro de 1973. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e da outras providências., Brasil.

Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A., 2007. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14), pp.1337-1348.

Brereton, P. et al., 2007. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, 80(4), pp.571-583.

Deus, R.M., Battistelle, R.A.G., Silva, G.H.R., 2016. Current and future environmental impact of household solid waste management scenarios for a region of Brazil: carbon dioxide and energy analysis. *Journal of Cleaner Production*.

Ellen MacArthur Foundation, 2015. Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition, Ellen MacArthur Foundation.

European Commission, 2015a. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>.

European Commission, 2015b. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/98/EC on waste. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015PC0595>.

Gentil, E., Clavreul, J., Christensen, T.H., 2009. Global warming factor of municipal solid waste management in Europe. *Waste management, research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 27(9), pp.850–860.

Georgescu, M. et al., 2014. Urban adaptation can roll back warming of emerging megapolitan regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(8), pp.2909–2914.

Hou, Q. et al., 2015. Mapping the scientific research on life cycle assessment: a bibliometric analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(4), pp.541–555.

Hueting, R., 2010. Why environmental sustainability can most probably not be attained with growing production. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), pp.525–530.

ISO, 2006. ISO 14044:2006. Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines.

Krausmann, F. et al., 2013. Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(25), pp.10324–10329.

Morse, S., 2014. Stirring the pot. Influence of changes in methodology of the Human Development Index on reporting by the press. *Ecological Indicators*, 45, pp.245–254.

Pearce, D.W., Turner, R.K., 1990. *Economics of natural resources and the environment*, p.378.

Souza, C.G., Barbastefano, R.G., 2011. Knowledge diffusion and collaboration networks on life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(6), pp.561–568.

Stahel, W.R., 2006. The circular economy: a new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), pp.4–8.

Su, B. et al., 2013. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, pp.215–227.

Vergara, S.E., Tchobanoglous, G., 2012. Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 37(1), pp.277–309.