

Res., Soc. Dev. 2019; 8(7):e9871102
ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i7.1102>

Aplicação da Economia Circular na Construção Civil
Application of Circular Economy in Civil Construction
Aplicación de la Economía Circular en la Construcción Civil

Recebido: 08/04/2019 | Revisado: 28/04/2019 | Aceito: 06/05/2019 | Publicado: 16/05/2019

Douglas Vieira Barboza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2653-8541>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: douglasbarboza@id.uff.br

Fábio Aquino da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2070-9143>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: fabioa@proppi.uff.br

Wladimir Henriques Motta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8254-1278>

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Brasil

E-mail: mottaw@gmail.com

Marcelo Jasmim Meiriño

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9165-2300>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: marcelojm@id.uff.br

Alexandre do Valle Faria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4012-0683>

Petróleo Brasileiro S. A., Brasil

E-mail: avalle.faria@gmail.com

Resumo

O impacto do consumo humano de materiais e energia exercido sobre o ambiente tem ganhado maior relevância nas últimas décadas, sendo a poluição uma emergência a ser resolvida, visto que a geração de resíduos é um de seus principais fatores. A gestão e redução destes devem ser pensadas nos diversos setores da sociedade, inclusive nos empreendimentos de construção civil, onde os estudos que abordem a temática são recentes. Logo, o objetivo

deste trabalho é revisar os conceitos de economia circular e analisar a sua aplicação na indústria de construção civil de acordo com os tipos de resíduos gerados, visando suscitar propostas de aplicação. Para isso, o estudo se baseou em um levantamento bibliográfico aprofundado em artigos, documentos técnicos e trabalhos monográficos, seguido de uma análise sobre as informações conseguidas. Como resultados principais, foi possível perceber as pesquisas em relação a aplicação dos conceitos de economia circular na construção civil estão uma crescente e representam forte tendência da sustentabilidade neste setor.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Edificações; Revisão Sistemática; Bibliometria.

Abstract

The impact of the human consumption of materials and energy exerted on the environment has gained more relevance in the last decades, being the pollution an emergency to be solved, since the generation of waste is one of its main factors. The management and reduction of these should be considered in the various sectors of society, including civil construction projects, where the studies that approach the subject are recent. Therefore, the objective of this work is to review the concepts of circular economy and analyze its application in the civil construction industry according to the types of waste generated, aiming to elicit proposals of application. For this, the study was based on an in-depth bibliographic survey of articles, technical documents and monographic works, followed by an analysis of the information obtained. As main results, it was possible to perceive the researches regarding the application of the concepts of circular economy in the civil construction are a growing and represent a strong tendency of the sustainability in this sector.

Keywords: Sustainability; Buildings; Systematic review; Bibliometrics.

Resumen

El impacto del consumo humano de materiales y energía ejercido sobre el medio ambiente ha ganado mayor relevancia en las últimas décadas, siendo la contaminación una emergencia a ser resuelta, ya que la generación de residuos es uno de sus principales factores. La gestión y reducción de estos deben ser pensadas en los diversos sectores de la sociedad, incluso en los emprendimientos de construcción civil, donde los estudios que aborden la temática son recientes. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es revisar los conceptos de economía circular y analizar su aplicación en la industria de la construcción civil de acuerdo con los tipos de residuos generados, con el fin de suscitar propuestas de aplicación. Para ello, el estudio se basó en un levantamiento bibliográfico profundizado en artículos, documentos técnicos y trabajos monográficos, seguido de un análisis sobre la información obtenida. Como resultados principales, fue posible percibir las investigaciones en relación a la aplicación de los

conceptos de economía circular en la construcción civil están una creciente y representan fuerte tendencia de la sostenibilidad en este sector.

Palabras clave: Sostenibilidad; Edificios; Revisión Sistemática; Bibliometria.

1. Introdução

A construção civil no Brasil se destaca com a possibilidade de crescimento de 7 a 10 bilhões de toneladas por ano na produção de resíduos (Wilson et al., 2015). No contexto brasileiro este número é de aproximadamente 72,5 toneladas neste mesmo ano, representando um acréscimo de 1,7% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2015).

Desta maneira, somado ao crescimento populacional previsto no Brasil e no mundo é necessária uma solução para evitar a ação de uma gestão errada dos resíduos sólidos para o meio ambiente, principalmente em relação ao tratamento final desses resíduos podendo gerar uma crise ambiental (Marshall & Farahbakhsh, 2013).

De acordo com Braga et al. (2005) a crise ambiental se dá basicamente por três fatores, são eles: o crescimento populacional, a demanda por energias e materiais e a geração de resíduos. Desta maneira, com o crescimento populacional previsto no Brasil e no mundo é esperado que haja um volume cada vez maior de resíduos gerados devido ao consumo, e que necessitam de uma solução para que não fiquem dispostos nos meios ambientais podendo prejudicar a vida em suas diferentes formas, desde o momento em que são disponibilizados para o consumo.

De acordo com Roque & Pierri (2019) o mercado cada vez mais competitivo, exige o desenvolvimento de uma produção mais sustentável, tendo a sustentabilidade na construção civil não somente a motivação de reduzir o desperdício de materiais, mas também de ações que permitam a redução custos e insumos, que reaproveitem e promovam o uso inteligente de recursos naturais em obras de engenharia para promover o desenvolvimento econômico, regional e social, sendo necessário que as premissas de sustentabilidade sejam aplicadas desde concepção do projeto para que seus objetivos possam ser conclusivos. Com base nessa premissa, este trabalho se justifica ao levantar a possibilidade da aplicação da economia circular na construção, que obrigatoriamente tem que ser pensada antes do início do projeto.

A economia circular é caracterizada como restaurativa e regenerativa, buscando manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor durante todo o tempo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos, sendo ideal para uma abordagem com foco no crescimento econômico sustentável e alinhada com o

desenvolvimento ambiental (EMF, 2016; EMF, 2013). Desta forma, a economia circular fornece ao sistema econômico um fluxo processual cíclico que contribui para a redução dos impactos ambientais negativos, além de proporcionar oportunidades de novos negócios (Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2018).

Assim tal modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos, respondendo a desafios relacionados a recursos para empresas e países, podendo gerar crescimento, criar empregos e reduzir os impactos ambientais, incluindo as emissões de carbono. Segundo Azevedo (2015), as discussões sobre a implementação da economia circular são recentes, particularmente no Brasil, e embora o termo tenha surgido há décadas, só passou a ser fortemente discutido a partir de 2012 com a publicação do primeiro de uma série de relatórios intitulados “Em direção a Economia Circular” pela (EMF, 2015).

O fluxo de produção linear gerou sérios danos aos processos de sustentabilidade ambiental, diferente da abordagem proposta pela economia circular que tem foco voltado para orientar os negócios, destacando a importância da reutilização de produtos e componentes que aliados ao uso de materiais remanufaturados em reforma e reparos, e com o uso de energias alternativas em toda a cadeia de valor do ciclo de vida do produto promoverão grandes ganhos a sustentabilidade. (EMF, 2013; Braungart, McDonough, & Bollinger, 2007; MIHELCIC et al., 2003).

Logo, o objetivo deste artigo é trazer um “apanhado” bibliográfico dos aspectos relevantes e atuais relacionados às obras de construção que possa fundamentar discussões mais aprofundadas sobre a aplicabilidade e vantagens da economia circular dentro das obras de construção civil, buscando trazer diferentes conceitos envolvidos no assunto.

2. Referencial Teórico

Os materiais naturais são fundamentais para a economia, a geração de empregos está diretamente ligada a criação de empregos, o que irá melhorar a nossa qualidade de vida. Dessa forma, a humanidade desde sempre se beneficiou dos recursos naturais que são finitos (Ferreira, et al., 2017). A CE é um conceito promovido por países da união européia por meio de vários governos nacionais e por empresas espalhadas pelo mundo com o objetivo de proporcionar ganhos para a economia mundial (Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2018). Este trabalho busca demonstrar que a economia circular não é somente um conceito teórico, mas realmente aplicável e que pode substituir a economia linear paulatinamente, para tanto, a

exposição de alguns conceitos é necessária na lógica de uma revisão que alicerce tal escopo (Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2018).

2.1 Sustentabilidade

Há pelo menos 40 anos, vários movimentos ecológicos tiveram início em diversos países. A crescente inquietação quanto aos problemas ecológicos deu origem em 1987 à proposta do desenvolvimento sustentável, ideia primeiramente divulgada pelo relatório *Nosso Futuro Comum*, também conhecido como relatório Brundtland, cujo objetivo era a conciliação e o equilíbrio entre os interesses econômicos, ambientais e sociais, tema este que fez parte da agenda de diversos países (Motta, 2016).

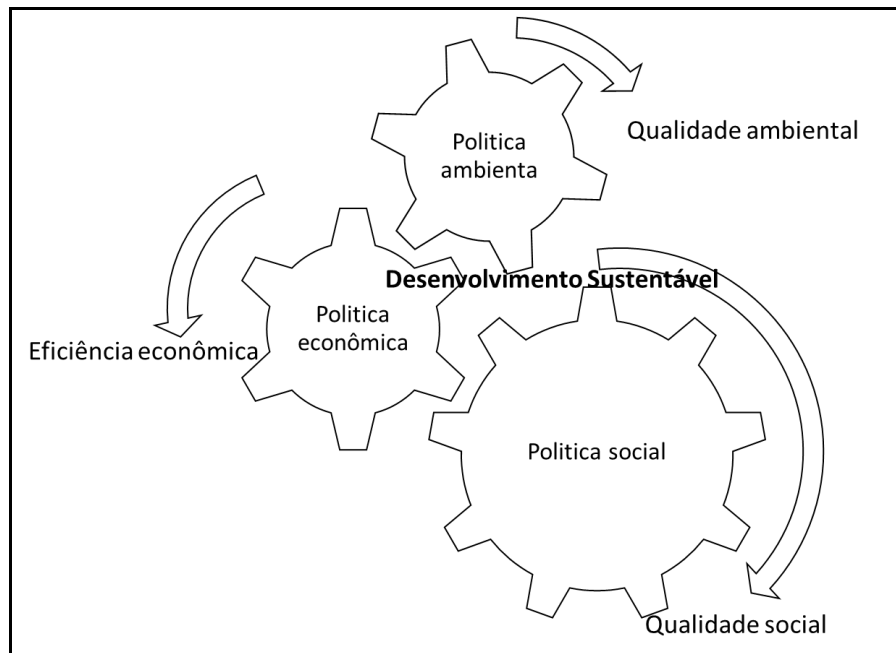
No entanto, tal proposta acabou se mostrando como a de uma busca irrealista, segundo Léna (2012), já que a possibilidade por ela apontada, de se equilibrar o crescimento econômico com a conservação ambiental e o desenvolvimento social, não conseguiu ser alcançada, podendo ser considerada como utópica. Outra proposta reafirmada ,anos depois, durante a Rio+20 em 2012 foi a da economia verde, ou seja, aquela que além de se tornar justa e resiliente, também conseguiria melhorar a qualidade de vida de todos dentro dos limites ecológicos do planeta (UNEP, 2012), proposta esta que segundo crítica de Veiga e Issberner (2012), gerou a grande dúvida quanto ao objetivo proposto, se o mesmo poderia ser atingido através desse assim chamado crescimento verde ou se haveria a necessidade de um “decrecimento”. Decrecimento este que aponta para a importância de se repensar o crescimento como o realizado nos dias atuais, propondo uma mudança radical de valores em relação aos praticados pela sociedade atual, quanto ao consumo e produção desenfreados e a consequente geração de impactos ambientais insustentáveis (Motta, 2016; Latouche, 2012).

A sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente, proporcionando o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida do homem na Terra, o que é concretizado com o respeito da capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos. (Bailis, Drigo, Ghilardi, & Masera, 2015).

Neste sentido, a busca pela sustentabilidade ambiental requer que as empresas adotem maneiras inovadoras de produzir, considerando as atuais demandas sociais e ambientais. Nessa perspectiva, os bens e serviços precisam ser desenvolvidos, fabricados e fornecidos considerando tais preceitos (Motta, 2016). Posta esta realidade e as expectativas relativas a mesma, a proposta de uma economia circular em contraponto a atual economia linear, parece contemplar e atender as novas demandas no que tange, principalmente, as questões ambientais. Desta forma, as dimensões que compõem o desenvolvimento sustentáveis não

atuam sozinhas, como é apresentado pela figura 1.

Figura 1 – Interconexão das três dimensões do desenvolvimento sustentável



Fonte: Os autores.

As três dimensões da política, destacadas na figura, precisam atuar de maneira simultânea para caracterizar o desenvolvimento como sustentável, embora cada uma delas tenha uma direção e uma influência que contribui para o processo. As dimensões de ambiental e social impactam diretamente a qualidade, diferente destas a dimensão econômica tem o reflexo percebido na eficiência econômica (Liu et al., 2019). Com isso, é possível organizar um fluxo das atividades econômicas proporcionando a identificação informacional e a manutenção do sistema de economia circular para facilitar a medição da influência das dimensões do desenvolvimento sustentável (Huang, Xia, Yu, & Zhang, 2018).

2.2 Economia Circular

Nos últimos anos, o conceito de economia circular tem recebido crescente atenção mundo a fora, mas suas origens são diversas e com contribuições recebidas desde meados do século passado. Originou-se de diferentes princípios norteadores que incorporam múltiplos conceitos teóricos e aplicações práticas advindas da ecologia industrial, do “creadle to creadle”, da economia azul, da biomimética, da economia ecológica, dentre outros. Sua base conceitual desafia o sistema econômico predominante baseado no consumo exagerado que leva à finitude dos recursos naturais e a altos índices de geração de resíduos e impactos ambientais (Motta, 2018). Os ideais e fundamentos subjacentes à economia circular já haviam sido apresentados, mas seu primeiro uso formal como conceito foi feito por Pearce e Turner (1990) na obra “Economia dos recursos naturais e do meio ambiente”.

A economia circular pode ser vista como uma alternativa à abordagem atual de

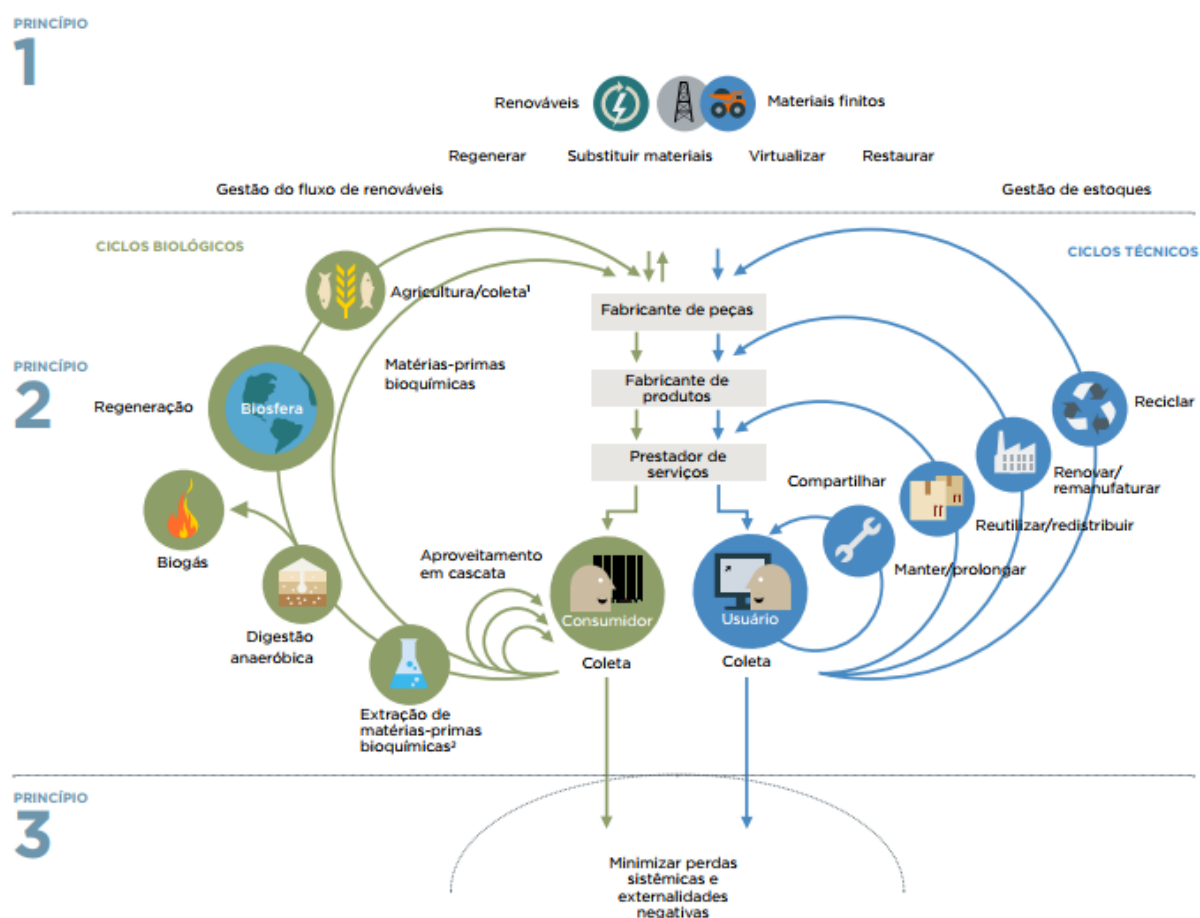
economia linear, na qual os recursos são usados para um propósito específico dentro da cadeia produtiva, sendo descartados ao longo do processo industrial ou ao final do ciclo de vida do produto pelo consumidor. O sistema de produção circular é um conceito onde a ideia de "desperdício" passa a ser relativizada, já que em sua proposta o que hoje se descarta, e na maioria das vezes é desperdiçado na forma de resíduo, passa a ser reinserido em um novo ciclo de produção, recebendo agregação de valor (Motta, 2018; EMF, 2013). Pode-se apontar que o novo modelo prevê que os materiais sejam elaborados para circular de forma eficiente por toda a cadeia produtiva, incluindo-se aqui o consumo. Os produtos, segundo o EMF (2015), podem ser divididos em dois grupos: os biológicos, projetados para serem reinseridos na natureza e os técnicos, que necessitam de investimentos em inovação para serem desmontados e recuperados.

De acordo com a (EMF, 2017), a economia circular proporciona oportunidades de mais inovação e criação de valor no Brasil, tendo como princípios:

- preservar e aprimorar o capital natural controlando os fluxos de recursos renováveis;
- otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico;
- estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

Assim a EMF (2017) propõe um sistema de Economia Circular, onde haja regeneração no ciclo biológico com a gestão do fluxo de bens renováveis para que estes possam se recuperar em tempo hábil para seguirem sendo utilizados de maneira sustentável, ou seja, atrelada a gestão do ciclo técnico para garantir o prolongamento de estoques de maneira a minimizar perdas sistêmicas e externalidades negativas, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama do Sistema de Economia Circular



Fonte: EMF (2017).

Assim é importante observar na figura 2, os fluxos dos ciclos biológicos e os fluxos dos ciclos técnicos e como estes devem interagir através dos fabricantes de peças, fabricantes de produtos e prestadores de serviços para que a economia circular possa ser efetivamente implementada e garantida a participação de consumidores e usuários.

3. Metodologia

A elaboração do presente trabalho pode ser classificada quanto à área da ciência como uma pesquisa aplicada, pois tem como intuito alcançar resultados que possam ter utilização prática e promovam ações de melhoria nas atividades de economia circular na construção civil. E sob o aspecto da classificação da pesquisa em relação a seus objetivos a mesma é preponderantemente uma pesquisa exploratória, pois se trata de uma pesquisa bibliográfica seguida de uma análise, que além de buscar proporcionar maior familiaridade com o problema, visam tornar o objeto de estudo mais explícito, buscando demonstrar através da análise realizada que sua aplicação da proposta é viável, conforme explicitado por Pereira,

Shitsuka, Parreira e Shitsuka (2018).

O trabalho se delineou a partir de uma pesquisa qualitativa, onde os dados foram coletados por meio de um estudo observacional do tipo bibliográfico (MOLLÉRI et al 2019), que foi desenvolvido com base metodológica apoiada em uma leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa sobre a economia circular e a sua relação com a construção civil. O levantamento e análise realizados nestes estudos procedeu uma Revisão Sistemática da Literatura seguida de bibliometria, sendo iniciada pela busca das palavras “*circular economy*” e “*construction*” no Portal de Periódicos CAPES - Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que ao ser consultado demonstrou que a base Scopus (Elsevier) apresentou a maior quantidade de artigos com as palavras procuradas, logo a busca foi novamente realizada dentro dessa base de dados com os mesmos termos.

Posteriormente foram definidas condições de exclusão para eliminar os numerosos resultados e se aproximar do resultado esperado, sendo assim definidos que para o estudo seriam utilizados como base somente artigos de revistas científicas (*journals*) e com palavras-chaves que limitassem a busca ao ramo da Construção Civil. Logo foi realizada a leitura dos títulos, resumos, palavras-chave dos artigos retornados; a Leitura da metodologia e dos resultados dos artigos retornados; a Tabulação e avaliação dos dados encontrados; a Identificação do segmento de aplicação dos artigos; e Sugestões de aplicação de futuros trabalhos em segmentos com pouca exploração científica.

O material selecionado foi lido, agrupado, resumido e organizado por autor em ordem de quantidade de publicações, facilitando que os principais conceitos sejam classificados com base nos eixos centrais para realização da discussão e posterior conclusão através dos pontos de convergência e divergência encontrados.

4. Resultados e Discussões

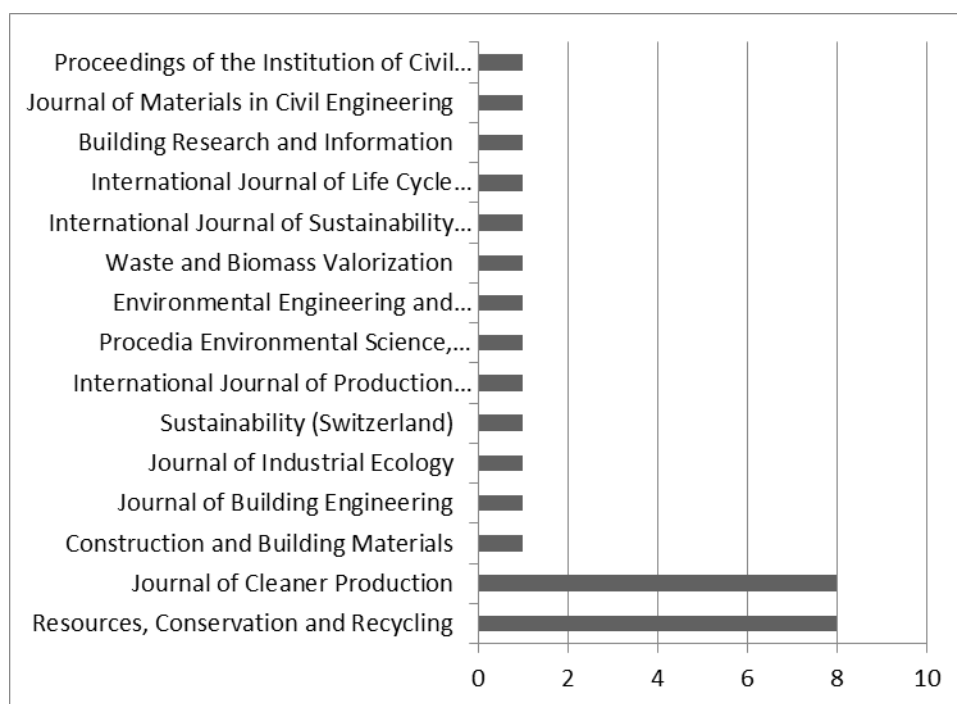
4.1 Análise Bibliométrica

De acordo com o tema investigado aqui, foram definidas como palavras de busca que melhor traduzem a pesquisa, “*circular economy*” e “*construction*”, que ao serem utilizadas no Portal de periódicos CAPES em setembro de 2018 demonstraram como base de dados com maior conteúdo para o assunto a Scopus, desta maneira foi realizada nova busca nesta segunda base com as mesmas palavras chaves, seguindo uma estrutura de associação entre as palavras, com o uso de AND.

A base Scopus retornou inicialmente 361 resultados, os quais foram posteriormente limitados com a aplicação do critério de exclusão que definiu interesse apenas em documentos do tipo artigo e o tipo de fonte periódicos, assim retornaram 195 resultados. Como o objetivo é trabalhar diretamente com o caso da construção civil aplicou-se novo critério de exclusão limitando a palavras-chaves dos artigos específicas relacionadas ao tema que retornou 75 resultados, são elas: *Construction Industry, Construction, Construction And Demolition Waste, Construction And Demolition. Demolition, Buildings, Building Materials, Building Material, Concretes, Concrete, Cements, Cement, Building, Construction Material, Construction Sectors, Building Construction e Building Industry.*

Ao serem verificados os títulos, resumos, palavras-chave dos artigos retornados, foi percebido que apenas 29 artigos se enquadram efetivamente dentro do assunto, estando estes diluídos em 15 periódicos diferentes, onde destacam-se o *Resources, Conservation and Recycling* com 8 publicações e o *Journal of Cleaner Production* com 8 publicações, os demais periódicos apresentam apenas uma publicação. Quanto a classificação Qualis, os dois periódicos de destaque apresentam classificação A1 como Interdisciplinar e Engenharias I, bem como na maior parte das áreas em que estão indexados.

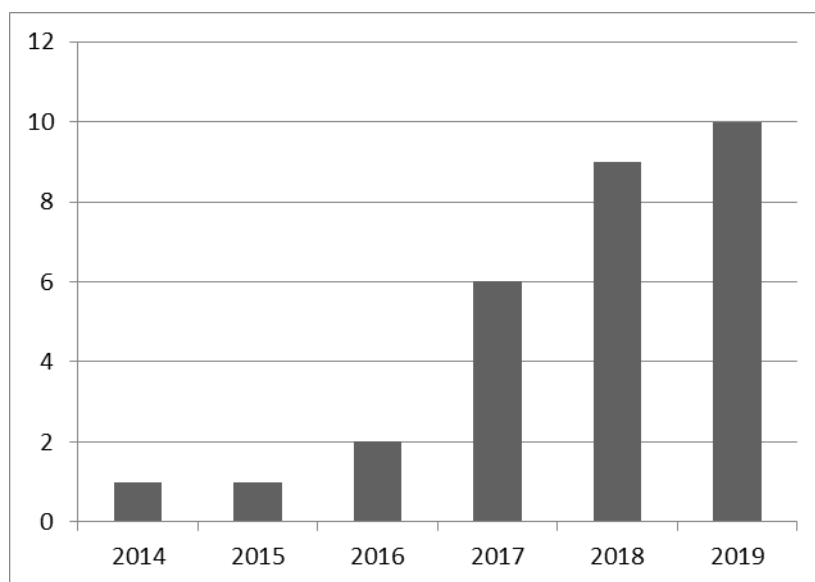
Figura 3 – Artigos sobre o assunto por periódico



Fonte: Os autores.

Notadamente a preocupação com a aplicação dos conceitos de economia circular à construção civil é recente, com o primeiro artigo encontrado na base Scopus neste sentido, datando de 2014. Tal trabalho, especificamente, trata da reutilização e reciclagem de materiais de aço extraídos de processos de demolição como estratégia para o desenvolvimento de uma economia circular. O artigo intitulou-se “*Briefing: Reuse and recycling rates of UK steel demolition arisings*” e foi publicado pelos Michael Sansom e Nicholas Avery no volume 167, número 3 da *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*. Porém este foi o único trabalho publicado naquele ano com o perfil de integrar a Economia Circular à Construção Civil, contudo tal temática tem se desenvolvido a cada ano, conforme é possível notar na Figura 4.

Figura 4 – Evolução da produção científica sobre Economia Circular na Construção Civil no período de 2014 à Março de 2019.



Fonte: Os autores.

É possível perceber que a partir de 2016 começa haver uma evolução no número de publicações sobre a temática, em 2017 o volume de trabalhos publicados no ano anterior triplica, em 2018 são realizadas 9 publicações e até o terceiro mês de 2019, o número de publicações já supera o volume de 2018, chegando a 10, o que demonstra uma evolução e interesse de pesquisadores ao redor do mundo em colaborar para o desenvolvimento de uma construção civil atrelada aos conceitos de sustentabilidade e economia circular.

4.2 Discussões

A importância do aperfeiçoamento e desenvolvimento do conceito de economia circular para a sustentabilidade do planeta está diretamente ligada à política praticada em cada país (EMF, 2013). Desta forma, é importante que os processos industriais sejam planejados como aspectos de ciclos naturais para aumentar a dependência de processos regenerativos, o que irá aumentar a eficiência, seja na produção ou na utilização de subprodutos, contribuindo assim com a biosfera local (Ayres, 1994).

Na china, um dos primeiros países a considerar a CE como parte de uma política mais ampla de transformação, e o grande número de ciências que estão envolvidas no campo de pesquisa da CE, foi necessário o desenvolvimento socioeconômico para promover a implementação dentro de um programa nacional. Assim, as intervenções políticas para apoiar a adoção de princípios de circularidade no nível macro são percebidas como menos efetivas quando comparadas com o nível micro ou/e meso (Lehmann, Leeuw, de Fehr, & Wong, 2014).

As medidas governamentais implementadas em 2018 têm como consequência o aumento significativo na disponibilidade de sucata, nas diversas regiões produtivas até o final da próxima década. Este contexto irá contribuir com o aumento da produção de aço, que naturalmente irá reduzir o uso de recursos com a energia empregada na estrutura siderúrgica do país, a própria política prevê análises periódicas com o objetivo de acompanhar, por meio de ajustes, as etapas de implementação (Winning, Calzadilla, Bleischwitz, & Nechifor, 2017). Já na UE - União Europeia as estratégias são desenvolvidas com objetivo de facilitar a independência do crescimento econômico, observando o uso racional dos limitados recursos ambientais. Desta forma, os responsáveis pelo planejamento das políticas de incentivo ao uso de CE, e os executores envolvidos diretamente na operação, como a indústria, as grandes corporações, e as instituições do mercado financeiro, já demonstraram compreender que a CE tem importância significativa para o desenvolvimento de ações sistêmicas. Neste contexto, o Parlamento Europeu aprovou um plano de ação da UE para a economia circular, sendo de caráter macro, apresentou dificuldade na implementação, principalmente nas partes relativas às questões mais convencionais, como recuperação de materiais e reciclagem de resíduos, sendo esta ação do plano classificada como sem sucesso (Franklin-Johnson, Figge, & Canning, 2016).

A fundamentação para a falta de sucesso na abordagem geral da ação, está na não observação de aspectos, como a promoção de comportamentos que salvam recursos, e o perfil classificado como o ambientalmente correto, que deveria abordar um processo de civilização ecológica, e visão comum da ética ambientalista. Assim, o posicionamento do plano deixou

de ser macro e foi focado no financiamento individual das áreas experimentais urbanas dentro do contexto local (McDowall *et al.* 2017).

Desta forma, na União Europeia, com uma abordagem individual, estes resultados foram alcançados por meio da promoção de incentivos à pesquisa que agregando disciplinas diferentes em cooperação desenvolveu uma metodologia interdisciplinar para desenvolver o plano (Viseu, 2015). A consequência natural que é observada nos instrumentos utilizados, dá visibilidade a resultados melhores quando uma base de pesquisa consolidada sobre CE já está presente nas diferentes disciplinas.

O atual desafio do programa de política macroeconômica para CE é desenvolver uma efetiva gestão do conhecimento para ter uma base de pesquisa pertinente, o que deve ser construído, a partir do envolvimento das universidades (Bozeman & Boardman, 2014). Para exemplificar, deve existir um incentivo aos programas de doutorado em CE, com ênfase nas áreas de economia, ciências sociais e ciências do comportamento, bem como uma formação profissional especializada através de mestrados.

Na África do Sul a preocupação com a CE tem sua fundamentação na gestão de resíduos. Com isso, existe uma política pública nacional que direciona recursos em sua estratégia para o setor de resíduos, pela contribuição para o crescimento econômico deste país, por meio da criação de empregos verdes (Qobo & Motsamai; 2014).

Neste contexto, o governo identificou que a continuidade para o setor de resíduo está em desenvolver uma CE, que funciona como um mecanismo para financiar a geração de empregos, por meio de atividades como: o aumento da reciclagem, desenvolvimento empresarial nos setores de papel e embalagens, lixo eletrônico, iluminação e pneus, mecanismos com importantes contribuições para impulsionar o tratamento de outros fluxos de resíduos onde o gerador pode não ser tão claro (Wilson *et al.*, 2015; Godfrey & Oelofse, 2017).

Já a indústria inglesa utiliza em sua cadeia produtiva a segregação e o tratamento eficazes dos resíduos, que proporciona a reintrodução de materiais na cadeia produtiva, como bens reutilizáveis ou reciclados no lugar de matérias-primas (Wilson *et al.*, 2015). Desta forma, as políticas de pesquisa estão direcionadas para a identificação de métodos e processos de coletas de recicláveis em quantidade e qualidade necessárias para atender à demanda. (Kranzinger, Schopf, Pomberger, & Punesch, 2017; Snell, Nassour, & Nelles, 2017).

Desta forma, a introdução da CE no continente europeu é consolidada através de ações governamentais com o estabelecimento de metas ambiciosas de reciclagem, que foram iniciadas pela Inglaterra (COMISSAO EUROPÉIA, 2015); PARLAMENTO EUROPEU,

2014). Neste contexto, o início da ação ocorre com a abordagem do processo de produção dos resíduos plásticos, atividade esta que ainda depende de uma investigação aprofundada.

Os países citados acima desdobraram seu plano estratégico em ações operacionais para obter o resultado desejado. A exceção é a UE que por ser responsável pela formulação de uma política para a gestão de resíduos em grande amplitude decidiu investir em pesquisa, decisão que proporcionará a continuidade do processo de conhecimento da importância do uso de CE por meio da gestão do conhecimento, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Comparação do foco de resíduos

País	Foco Resíduos	Fundamentação
China	Siderúrgica	(Winning, et al., 2017)
União Europeia	Gestão do Conhecimento	(Bozeman; Boardman, 2014)
África do Sul	Geração de Empregos	(Wilson; 2015 & Godfrey; Oelofse, 2017)
Inglaterra	Plásticos	(Comissão Europeia, 2015); parlamento europeu, 2014)

Fonte: Os autores

Ao verificar o foco dos resíduos, é percebida a importância de uma ação centralizada que possa facilitar uma interação dos focos, onde a gestão do conhecimento consiga influenciar a produção de resíduos na siderurgia, sendo possível configurar oportunidades na geração dos empregos, motivando o aproveitamento do uso de resíduo do plástico na cadeia produtiva. Desta forma, é importante aproveitar a oportunidade com uma ação complementar que aproveite as características geográficas que os países ou regiões têm para a melhoria contínua dos processos pesquisados.

Sendo assim, a necessidade de gerenciar os resíduos em um contexto complexo é uma grande oportunidade abordada pela interdisciplinaridade. Assim, os formuladores de políticas públicas destacam o risco de uma desconexão preocupante entre o objetivo da pesquisa e as carências e preocupações da sociedade (Viseu; 2015).

5. Considerações Finais

Este trabalho traz contribuições para os pesquisadores da temática de Economia Circular e para os da Construção Civil ao demonstrar que a inter-relação entre os assuntos é crescente, o que demonstra o crescimento de uma preocupação com uma gestão sustentável

para este meio, o que também culmina numa contribuição para os profissionais do mercado de construção, visto que podem utilizar tal apanhado para ter observância dentro de suas obras sobre as premissas discutidas aqui.

É possível concluir que a aplicação de técnicas de Economia Circular na Construção Civil ainda é muito recente, sendo o primeiro artigo relacionado ao tema dentro da base pesquisada sendo publicado em 2014 e o maior volume sendo publicado nos anos de 2018 e 2019, sendo as revistas que mais apresentaram publicações ao longo destes anos na área, a *Resources, Conservation and Recycling*, com 8 trabalhos publicados e a *Journal of Cleaner Production* com também com 8 trabalhos publicados.

O que fortalece a proposta de uma CE que identifica as diversas rotas que valorizam os subprodutos e facilita a estruturação dos processos que envolve o fluxo das matérias valorizando a inter-relação simbiótica entre a concepção e gestão dos resíduos.

A partir dos achados com a identificação do estado da arte sobre a aplicação da economia circular na Construção Civil são sugeridos como trabalhos futuros, a geração de questionário para validar as premissas indicadas aqui com especialistas no intuito de construir a aplicação de um framework que propicie a gestão da economia circular neste setor de forma mais eficiente, tão como a aplicação de tal framework em múltiplos casos de modo que seja comprovada a sua eficiência.

Referências

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2015). *Panorama of solid waste in Brazil*. Brasil.

Ayres, R. U. (1994). Industrial metabolism: Theory and policy. In: R. U. Ayres, & U. K. Simonis, (Eds.). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. Tokyo: United Nations University Press.

Azevedo, J. L. (2015). A Economia Circular Aplicada no Brasil: Uma Análise a Partir Dos Instrumentos Legais Existentes para a Logística Reversa. In: *Anais, XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. (Vol. 11). Rio de Janeiro: CNEG, 2015.

Bailis, R., Drigo, R., Ghilardi, A., & Masera O. (2015). The carbon footprint of traditional woodfuels. *Natura Climate Change*. 5. 266-272.

Bozeman, B., & Boardman, C. (2014). Research Collaboration and Team Science - A State-of-the-Art Review and Agenda. Springer: Heidelberg, Germany; New York; Dordrecht, The Netherlands.

Braga, B. (2005). Introdução à Engenharia Ambiental. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

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). 1337-1348

Death, C. (2014). The green economy in South Africa: Global discourses and local politics. *Politikon*, 41 (1), 1-22.

Ellen MacArthur Foundation (EMF). (2013). SUN, McKinsey & Co Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe.

Ellen MacArthur Foundation (EMF). (2016). Rumo à Economia Circular: o Racional de Negócio para Acelerar a Transição.

Ellen MacArthur Foundation (EMF). (2017). Uma Economia Circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial.

Franklin-Johnson, E., Figge, F., & Canning, L. (2016). Resource duration as a managerial indicator for circular economy performance. *Journal of Cleaner Production*, 133 (1), 589-598.

Godfrey, L., & Oelofse, S. (2017). Historical review of waste management and recycling in South Africa. *Resources*, 6 (4), 57.

Huang, J., Xia, J., Yu, Y., & Zhang, N. (2018). Composite eco-efficiency indicators for China based on data envelopment analysis. *Ecological indicators*, 85, 674-697.

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*. 143. 37-46.

Kranzinger, L., Schopf, K., Pomberger, R., & Punesch, E. (2017). Case study: Is the 'catch-all-plastics bin' useful in unlocking the hidden resource potential in the residual waste collection system? *Waste Manage & Research*. 35 (2). 155-162

Lehmann, M. Leeuw, B., de Fehr, E., & Wong, A. (2014). *Circular Economy: Improving the Management of Natural Resources*. Zürich: Schweizerische Akad. der Tech, Wissenschaften.
Recuperado em 20 março, 2019, de www.satw.ch/publikationen/schriften/kreislaufwirtschaft/a__circulareconomy_with_references_EN.pdf

Liu, X.; Guo, P.; Guo, S. (2019). Assessing the eco-efficiency of a circular economy system in China's coal mining areas: Emergy and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*. 206 (1), p. 1101-1109.

Marshall, R.E., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated SWM in developing countries. *Waste Management*. 33 (4). 988-1003.

Mcdowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R., & Doménech T. (2017). Circular economy policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*. 21(3). 651-661.

Mihelcic, J. R., Crittenden, J. C. Small, M. J., Shonnard, D. R., Hokanson, D. R., Zhang, Q., Chen, H., Sorby, S. A., James, V. U., Sutherland, J. W., & Schnoor, J. L. (2003). Sustainability science and engineering: the emergence of a new metadiscipline. *Environmental Science & Technology*. 37 (23), 5314-5324.

Motta, W.H.. Cross Fertilization Between Eco-innovation and Life Cycle Assessment: a pathway to circular economy. *Proceedings of LCA XVIII*, Fort Collins, CO, USA, 18, 2018.

Qobo, M., & Motsamai, D. (2014). Developmental State Construction and Strategic Regionalism: The Continental Reach of South Africa's Development Finance Institutions. *Global Policy*. 5 (3), 353-359.

Pereira, A.S.; Shitsuka, D.M.; Parreira, F.J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Editora UAB/NTE/UFSM. Santa Maria-RS.

Roque, R. A. L., & Pierri, A. C. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. *Research, Society and Development*. 8 (2). 1-18.

Snell, H., Nassour, A., & Nelles, M. (2017). Qualitative comparison of polyethylene terephthalate flakes from various collection systems in Germany. *Waste Manage & Research*. 35 (2). pp. 163-171

United Nations Environment Programme (UNEP). (2012). Greening the Economy Through Life Cycle Thinking: Ten Years of the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.

Veiga, J. E., & Issberner, L. R. (2012). Decrescer Crescendo. In P. Lena & E. P. Nascimento. *Enfrentando Os Limites Do Crescimento: Sustentabilidade, Decrescimento e Prosperidade*. (1a ed.). Rio de Janeiro, RJ: Garamond.

Viseu, A. (2015) Integration of social science into research is crucial. *Nature*. 525. 291

Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Rogero, A. C., Velis, C., Iyer, M., & Simonett, O. (2015). Global waste management outlook. 1. ed. Viena: UNEP.

Winning, M., Calzadilla, A., Bleischwitz, R., & Nechifor, V. (2017). Towards a circular economy: insights based on the development of the global ENGAGE-materials model and evidence for the iron and steel industry. *International Economics and Economic Policy*, 14(3), 383-407.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Douglas Vieira Barboza – 40%

Fábio Aquino da Silva – 25%

Wladimir Henriques Motta – 15%

Marcelo Jasmim Meiriño – 15%

Alexandre do Valle Faria – 5%