

ECONOMIA CIRCULAR: BREVE PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ENTRE 2007 E 2017.

THAÍS DUEK DE ARAÚJO

thais_duek@hotmail.com

ADRIANE ANGÉLICA FARIAS SANTOS LOPES DE QUEIROZ

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

adriane.queiroz2@gmail.com

ECONOMIA CIRCULAR: BREVE PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ENTRE 2007 E 2017.

Resumo:

A conscientização sobre os limites da economia linear despertou o interesse pelo desenvolvimento de um novo modelo de organização econômica. A economia circular é uma estratégia sustentável, regenerativa e restaurativa, cujo objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. A pesquisa propõe-se a contribuir para a formação de um panorama sobre a produção científica que envolve a economia circular, através de um estudo bibliométrico sobre o tema nos artigos científicos do Portal de Periódicos CAPES, de 2007 a 2017. Nota-se que o conceito é novo, o que é percebido pela quantidade crescente de pesquisa nos anos mais recentes. Também é percebido um acúmulo de artigos na China, seguido por países da União Europeia. Essas localizações são as principais referências nas tentativas de implementação, o que justifica a concentração de estudos. O predomínio de pesquisas bibliográficas significa que as análises ainda estão no campo teórico e conceitual, sendo necessários esforços para viabilizar a implementação. Finalmente, lacunas de pesquisa fornecem direcionamento para novos estudos, voltados para: mudanças de paradigma, envolvimento dos *stakeholders*, legislação e regulamentos, monitoramento e avaliação através de indicadores quantitativos e para a aplicabilidade dos modelos conceituais e projetos.

Palavras-chave: Economia circular. Bibliometria. Produção científica.

CIRCULAR ECONOMY: A BRIEF OVERVIEW OF THE SCIENTIFIC PRODUCTION BETWEEN 2007 AND 2017.

Abstract:

Awareness of the limits of linear economy, the interest in the development of a new model of economic organization has grown. Circular economy is a sustainable, regenerative and restorative strategy, whose goal is to keep products, components and materials at their highest level of usefulness and value all the time. This research proposes to contribute to the formation of a panorama on the scientific production that involves the circular economy, through a bibliometric study on the subject in the scientific articles of the Portal of Journals CAPES, from 2007 to 2017. It is noted that the concept is new, which is perceived by the increasing amount of research in recent years. It is also perceived an accumulation of articles in China, followed by countries of the European Union. These locations are the main references in the implementation attempts, which justifies the concentration of studies. The predominance of bibliographic research means that the analyzes are still in the theoretical and conceptual field, and efforts are needed to make implementation feasible. Finally, research gaps provide guidance for new studies, focused on: paradigm shifts, stakeholder involvement, legislation and regulations, monitoring and evaluation through quantitative indicators and the applicability of conceptual models and projects.

Key-words: Circular economy. Bibliometric. Scientific production.

1. INTRODUÇÃO

Não é mais possível conceber maneiras de intervenção ou modificação no ambiente, bem como na utilização de recursos naturais finitos, sem a preocupação com a causa ambiental. Já existem diversos meios inibidores desse comportamento: legislação mais rigorosa, consciência popular, pressões de órgão internacionais. Novos projetos ou intervenções carecem de uma avaliação preliminar dos impactos ambientais, além dos socioeconômicos já habituais. Considerações sobre sustentabilidade estão se tornando cada vez mais importantes.

Novos conceitos que vão ao encontro das questões sustentáveis vêm surgindo como possibilidade de implantação. De acordo com Stahel (2016), a economia circular se destaca como uma dessas possibilidades, através da transformação de bens que estão no final de sua vida útil em recursos para outros processos, fechando ciclos em ecossistemas industriais e minimizando resíduos, sendo então capaz de mudar a lógica econômica, pois substitui a produção por suficiência: reutilizar o que for possível, reciclar o que não pode ser reutilizado, reparar o que está danificado e remanufaturar o que não pode ser reparado.

Apesar de parecer uma situação contraditória com relação ao ensinamento nas escolas de economia, criando riqueza ao fazer as coisas durar, a economia circular defende a preservação dos estoques finitos de matéria-prima, além da redução de gases de efeito estufa. É uma nova abordagem, na qual se considera os materiais como ativos a serem preservados, em vez de serem consumidos continuamente (STAHHEL, 2016).

Por ora, o conhecimento da economia circular está concentrado em grandes indústrias de poucos países e disperso nas pequenas e médias. Portanto, ainda há muito campo para estudo, devendo ser trazido para formação acadêmica e profissional. Os governos e os reguladores também precisam se envolver através de políticas, legislação e, até mesmo, tributação, para promover a economia circular em seus países. E os pesquisadores devem explorar o horizonte para inovações (STAHHEL, 2016).

Ante a relevância do tema ressalta-se a necessidade de acompanhar as pesquisas científicas que o abordam, sendo a maneira mais utilizada para divulgação destas a participação em congressos e publicação em periódicos. Para tanto, o estudo bibliométrico sobre economia circular surge como um instrumento que pode, segundo Medeiros et al. (2015), resultar no levantamento dos pareceres de outros pesquisadores sobre o assunto, na identificação de lacunas investigativas e na utilização, como material de estudo, dos trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores.

Diante do exposto, coloca-se como problemática central da pesquisa a seguinte questão: têm sido a economia circular abordada em artigos científicos, como estratégia para absorver os impactos ambientais do desenvolvimento econômico?

Para tentar responder à questão formulada, a pesquisa propõe-se a contribuir para a formação de um panorama sobre a produção científica que envolve a economia circular e estabelece como objeto de investigação a presença desse tema nos artigos científicos do Portal de Periódicos CAPES.

Assim, este trabalho tem por objetivo investigar e analisar o perfil da produção científica sobre economia circular, publicada nos últimos 10 (dez) anos, período de 2007 a 2017, em função da evolução da temática ambiental nesse intervalo, com o surgimento de novos conceitos relacionados à sustentabilidade.

Este artigo está estruturado em cinco partes. Na sequência, após a introdução, é apresentada uma breve revisão da literatura, trazendo conceitos e princípios sobre o tema. Depois, apresenta-se a metodologia utilizada na coleta e análise dos dados. Então, são finalmente analisados os resultados obtidos a partir da coleta, partindo para a conclusão do artigo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Breve histórico

Segundo Andrews (2015), as origens da economia linear datam da Revolução Industrial. No século XVIII, a quantidade, a variedade e a velocidade da produção aumentaram devido à mecanização e ao desenvolvimento de novos sistemas de produção. Porém, esse crescimento foi baseado no modelo linear de economia, através da linha “*take-make-use-dispose*”.

No período imediatamente posterior a Primeira Guerra Mundial, a riqueza e a renda voltaram a aumentar à medida que novos mercados se desenvolveram para invenções e serviços inovadores, como telefone, automóveis, eletricidade e eletrodomésticos. Entretanto, o ciclo demanda-suprimento de renda foi interrompido pelo bloqueio financeiro de 1929 e a posterior crise financeira global. Foi proposta, então, a obsolescência planejada, na qual a intenção era que os bens de consumo se tornassem rapidamente obsoletos e fossem substituídos, estimulando o mercado. A obsolescência planejada certamente aumentou os lucros das empresas, mas também funcionou como um sistema de negócios no qual os consumidores se tornaram desperdiçadores, devedores e descontentes. No entanto, ainda é um sistema praticado na atualidade, sendo destaque na indústria de eletrônicos, impondo dificuldades de desmontagem sem danos aos componentes, de reparo ou de substituição. Durante períodos de abundância, a obsolescência planejada encorajou e aprimorou a economia linear: modelo descartável em que os produtos se tornam resíduos ao final da vida. As práticas de reparo, reutilização e reciclagem eram comuns em toda a sociedade durante e imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, uma vez que os recursos eram racionados ou direcionados para o chamado esforço de guerra. Terminado o racionamento, no entanto, os produtos foram novamente descartados ao final da vida. O modelo linear beneficiou as indústrias, fornecedores de energia e produtores de matérias-primas, por outro lado, o meio ambiente era degradado à medida que materiais finitos eram retirados e grandes quantidades de resíduos eram geradas e enviadas para aterros e/ou incineradas como descarte (ANDREWS, 2015).

A eliminação do produto ao final da vida útil nunca foi uma prática sustentável, por esse motivo destaca-se a necessidade de uma alternativa à economia linear. De acordo com Bonciu (2014), até 2010, o planeta Terra precisava de um ano e meio para produzir e absorver o que é consumido como matéria-prima e eliminado como lixo em um ano. Ainda, de acordo com as estimativas das Nações Unidas, se as tendências atuais continuarem até 2030, a humanidade precisaria de duas Terras para funcionar e em 2050 três Terras.

O aumento da conscientização sobre os limites da economia linear despertou o interesse pelo desenvolvimento de um novo modelo de organização econômica que proporcionaria os bens e serviços necessários para manter e melhorar os padrões de vida, sem aumentar o consumo de matérias-primas e a quantidade de resíduos ejetados para o meio ambiente. É preciso pensar em inovação, uma mudança profunda como a que marcou a primeira revolução industrial. Existe uma nova perspectiva: a economia circular. Não é a única nova perspectiva, nem tão pouco está pronta para ser aplicada, mas é viável. Países como a China e os integrantes da União Europeia já consideram sua implantação, já que em um mundo com pressões crescentes sobre os recursos e o meio ambiente, a melhor escolha será caminhar para a transição para uma economia circular eficiente e, em última instância, regenerativa (BONCIU, 2014).

Nesta nova percepção, os recursos não são mais algo obtido a um custo do meio ambiente e de forma linear, mas sim um componente do processo de produção que é projetado de forma circular: os recursos são inicialmente obtidos do meio ambiente, mas depois o que

seria desperdício torna-se um novo recurso e é reincidido indefinidamente no processo econômico.

2.2. Economia circular

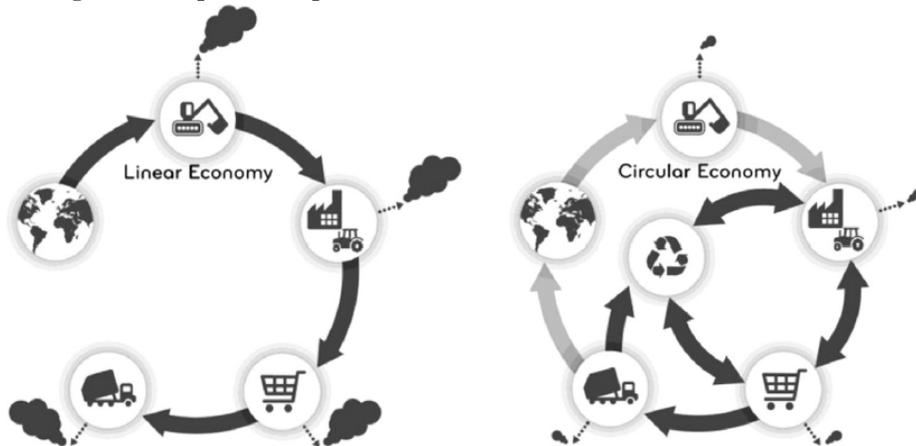
De acordo com a definição da Fundação Ellen Macarthur (2010), que tem por missão inserir o tema na agenda dos tomadores de decisão das empresas, do governo e da academia, “uma economia circular é regenerativa e restaurativa por princípio, seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo”.

O conceito é originário da teoria e do pensamento do desenvolvimento eco-industrial, baseado na filosofia do "ganho-ganho" de que uma economia saudável e a saúde ambiental podem coexistir (GENG et al., 2011).

Stahel (2016) compara a economia linear a um rio, transformando os recursos naturais em materiais de base e produtos à venda através de uma série de etapas de valor agregado. No ponto de venda, a propriedade e a responsabilidade por riscos e resíduos passam ao comprador (que agora é proprietário e usuário). A economia linear é eficiente para superar a escassez, as empresas ganham dinheiro vendendo grandes volumes de mercadorias.

Já a economia circular, segundo a metáfora do autor, é como um lago. O reprocessamento de bens e materiais gera empregos e economiza energia, reduzindo o consumo e o desperdício de recursos. A Figura 1 ilustra o comparativo entre os dois sistemas.

Figura 1 – Esquema comparativo entre economia linear e economia circular.



Fonte: Sauv , Bernard e Sloan (2016).

A economia circular consiste em um ciclo de desenvolvimento contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produ o de recursos e minimiza riscos sist micos administrando estoques finitos e fluxos renováveis, oferecendo diversos mecanismos de cria o de valor dissociados do consumo de recursos finitos. O consumo só ocorre em ciclos biológicos efetivos. Afora isso, o uso substitui o consumo. Os recursos se regeneram no ciclo biológico ou são recuperados e restaurados no ciclo técnico. No ciclo biológico, os processos naturais da vida regeneram materiais, através da interven o humana ou sem ela. No ciclo técnico, desde que haja energia suficiente, a interven o humana recupera materiais e recria a ordem em um tempo determinado (EMF, 2010).

Além disso, a economia circular fundamenta-se em três princípios: (i) preservar e aumentar o capital natural, controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; (ii) otimizar a produ o de recursos, fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, através de projetos elaborados

pensando na remanufatura, na reforma e na reciclagem, de modo que componentes e materiais continuem circulando e contribuindo para a economia; (iii) fomentar a eficácia do sistema, revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos, reduzindo danos a produtos e serviços (EMF, 2010).

Ainda conforme o descrito por Bonciu (2014), alguns aspectos distinguem o conceito de economia circular das tentativas anteriores de reduzir o consumo de energia e material, bem como reduzir a poluição sob todas as suas formas de manifestação.

O primeiro aspecto refere-se à abordagem holística que a caracteriza, pois ela se refere a todas as atividades realizadas em uma sociedade. Iniciando pelo design de produtos, serviços e processos, que devem ser concebidos de forma a serem mais duráveis, reparáveis e atualizáveis, permitindo a remanufatura e a reciclagem para a mesma indústria ou para outras. Desde a fase de design de produtos e serviços, deve-se ter em conta que, quando o ciclo de vida terminar, eles representarão insumos para outras indústrias. Tal abordagem significaria menos produtos descartáveis. O segundo aspecto refere-se à escala em que as empresas dependerão de produtos de reutilização, reciclagem e remanufatura durante sua atividade industrial. A implementação em larga escala de tal abordagem reduzirá a energia necessária para produzir qualquer produto e exigirá menos matérias-primas. Esse aspecto também aponta o fato de que a economia circular exigirá mudanças na educação, valores e comportamentos de produtores e consumidores. O terceiro aspecto tem em vista que, para ser funcional, a economia circular precisa de um quadro legislativo e institucional específico que abranja todos os aspectos da atividade econômica e social (BONCIU, 2014).

2.3. Do berço ao berço

A ideia do berço ao berço baseia-se nos processos dos sistemas naturais e dos organismos vivos, alimentados pelo “desperdício” de outros organismos. Esse ciclo biológico é usado como modelo para o ciclo técnico da economia circular. Os resíduos dos produtos descartados são desmontados após o uso para serem usados novamente em produtos novos e de alta qualidade. A estratégia consiste em aproveitar os resíduos principais como “alimentos”, além do uso de energias renováveis e da diversidade. Esses princípios fundamentais são inspirados por sistemas naturais e identificados como princípios-chave na inteligência dos sistemas naturais (MCDONOUGH E BRAUNGART, 2002).

O *design* do berço ao berço elimina o conceito de resíduo, projeta produtos e materiais com ciclos de vida que são seguros para a saúde humana e para o meio ambiente e que podem ser reutilizados constantemente por meio de metabolismos biológicos e técnicos, maximiza o uso de energias renováveis, gerencia o uso da água para maximizar a qualidade, promover ecossistemas saudáveis, e respeita os impactos locais (EMF, 2010).

A gestão de resíduos convencional é conduzida pela minimização dos custos de coleta e eliminação. Em uma economia circular, o objetivo é maximizar o valor em cada ponto da vida de um produto. Pesquisas e inovações são necessárias em todos os níveis - social, tecnológico e comercial. Economistas e pesquisadores ambientais e de materiais precisam avaliar os impactos ecológicos e os custos-benefícios dos produtos. Projetar produtos para reutilização precisa se tornar uma realidade (STAHEL, 2016).

2.4. Micro, meso e macro níveis de implantação

A economia circular pode ser efetivamente categorizada para influenciar três níveis: o nível micro – de empresa ou individual, o nível meso – de parque industrial ou eco-industrial e o nível macro – de eco-cidade (GENG et al., 2011).

No nível da empresa, concentra-se principalmente em estratégias e ações de desenvolvimento ecológico e de produção mais limpa. As empresas são encorajadas a realizar o *design* ecológico e realizar auditorias de produção mais limpa, divulgando publicamente informações sobre seu desempenho ambiental para que o público possa monitorar suas operações (GENG et al., 2011). Um sistema industrial focado no fechamento de circuitos para fluxos de material e energia contribui para a sustentabilidade a longo prazo. A nível industrial, a economia circular incorpora políticas e estratégias para energia, materiais e consumo de água mais eficientes, enquanto emitem resíduos mínimos no meio ambiente (GENG et al., 2013).

O objetivo principal do nível meso é incentivar o desenvolvimento de parques e redes eco-industriais que beneficiarão tanto a economia regional como o meio ambiente natural (GENG et al., 2011). Indicadores bem desenhados são valiosos para gerenciar o desenvolvimento ambiental e fornecer diretrizes para melhorar as políticas de monitoramento. Indicadores de desempenho para regiões e parques industriais foram desenvolvidos com base em métodos de avaliação bem conhecidos: energia, análise de fluxo de material, análise do ciclo de vida, emissões de CO₂ e retornos econômicos (GENG et al., 2013).

Finalmente, o nível macro promove atividades de produção e consumo sustentáveis e visa criar uma sociedade orientada para a economia circular (GENG et al., 2011).

2.5. Implantação da economia circular

A implementação em larga escala da economia circular envolve uma mudança de paradigma, pois inclui todos os aspectos das atividades sociais e econômicas, divergindo das tentativas anteriores, relativas apenas a coleta seletiva de resíduos, tentativas individuais de reciclagem ou aumento da eficiência energética (BONCIU, 2014).

A economia circular é uma política de regulamentação cada vez mais popular para abordar questões referentes ao desenvolvimento sustentável, especialmente na China. Dadas essas caracterizações, o governo chinês adotou como uma prioridade de política regulatória nacional, introduzindo numerosos regulamentos para apoiar e construir sua implementação (GENG et al., 2011).

A primeira dessas ações regulatórias é a "lei de promoção da produção mais limpa", que entrou em vigor em janeiro de 2003. Esta regulamentação foi complementada com a "lei sobre prevenção da poluição e controle de resíduos sólidos" que entrou em vigor em 1º de abril de 2005. Em 29 de agosto de 2008, a "lei de promoção da economia circular" foi aprovada na 4ª reunião do Comitê Permanente do 11º Congresso Nacional do Povo da China e entrou em vigor em 1º de janeiro de 2009. Esta lei promove o desenvolvimento da economia circular, melhorando a eficiência da utilização de recursos, protegendo o meio ambiente e promovendo o desenvolvimento sustentável (GENG et al., 2011).

A União Europeia, assim como a China, trilha os caminhos no sentido de implantação da economia circular. Segundo a Comissão Europeia, "uma economia circular preserva o valor acrescentado aos produtos o maior tempo possível e praticamente elimina o desperdício. Os recursos são mantidos dentro da economia quando um produto atingiu o fim de sua vida, para que eles permaneçam em uso produtivo e criem mais valor" (BONCIU, 2014).

A Comissão Europeia está em etapa de iniciação no longo processo de implantação, através de estudos de abordagem da questão do desperdício alimentar e da necessidade de selecionar e desenvolver indicadores específicos que permitam a implementação e o acompanhamento da economia circular. Desde meados do ano de 2014, alguns dos possíveis indicadores foram discutidos pela Comissão Europeia, tais como: a produtividade dos recursos finitos (BONCIU, 2014).

Porém, mais pesquisas são necessárias para convencer empresas e governos de que uma economia circular é viável (STAHHEL, 2016).

2.6. Estudos similares

A Tabela 1 apresenta os estudos relacionados com o objetivo dessa pesquisa, os quais fornecem suporte para a análise bibliométrica.

Tabela 1 - Estudos similares.

Autor/ano	Objetivo	Principais achados
Elia, Gnoni e Tornese (2017)	Analisar a literatura e propor um quadro de referência para a fase de monitoramento.	A pesquisa sobre indicadores e metodologias para medir o nível de aplicação das estratégias de economia circular ainda está em sua fase inicial, particularmente no nível micro.
Esa, Halog e Rigamonti (2017)	Analisar a literatura e verificar como a economia circular pode ser uma estratégia para minimizar os resíduos de construção e demolição.	Ainda há um número limitado de estudos aprofundados nas práticas de gerenciamento de resíduos de construção e demolição. Conceitos sobre economia circular tem sido mais utilizados em países desenvolvidos.
Geissdoerf et al. (2017)	Fornecer clareza conceitual, distinguindo os termos sustentabilidade e economia circular, sintetizando os diferentes tipos de relações entre eles.	Resume as principais semelhanças e diferenças entre sustentabilidade e economia circular. Apesar de serem muitas vezes utilizados em contextos similares, as semelhanças e diferenças entre esses conceitos não são esclarecidas na literatura, o que mascara seus contornos conceituais e restringem a eficácia do seu uso.
Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016)	Fornecer uma revisão da literatura das últimas duas décadas, com o objetivo de compreender as principais características e perspectivas da economia circular: origens, princípios básicos, vantagens e desvantagens, modelagem e implementação nos diferentes níveis (micro, meso e macro).	Embora a implementação da economia circular ainda esteja em um estágio inicial de desenvolvimento, ela fornece possibilidades para melhorar o modelo comercial atual para o desenvolvimento eco-industrial preventivo e regenerativo, bem como o aumento do bem-estar com base na integridade ambiental recuperada. No entanto, apenas um número limitado de países adotaram ações preliminares para implantação e um compromisso mais forte ainda é necessário.
Lewandowski (2016)	Empregar a revisão da literatura para identificar e classificar as características da economia circular de acordo com uma estrutura do modelo de negócios.	A literatura existente identificou vários modelos de negócios circulares, poucas atividades comerciais pertencentes à economia circular e algumas diretrizes sobre como adaptar o modelo de negócios existente à economia circular. No entanto, esses estudos foram principalmente baseados em casos e forneceram modelos de negócios específicos, com limitações em sua transferibilidade. Embora os quadros existentes de modelos de negócios possam ser usados para aplicar os princípios da economia circular, dificilmente qualquer estudo identificou como os princípios CE podem ser aplicados a cada componente da estrutura do modelo de negócios.
Lieder e Rashid (2016)	Fornecer uma revisão abrangente dos esforços de pesquisa que englobam aspectos da escassez de recursos, geração de resíduos e vantagens econômicas sob o ponto de vista da economia circular.	Com base na análise da pesquisa predominante no contexto da economia circular, o artigo conclui que as pesquisas mais relevantes evoluíram principalmente sobre geração de resíduos, uso de recursos e impacto ambiental, ao mesmo tempo que negligenciavam as perspectivas comerciais e econômicas, o que assume o risco de inibir sua implementação, uma vez que as vantagens para a indústria são inexplicáveis.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Continuação da Tabela 1 - Estudos similares.

Autor/ano	Objetivo	Principais achados
Nobre e Tavares (2017)	Fornecer uma revisão bibliométrica da literatura da base de dados Scopus durante o período de 2006-2015, com foco na aplicação de <i>big data/internet of things</i> no contexto da economia circular.	A maioria dos estudos científicos encontrados na pesquisa consistem em modelos conceituais, projetos em andamento, perspectivas, tendências e pilotos. Eles são mais como "imaginar as possibilidades" do que realmente desenvolver estudos de casos com base em programas já estabelecidos de medição de benefícios. Por outro lado, existem interessantes casos do setor privado que esperam ser cientificamente explorados por pesquisadores.
Pomponi e Moncaster (2017)	Fornecer revisão crítica da literatura para identificar os fundamentos da economia circular e enquadrar essas dimensões fundamentais no ambiente construído.	O ambiente construído é um dos setores que exerce maior pressão sobre o meio ambiente e seu papel na transição para uma economia circular é fundamental. Na construção de pesquisas sobre construção, há uma falta de foco em edifícios, com a maioria das pesquisas projetadas em torno de cidades e bairros ou materiais de construção.
Su et al. (2013)	Fornecer uma revisão holística da literatura sobre economia circular, desenhando um panorama de como essa estratégia foi desenvolvida e implementada em cidades da China.	Vários estudos sobre economia circular foram conduzidos durante a última década, especialmente na China. Porém, esses estudos não são organizados para esforços e progressos unificados, são alocados de forma fragmentada, com a falta de um esforço integrativo.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

3. METODOLOGIA

Segundo Machado Junior et al. (2016), o termo “bibliometria” foi utilizado pela primeira vez por Pritchard, em 1969, em substituição à expressão “bibliografia estatística”, apresentado inicialmente em 1922, por Edward Wyndham Hulme. O precursor define a bibliometria como a aplicação de métodos estatísticos para livros e outros meios de comunicação. Posteriormente, passou a ser considerada como o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada, que objetiva identificar as características comuns entre os artigos científicos. Os congressos e revistas científicas são os canais mais utilizados para publicar pesquisas de valor reconhecido para a sociedade acadêmica (MEDEIROS et al. 2015).

Após definidas as estratégias de busca de estudos científicos, vem a tarefa de selecionar o material obtido. Diante dos achados da revisão sistemática, aplica-se a bibliometria, que, de maneira quantitativa, avalia a relevância das publicações selecionadas e norteia o processo de seleção do referencial bibliográfico que melhor se aproxime do interesse do assunto pesquisado (MEDEIROS et al. 2015).

Machado Junior et al. (2016) acrescenta que os estudos de frequência da comunicação escrita identificaram modelos de comportamento que se estabeleceram em padrões de análise de dados. Estes padrões se instituíram em princípios de comportamento, sendo os principais: Lei de Lotka, Lei de Bradford e Lei de Zipf.

- A Lei de Lotka ou Lei do Quadrado Inverso propõe que um número restrito de pesquisadores produz muito em determinada área de conhecimento, enquanto um grande volume de pesquisadores produz pouco. Nesta concepção, a lei estabelece que um campo seja mais produtivo, quanto mais artigos seus autores produzirem no decorrer da carreira.
- A Lei de Bradford ou Lei da Dispersão incide sobre o conjunto de periódicos e sua proposição é identificar a extensão de publicação de artigos científicos de um assunto

- específico, em revistas especializadas daquele tema. As evidências são de que um pequeno núcleo de periódicos aborda o assunto de maneira mais extensiva.
- A Lei de Zipf ou Lei do Mínimo Esforço consiste em medir a frequência do aparecimento das palavras em vários textos, gerando uma lista ordenada de termos de uma determinada disciplina ou assunto (MACHADO JUNIOR et al., 2016).

3.1. Procedimentos de coleta dados

Tendo considerado tal delineamento, foi executada busca bibliométrica das publicações no Portal de Periódicos CAPES: uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil acesso à produção científica internacional. Consta de um acervo de mais de 38 mil periódicos com texto completo, 134 bases referenciais, 11 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual.

Utilizando o termo “*circular economy*”, foi executada a busca por publicações científicas na última década – 2007 a 2017 – seguindo os filtros ilustrados na Figura 2.

Figura 2 - Esquema de seleção dos artigos para estudo bibliométrico.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

3.2. Procedimentos de análise dos resultados

Na primeira etapa, considerada como análise descritiva dos artigos, foram utilizadas para a classificação dos estudos selecionados as categorias: ano, país de origem, quantidade e idade das referências bibliográficas.

A segunda etapa da análise metodológica consiste em enquadrar os achados em conformidade com as Leis de Lotka, Bradford e Zipf, ou seja, analisar os dados referentes à quantidade de autores, periódicos e palavras-chave.

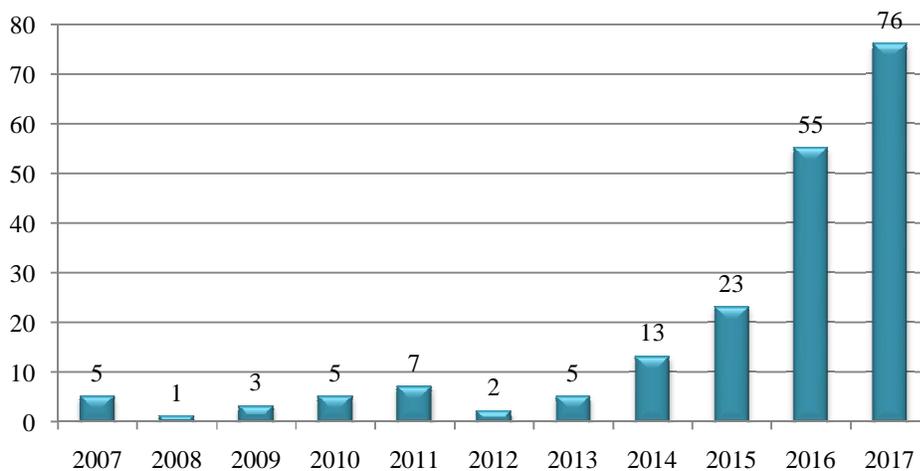
Como terceira etapa, apontar a identificação dos procedimentos de levantamento de dados (análise crítica, análise empírica, artigo de opinião, estudo de caso, pesquisa bibliográfica, pesquisa bibliométrica ou *survey*) e abordagem da pesquisa (qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa).

Por fim, na quarta etapa foi realizada a compilação de lacunas de pesquisas dos estudos considerados, alocadas como sugestões e inspirações para trabalhos futuros.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste tópico, os resultados da pesquisa serão apresentados. Inicialmente, nota-se que o conceito de economia circular é novo com relação ao conceito de sustentabilidade, o que é percebido pela quantidade crescente de pesquisa nos anos mais recentes. A Figura 3 ilustra essa progressão de publicações ao longo da última década – 2007 a 2017.

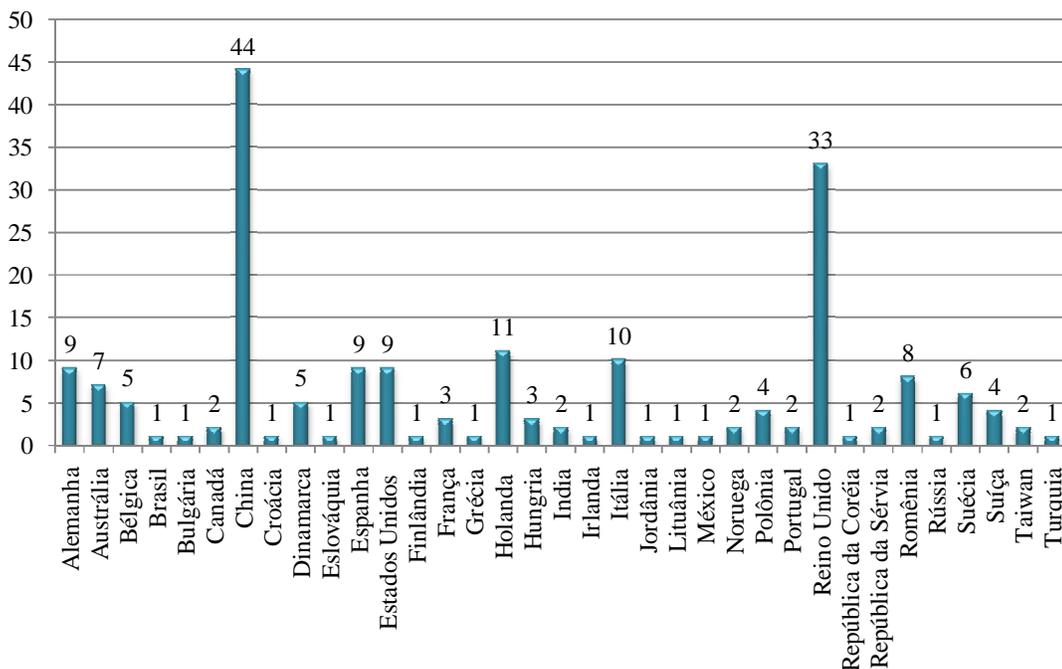
Figura 3 - Ano de publicação dos artigos.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

Outro dado importante é a distribuição dos países de publicação. Nota-se um acúmulo de artigos originários da China, seguido por países da União Europeia. Essas duas localizações são as principais referências nas tentativas de implementação da economia circular, o que justifica a concentração de estudos, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - País de publicação dos artigos.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

Com relação à quantidade de referências bibliográficas, a Tabela 2 expõe o número de referência por artigo, enquanto a Tabela 3 mostra a percentagem das referências recentes, com até 5 (cinco) anos de idade com relação à data de publicação. Merecem destaques as faixas de 41% a 50%, 51% a 60% e 61% a 70%, com aproximados 35 artigos em cada. Isso

demonstra que as publicações sobre economia circular vem crescendo e apresentando novidades ao longo do tempo, o que justifica as citações recentes em tantos artigos.

Tabela 2 – Número de referências bibliográficas nos artigos.

Quantidade de referências bibliográficas	Número de artigos
0	3
1 - 10	14
11 - 20	19
21 - 30	26
31 - 40	27
41 - 50	23
51 - 60	19
61 - 70	19
71 - 80	10
81 - 90	7
91 - 100	5
101 - 110	7
111 - 120	4
121 - 130	3
131 - 140	-
141 - 150	1
151 - 160	3
161 - 170	-
171 - 180	1
181 - 190	1
191 - 200	1
201 - 300	1
301 -400	1
SOMA	195

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

Tabela 3 - Percentagem das referências utilizadas com data anterior a 05 (cinco) anos.

Percentagem de referências recentes (05 anos)	Número de artigos
0	3
1% a 10%	1
11% a 20%	3
21% a 30%	16
31% a 40%	23
41% a 50%	36
51% a 60%	35
61% a 70%	35
71% a 80%	23
81% a 90%	14
91% a 100%	6
SOMA	195

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

De acordo com a Lei de Lotka, um número restrito de pesquisadores produz muito, enquanto um grande volume de pesquisadores produz pouco e essa área de conhecimento é mais produtiva, quanto mais artigos seus autores produzirem no decorrer da carreira.

Em economia circular, o destaque são os autores chineses, principalmente Yong Geng, sendo autor principal ou colaborador em 10 (dez) dos artigos selecionados. Seguido pelo conterrâneo Qinghua Zhu, como autor principal ou colaborador de 4 (quatro) artigos e do britânico Kersty Hobson com 3 (três) publicações. A Tabela 4 expõe os pesquisadores que aparecem mais de 1 (uma) vez nos 195 artigos selecionados, seja como principal ou como colaborador, de um total de 623 autores.

Tabela 4 - Número de publicações dos principais autores.

China	46	Reino Unido	13	Holanda	6
Yong Geng	10	Kersty Hobson	3	Arnold Tukker	2
Qinghua Zhu	4	Mike Crang	2	Erik Jan Hultink	2
Bin Guo	2	Nicholas Lynch	2	Nancy M. P. Bocken	2
Bing Xue	2	Nicky Gregson	2	Estados Unidos	4
Hao Tan	2	Raimund Bleischwitz	2	Joseph Sarkis	4
Haoran Zhao	2	Stefano Pascucci	2	Alemanha	4
HUI LI	2	-		Almas Heshmati	2
Huiru Zhao	2	Itália	8	Thomas Sterr	2
Huixiang Zeng	2	Fabrice Mathieux	2	Dinamarca	4
Kee-hung Lai	2	Fulvio Ardente	2	Monia Niero	2
Lu Yi	2	Lucia Rigamonti	2	Stig Irving Olsen	2
Sen Guo	2	Sergio Ulgiati	2	Polônia	4
Xiaohong Chen	2	-		Joanna Kulczycka	2
Yaxuan Liu	2	Austrália	6	Marzena Smol	2
Yi Zhang	2	Anthony Halog	2	Noruega	2
Zhifang Zhou	2	Damien Giurco	2	Stefan Pauliuk	2
Zhigang Liu	2	John A. Mathews	2	Romênia	2
Zongguo Wen	2	-		Lucian Ionel Cioca	2

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

Em conformidade com a Lei de Bradford um conjunto de periódicos apresenta a maior quantidade de publicações sobre um determinado tema. As publicações sobre economia circular concentram-se, principalmente, nos seguintes: *Institution of Civil Engineers* e *Journal of Material Cycles and Waste Management*, com 3 (três) cada; *IOP Science*, *Nature* e *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, com 4 (quatro) cada; *Sustainability*, com 10 (dez); *Resources, Conservation & Recycling*, com 13 (treze), *Journal of Industrial Ecology*, com 19 (dezenove); *Journal of Cleaner Production*, com 35 (trinta e cinco).

Nota-se uma convergência para periódicos que tenham em seu escopo direcionamento para pesquisa de produção mais limpa, gerenciamento de resíduos, eficiência do uso de água e energia, de recursos e capital humano, meio ambiente e sustentabilidade. Todos esses assuntos vão ao encontro do conceito de economia circular.

Isso ainda fica claro ao destacar as palavras-chave selecionadas nos artigos, que, segundo a Lei de Zipf, com a frequência do aparecimento das palavras em vários textos do assunto, é possível gerar uma lista ordenada de termos predominantes.

O termo “economia circular” foi pré-requisito de busca, aparecendo 136 vezes. Porém, nota-se a presença dos termos “ecologia industrial”, “reciclagem”, “sustentabilidade”, “desenvolvimento sustentável”, “eficiência de recursos”, “*closed-loop*”, “recuperação de recursos”, “gerenciamento de resíduos”, “eco-eficiência”, “produção mais limpa”, “reuso”, “zero desperdício”, entre outros, que demonstram a convergência entre o assunto pesquisado e as questões ambientais. Também se destaca o termo “China” que, além de ser o país originário da maioria dos artigos, também é estudo de caso para diversas pesquisas.

A Figura 6 representa a nuvem de palavras com os termos originais na língua inglesa, destacados em maior tamanho conforme a frequência de aparições. E a Tabela 5 contabiliza em números as principais palavras-chave.

As próximas tabelas fornecem uma abordagem metodológica de classificação da pesquisa, quanto ao procedimento de coleta de dados e abordagem de pesquisa.

Sobre os procedimentos de coleta de dados, o destaque é a pesquisa bibliográfica, o que significa que existe uma quantidade considerável de material teórico revisado sobre o tema. Segue-se, então, com as análises empíricas e estudos de caso, para casos isolados de tentativa de implantação, mais concentrados na China. O único estudo brasileiro encontrado na busca é também a única pesquisa bibliométrica, conforme demonstrado na Tabela 6.

Enquanto a Tabela 7 ilustra a abordagem de pesquisa, tendendo para a abordagem qualitativa, voltada para a teoria. Porém, seguida de perto pela abordagem quantitativa, majoritariamente em função da aplicação de questionários e indicadores.

Tabela 6 - Procedimentos de pesquisa.

Procedimento de coleta de dados	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	total
análise crítica						1					4	5
análise empírica	1			2	2		2	4	5	16	23	55
artigo de opinião										4		4
estudo de caso			2	2	3	1		5	6	11	19	49
pesquisa bibliográfica	4	1	1		1		3	4	12	22	26	74
pesquisa bibliométrica											1	1
survey				1	1					2	3	7
total	5	1	3	5	7	2	5	13	23	55	76	195

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

Tabela 7 - Abordagem de pesquisa.

Abordagem de pesquisa	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	total
qualitativa	5	1	1	2	2	1	2	5	10	32	26	87
quantitativa			1	3	5		2	4	8	14	34	71
quali-quantitativa			1			1	1	4	5	9	16	37
total	5	1	3	5	7	2	5	13	23	55	76	195

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa (2017).

Por fim, após análise dos artigos, é possível listar lacunas e limitações destacadas pelos autores, possibilitando ideias e direcionamentos para pesquisas futuras.

- Mudança de paradigma: Uma das primeiras tarefas a ser resolvida para que a economia circular seja possível é a redução do distanciamento entre as direções pretendidas e os velhos hábitos e práticas. As abordagens educacionais e conscientização social na área de gerenciamento de valor são necessárias para mudar a percepção de resíduos e descobrir o potencial dos sistemas de produtos circulares e sua vantagem competitiva. Para tal mudança de paradigma, é necessário um esforço coletivo que envolva todas as partes interessadas, incluindo os produtores, os usuários e as autoridades.
- *Stakeholders*: O debate sobre economia circular deve envolver todas as partes interessadas. Além da investigação dos fatores que motivam as escolhas e necessidades dos consumidores, a avaliação da posição de outros potenciais *stakeholders* também é necessária para enfrentar os desafios relacionados à implementação de novos modelos de participação. É preciso adotar um foco mais explícito nas interações entre empresas e outros atores da sociedade para entender os efeitos dos novos modelos de negócio e

- consumo que implicam na remodelagem, reciclagem, reuso e remanufatura. A política da economia circular não pode ser eficaz sem o apoio e o envolvimento das pessoas, uma atenção crescente deve ser orientada para motivar toda a sociedade a estabelecer essa nova cultura.
- Leis e regulamentos: As leis e regulamentos devem ser direcionados para facilitar a transição para uma economia circular, estabelecendo padrões ambientais adequados para o uso de produtos reciclados; especificando regulamentos relacionados à reutilização e reciclagem de produtos e incentivando o investimento e a inovação na indústria. No nível macro, é importante avaliar a evolução dos projetos, legislação e conscientização nas cidades, regiões e países, proporcionando *feedback* aos decisores políticos sobre a solidez das políticas adotadas.
 - Sistemas de avaliação e monitoramento / indicadores: Na China, os sistemas de avaliação são amplamente implementados, mas devido à barreira da linguagem (nem todos os sistemas de avaliação asiáticos são traduzidos), os países ocidentais não apresentam o mesmo comportamento. Nesse sentido, são necessárias análises de caráter quantitativo, que sejam capazes de precisar o impacto dos benefícios da economia circular. Através de um sistema de indicadores é possível identificar se o processo é realmente significativo para o governo, indústria, comunidades e outras partes interessadas, podendo inclusive estabelecer um comparativo entre sistemas lineares e circulares.
 - Aplicabilidade: A maioria dos estudos científicos consiste em modelos conceituais, projetos em andamento, perspectivas, tendências, pilotos, algo mais próximo de "imaginar as possibilidades". Por outro lado, já existem interessantes casos que podem ser cientificamente explorados por pesquisadores. Pesquisas futuras podem se concentrar na verificação empírica da aplicabilidade da economia circular, isso pode exigir um reexame significativo de grande parte da teoria atual e levar a novas práticas.

5. CONCLUSÃO

Ante a importância do tema frente às novas tendências do pensamento sustentável, devem-se incorporar as questões ambientais na compreensão de sistemas econômicos, sem silenciar a dimensão social e humana. Portanto, é fundamental investigar a relação entre economia circular e sustentabilidade, bem como suas influências sobre o desempenho dos novos modelos de negócios e sistemas de inovação.

Após análise dos dados coletados, observou-se que o assunto é novo em relação às demais abordagens de sustentabilidade, mesmo assim apresenta convergência com relação a essas questões. Uma evolução na quantidade de publicações nos últimos anos é perceptível, porém ainda concentrada na China e em países europeus. Nota-se também o predomínio de pesquisas bibliográficas, o que significa que as análises ainda estão no campo teórico e conceitual, sendo necessários esforços para viabilizar a implementação do modelo.

Por fim, um conjunto de lacunas de pesquisa fornece o direcionamento para novos estudos, que podem ser voltados para a mudança de paradigma que o novo sistema exige, para o envolvimento e estudo comportamental dos *stakeholders* (o que acaba por ser a sociedade como um todo), para o papel das medidas políticas para promover a circularidade (através de leis e regulamentos), para o monitoramento e avaliação por meio de indicadores quantitativos e para a aplicabilidade dos modelos conceituais e projetos.

Perpetuar o desenvolvimento econômico considerando as questões sócio-ambientais sempre será um desafio para a nossa geração. A busca de soluções para a viabilidade ambiental, social e econômica é parte do caminho para a transição bem sucedida e sustentável para a circularidade. Mesmo que ainda exista uma série de barreiras e restrições que devem

ser superadas, aos poucos, a percepção da economia circular como um modelo “bem intencionado” está mudando para uma alternativa viável à prática linear.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANDREWS, D. The circular economy, design thinking and education for sustainability. **Local Economy**. v.30, p. 305-315, 2015.
- BONCIU, F. The European economy: From a linear to a circular economy. **Romanian Journal of European Affairs**. v. 14, p. 78-91, 2014.
- ELIA, V.; GNONI, M. G.; TORNESE, F. Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. **Journal of Cleaner Production**. v. 142, p. 2741-2751, 2017.
- EMF. Circular economy. **Ellen Macarthur Foundation**, Cowes, 2010. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2017.
- ESA, M. R.; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. **Journal of Material Cycles and Waste Management**. v. 19, p. 1144-1154, 2017.
- GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. The circular economy: A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**. v. 143, p. 757-768, 2017.
- GENG, Y.; FU, J.; SARKIS, J.; XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. **Journal of Cleaner Production**. v. 23, p. 216-224, 2011.
- GENG, Y.; SARKIS, J.; ULGIATI, S.; ZHANG, P. Measuring China's circular economy. **Science**. v. 339, p. 1526-1528, 2013.
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULDIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic system. **Journal of Cleaner Production**. v. 114, p. 11-32, 2016.
- MACHADO JUNIOR, C.; SOUZA, M. T. S.; PARISOTTO, I. R. S.; PALMISANO, A. As leis da bibliometria em diferentes bases de dados científicos. **Revista de Ciências e Administração**. v. 18, p. 111-123, 2016.
- LEWANDOWSKI, M. Designing the business models for circular economy: Towards the conceptual framework. **Sustainability**. v. 43, p. 1-28, 2016.
- LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**. v. 115, p. 36-51, 2016.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. 1 ed. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2002.
- MEDEIROS, I. L.; VIEIRA, A.; BRAVIANO, G.; GONÇALVES, B. S. Revisão sistemática e bibliometria facilitadas por um Canvas para visualização de informação. **Revista Brasileira de Design da Informação**. v. 12, p. 93-110, 2015.
- NOBRE, G. C.; TAVARES, E. Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study. **Scientometrics**. v. 111, p. 463-492, 2017.
- POMPONI, F. MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**. v. 143, p. 710-718, 2017.
- SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**. v. 17, p. 48-56, 2016.
- STAHEL, W. R. Circular economy. **Nature**. V. 531, p. 435-438, 2016.
- SU, B.; HESHMATI, A.; GENG, Y.; YU, X. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**. v. 42, p. 215-227, 2013.