

**SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR: UM ESTUDO SISTEMÁTICO DA LITERATURA NA ÚLTIMA DÉCADA.**

**FABIANO MARTIN TIOSSI**

UNIMEP/FUNEC/FAMA  
fmartintioffi@yahoo.com.br

**ALEXANDRE TADEU SIMON**

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA (UNIMEP)  
atsimon@unimep.br

**ÉDERSON MELLA TERNERO**

FUNEC - FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA DE SANTA FÉ DO SUL  
edinhoternero@gmail.com

# SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR: UM ESTUDO SISTEMÁTICO DA LITERATURA NA ÚLTIMA DÉCADA.

## SUSTAINABILITY AND CIRCULAR ECONOMY: A SYSTEMATIC STUDY OF LITERATURE IN THE LAST DECADE.

### ABSTRACT

The importance for sustainable development has been increasingly recognized by the world and the search for ways to implement sustainable development has become a focus of study in many countries. Global warming and increasing environmental problems were the main factors driving the search for restorative alternatives. Under the present conditions that the world society lives, several authors report that one can no longer accept the current condition of doing business, considered as unsustainable, which propulses the stimulus of developing new ways of doing business. Linking balanced production and consumption to sustainable development is one of the main challenges facing global society. Thus, this study aims to present a systematic review of literature on sustainability and circular economy in a joint way, seeking to identify the most important studies carried out in the area in the period from 2008 to 2017. The data search was done using the base ISI Web of Science "as keywords" circular economy "and" sustainability ". The results show that the interest in joint studies has a great recent growth and that the publication of articles with accurate results emerges, just as China occupies a prominent place in the scientific researchs.

**Key-words:** Sustainability; Circular Economy; Sustainable development.

### 1. INTRODUÇÃO

Os atuais padrões de consumo e crescimento estão levando a sociedade para um caminho altamente insustentável. É comum que em uma economia capitalista de mercado o foco esteja centrado para o valor financeiro, mas deve-se voltar a atenção para a finitabilidade destes recursos (GEORGE *et al*, 2015) que, quando utilizados de maneira incorreta, podem causar graves prejuízos ao meio ambiente. É fato que o atual modelo de crescimento econômico tem gerado sérios desequilíbrios globais. Enquanto de um lado há uma abundante riqueza, do outro lado há um contraste com a miséria, degradação ambiental e poluição crescentes. Em razão disso, o desenvolvimento de ações integradas das abordagens sociais, ambientais e econômicas de novas políticas empresariais serão cruciais para o planeta.

Considera-se ainda, com base na literatura, que há uma grande incompatibilidade entre o que deveria ser praticado para o alcance do desenvolvimento sustentável e a forma como as sociedades produzem e consomem. Embora tenha contribuído para a melhoria do meio ambiente e da sociedade, a sustentabilidade deixou lacunas na resolutividade de tantos problemas de cunho ambiental e social causados, em sua maioria, pela exploração indevida dos recursos naturais e pela busca incessante de resultados econômicos. A economia circular desponta-se como um modelo que visa a proteção ambiental, a prevenção da poluição e o desenvolvimento sustentável (LI, 2012) e vem de forma crescente a receber cada vez mais atenção no mundo como uma estratégia de superar a atual produção linear e o modelo atual de consumo. Ao promover a adoção de padrões de produção fechado, a economia circular visa aumentar a eficiência da utilização dos recursos, com especial enfoque nos resíduos urbanos e industriais, visando conquistar um maior e melhor equilíbrio entre economia, ambiente e sociedade. Dessa forma, não se pode desenvolver a economia circular sem levar em consideração o que é proposto pela sustentabilidade. Este estudo tem como objetivo apresentar uma revisão sistemática de literatura acerca da sustentabilidade e economia circular de forma conjunta, buscando identificar estudos relevantes realizados na área no período de

2008 a 2017, tendo como fonte de pesquisa principal a base *ISI Web of Science*. A princípio, é apresentada uma breve revisão conceitual sobre os termos sustentabilidade e economia circular e, na sequência, a descrição metodológica das etapas seguida dos resultados da pesquisa.

## 2. SUSTENTABILIDADE

Há tempos a sustentabilidade tem ocupado lugar de destaque nos diferentes meios de atuação do ser humano. Empresas voltadas à produção de bens e serviços estão de maneira gradativa incorporando ações sustentáveis em seus planos de negócios e na gestão de seus processos (AMATO NETO, 2011). Para Batterham (2017), a sustentabilidade é considerada importante, mas com difícil progressão.

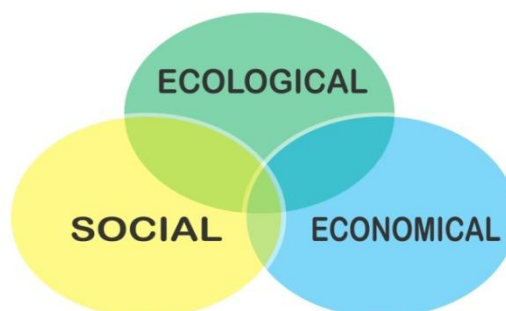
Ao analisar a sustentabilidade por suas inter-relações entre o sistema econômico e o meio ambiente, seu enfoque inicial era essencialmente biocêntrico: era a natureza que devia ser preservada (MUELLER, 2005). De acordo com Lele (1991), o termo sustentabilidade surgiu com enfoque nos recursos renováveis e adotado por movimentos ecológicos que visavam à preservação da natureza. Para o autor, o conceito refere-se à existência de condições ecológicas que dêem suporte à existência da vida humana futura. Ainda nesta vertente, menciona que a sustentabilidade pode ser vista como um conceito normativo frente à maneira como as pessoas devem se comportar e agir em relação à natureza.

Krajnc e Glavic (2003) citam que a produção e o consumo insustentáveis são as principais causas dos danos ambientais, provocados em especial pelos países industrializados e, para a reversão desses danos, serão necessárias diversas mudanças nos processos industriais e no tipo e na quantidade dos recursos utilizados, dentre outros.

Elkington (1994) considera que a expansão do conceito de desenvolvimento sustentável pelo mundo aborda de maneira explícita a importância e necessidade de preservar o meio ambiente. Porém, a sustentabilidade, em seu conceito inicial, considerava apenas a preservação dos recursos naturais. Com sua evolução, a preocupação ambiental abarca também os aspectos sociais e econômicos.

Conforme apresentado pela Comissão de Brundtland, a interligação entre estas três dimensões é muito utilizada quando se discute o desenvolvimento da sociedade. Ao se sobrepor, estas dimensões atendem os critérios para o desenvolvimento sustentável, o que pode ser representado pelo diagrama de Venn (ELKINGTON, 1994).

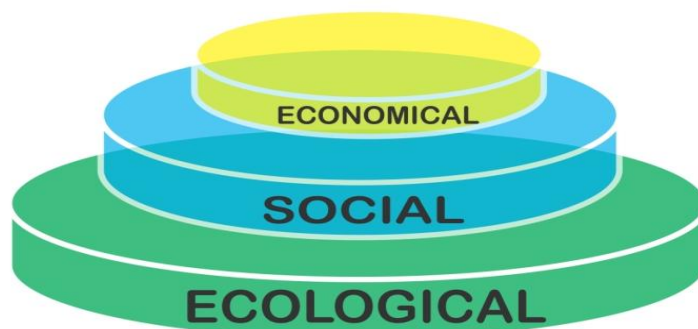
Figura 1: Diagrama de Venn para as 3 dimensões da sustentabilidade



Fonte: WARODELL, LINDHOLM (2016, p. 13)

Uma outra forma de análise destas três dimensões é a hierarquia existente entre elas. Nesta vertente, a dimensão ecológica apresenta-se como o fundamento, visto ter um peso fundamental e ser condição para a realização da sustentabilidade econômica (WARODELL; LINDHOLM, 2016).

Figura 2: Hierarquia das 3 dimensões da sustentabilidade (McKenzie 2004).



Fonte: WARODELL, LINDHOLM (2016, p. 18)

Veiga (2008) apresenta que o desenvolvimento sustentável surge como uma nova via para conciliar o crescimento econômico com a preservação ambiental. Esta nova proposta é reforçada no relatório “Nosso Futuro Comum” ou “*Our Common Future*”, divulgado em 1987 pela *World Commission on Environment and Development*, que desperta para uma nova postura ética e política diante os impactos causados pela produção desacelerada.

A partir desse relatório, os economistas ampliam discussões sobre o tema com o propósito de direcionar a economia para um desenvolvimento que seja sustentável e atenda, de forma responsável, aos interesses de todos os envolvidos, visto que o controle do mau uso dos bens ambientais era considerado um dos principais causadores do desequilíbrio ambiental (LOYOLA, 1997).

Dovers (1995) cita que a sustentabilidade consiste em um conceito de longo prazo e de difícil alcance, ao passo que o desenvolvimento sustentável pode ser considerado um processo variável de mudança que tem como objetivo a sustentabilidade. Segundo Amato Neto (2011), a literatura oferece diversas publicações sobre o tema sustentabilidade e com diversos âmbitos de análise. De maneira geral, considera-se que o tema é abordado de forma sistêmica e integrada englobando suas três dimensões básicas, ou seja, a econômica, social e ambiental, também conhecidas como *triple bottom line*. A expressão *triple bottom line* foi desenvolvida por John Elkington em 1997, com a função de descrever a junção destas três dimensões, evidenciando não ser possível atingir o nível de sustentabilidade se estas forem tratadas de forma isolada (MCKENZIE, 2004).

Estudo realizado por Klewitz e Hansen (2015) aponta que a sustentabilidade sofre influências diretas por meio da mudança de padrões de consumo e por meio de novas estruturas de mercado que ofereçam produtos que levem a uma redução do impacto ambiental. Os autores apontam ainda que, para as empresas alcançarem o sucesso em suas operações e se despontarem na competitividade é importante que aprimorem suas práticas de inovação voltadas à sustentabilidade.

Ideias como essa já eram citadas por Andrade, Tachizawa e Carvalho (2004, p. 213):

Um dos maiores desafios que o mundo enfrentará no próximo milênio será fazer com que as forças de mercado protejam e melhorem a qualidade do ambiente, com a ajuda de padrões baseados no desempenho e no uso criterioso de instrumentos econômicos, em um contexto harmonioso de regulamentação. O novo contexto econômico caracteriza-se por uma rígida postura dos clientes, voltada à expectativa de interagir com organizações que sejam éticas, com boa imagem institucional no mercado e que atuem de forma ecologicamente responsável.

Frente às constantes cobranças e crescentes preocupações ambientais e sociais, as organizações estão incorporando em seus modelos de negócios ações voltadas à

sustentabilidade, visando atender também a uma demanda de consumidores mais exigente e criteriosa. Essa tem sido uma forma de renovar seu negócio, atendendo a legislações específicas e ao mesmo tempo, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (RAJALA; WESTERLUND; TOMMI, 2016).

Já Sachs (2002) apresenta que a sustentabilidade se apoia em oito dimensões: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e política internacional. Ainda segundo o autor (2002, p. 29), a sustentabilidade “constitui-se num conceito dinâmico, que leva em conta as necessidades crescentes das populações, num contexto internacional em constante expansão” e ainda complementa que uma sociedade só é sustentável “ao atender, simultaneamente, aos critérios de relevância social, prudência ecológica e viabilidade econômica, os três pilares do desenvolvimento sustentável”(SACHS, 2002, p.35).

Smeraldi (2009) descreve que o termo sustentabilidade aparece muitas vezes com uma percepção ambígua, resultado das inúmeras denominações com que é tratado: sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade organizacional, responsabilidade empresarial e corporativa, dentre diversas outras.

Warodell e Lindholm (2016) apresentam que, além das três dimensões da sustentabilidade, pode haver uma quarta dimensão: a cultural, que amplia sua perspectiva. A partir daí, argumenta-se que a sustentabilidade apoia-se nestas quatro dimensões: ecológica, econômica, social e cultural.

Na literatura, são encontradas definições variadas para sustentabilidade. Dentre elas, Amato Neto (2011, p. 2) apresenta que:

O termo sustentabilidade deve ser compreendido como um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Portanto, um modelo de desenvolvimento sustentável deve objetivar o atendimento das necessidades presentes na sociedade, sem, contudo, comprometer a possibilidade de gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.

Essa ideia é melhor compreendida quando Mueller (2005) apresenta que o conceito de sustentabilidade nos propõe a evitar executar, no presente, ações que tenham efeitos prejudiciais sobre os nossos descendentes, considerando não apenas os mais diretos, mas também aqueles que virão em um futuro mais distante, ou seja, o desenvolvimento sustentável deve ser visto como um mandamento onde nosso atual padrão de vida não seja conseguido à custa do empobrecimento das gerações futuras.

### **3. ECONOMIA CIRCULAR**

Para Noya *et al* (2017), a definição de Economia Circular está recebendo atenção mundial como um meio de superar a produção tradicional, considerada num padrão linear insustentável com reflexos negativos para a sociedade. Com isso, a economia circular se apoia na teoria e nos princípios da ecologia industrial, promovendo a adoção de um modelo de produção com ciclo fechado que aumente a eficiência do uso de recursos e reduza os níveis de poluição. Essa ideia é reforçada pelos economistas Pearce e Turner, que relatam que a economia circular consiste em um sistema fechado propondo que o sistema aberto pode e deve ser convertido para um sistema circular, quando se considera a relação entre o uso de recursos e resíduos, de forma que o sistema circular passa a ser visto como um pré-requisito para a manutenção da sustentabilidade no planeta (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Diante dos problemas ambientais e escassez de recursos, esses ambientalistas despertaram para uma necessidade de contemplar a terra como um sistema econômico fechado: processo em que a economia e o meio ambiente não devem ser considerados por

interligações lineares, mas por uma relação circular. Por meio de uma análise sobre a relação entre as políticas econômicas e os sistemas naturais, eles propuseram um ciclo fechado de material, nomeado como economia circular. Su (2013) relata que a economia circular surgiu como resposta a problemas ambientais graves.

De acordo com os relatórios do Painel Internacional de Recursos da ONU, "o rápido crescimento urbano e industrial nas últimas décadas colocou enorme pressão sobre os recursos naturais do mundo, levando a ameaças de escassez, inflação de preços e ecossistemas degradados" (LACY; RUTQVIST, 2015, p. 3). Conforme citado por Geng *et al* (2012), alterações ambientais significativas relacionadas com a aceleração do aquecimento global e a escassez de recursos causaram inúmeros problemas que, por sua vez, precisavam ser revertidos.

Resultado de excessivas cobranças legislativas pela proteção e conservação dos recursos naturais, as empresas têm direcionado maior atenção à conservação e preservação dos recursos naturais (GONZÁLEZ *et al.*, 2008). Com o crescimento mundial, o desenvolvimento da indústria e o aumento do consumo, a disponibilidade de recursos naturais passou a enfrentar problemas de escassez, resultado de uma economia que se preocupava apenas com a extração, a fabricação, o uso e por fim, o descarte do produto consumido. Denominado de economia linear, esse processo geralmente se baseia em cadeias de abastecimento complexas, mas todas com um objetivo comum - o consumidor. Neste modelo linear, os recursos são extraídos de suas fontes para produção e consumo em uma via unidirecional sem planos de reuso ou regeneração ativa dos sistemas naturais de onde foram extraídos (EMF, 2013).

Considera-se que, na economia circular, os produtos e processos são redesenhados para maximizar o valor dos recursos de forma a dissociar o crescimento econômico da utilização dos recursos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016), além de ser considerada como uma política que potencialmente agrega valor às empresas e às Comunidades, de forma a otimizar a utilização de energia, materiais e outros recursos (GENG *et al*, 2012).

Aurdahl (2016) refere-se à economia circular como uma economia restauradora, com utilização de energia renovável, a eliminação do uso de produtos químicos tóxicos e a erradicação do desperdício. Em oposição à linear, a economia circular leva a uma reflexão sobre a forma como a produção e o consumo de bens e serviços envolve o uso de energia renovável em contraste ao uso atual dos recursos disponíveis.

Ainda na visão do autor, a economia circular busca a eliminação de resíduos, o desenvolvimento da resiliência por meio da diversidade, a confiabilidade na energia de fontes renováveis e o pensamento em sistemas. Noya *et al* (2017) complementa a ideia quando relata que a economia circular caracteriza-se pelo baixo consumo de materiais e recursos no regime de produção, permitindo o máximo de aproveitamento destes recursos com foco em uma eficiência global. Para Kopnina e Blewitt (2015, p. 21), "o modelo de economia circular utiliza o funcionamento dos ecossistemas como um exemplo para os processos industriais, enfatizando a mudança para produtos ecologicamente saudáveis e energias renováveis."

Nesta mesma linha de busca por alternativas, em especial, de preservação do planeta, Ellen Patricia MacArthur criou, em 2010 na Inglaterra, a Fundação Ellen MacArthur que estuda e estimula a adoção de uma economia denominada de 'economia circular' (EMF, 2015). Por meio da criação dessa fundação, a economia circular desponta-se como um modelo que visa a proteção ambiental, a prevenção da poluição e o desenvolvimento sustentável (LI, 2012).

Geng *et al* (2013) relatam que a economia circular é considerada um sistema industrial restaurador focado em um ciclo de produção fechado, contribuindo para o desenvolvimento da sustentabilidade a longo prazo. A economia circular tem trazido para si maior atenção

mundial nos últimos anos, como forma de superar o modelo de produção e consumo atual (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

A economia circular é capaz de refletir algumas características básicas, como novos benefícios econômicos, redução no consumo de energia e diminuição da poluição (SHEN; QI, 2012).

Uma economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos. Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos (EMF, 2015, s.p).

Li (2012) define que a economia circular pode ser considerada como um modelo de crescimento econômico que busca a proteção do meio ambiente, seguida da prevenção da poluição e do desenvolvimento sustentável. Nessa ótica, complementa que os recursos, sejam eles técnicos ou biológicos, são utilizados com maior grau de eficiência, reutilizados e reciclados, quando possível, de forma a minimizar os impactos de poluição ambiental. Ainda nesta vertente, Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) complementam que a economia circular já é vista como um novo modelo de negócios de forma a conduzir a um desenvolvimento mais sustentável e a uma sociedade mais harmoniosa. Nessa linha de raciocínio, Zhou (2013) descreve que o indicador circular destaca a relação do rendimento do valor acrescentado com a proporção de reciclagem ou reutilização do produto, incorporando os princípios de reciclagem com a utilização dos resíduos.

Lacy e Rutqvist (2015) complementam a ideia afirmando que o desenvolvimento da economia circular gera vantagem competitiva para as organizações que adotam seus princípios como um elemento central de suas estratégias de crescimento. Porém, a maioria das empresas não é construída para receber as oportunidades que a economia circular oferece. Suas estratégias de operações estão ainda enraizadas em uma abordagem linear, o que dificulta a implantação de um modelo revolucionário.

Tida como uma estratégia de desenvolvimento que se apoia no pensamento restaurador, a economia circular busca maximizar a eficiência de utilização dos recursos existentes e minimizar a produção de resíduos. Dessa forma, as empresas passaram a se envolver não somente na concepção e produção de seus produtos, mas também no processo de utilização e posterior eliminação e retirada do mercado (GHUNMI *et al*, 2016).

Zhou, Chen e Xiao (2013) mencionam que a economia circular é considerada um modelo de economia inovadora no século XXI e tem crescido rapidamente no mundo. Relata ainda que, na China, por exemplo, tal modelo será essencial para o país desenvolver um sistema de sustentação de crescimento econômico baseado nos 3R (redução, reutilização e reciclagem), mitigando o impacto negativo no meio ambiente e criando novas oportunidades de emprego.

Com a implantação da economia circular, EMF (2015, p. 14) descreve que "o conjunto de novos e maiores lucros, maior segurança da oferta e nova demanda por serviços empresariais, com o consequente aumento da resiliência" será a maior oportunidade para as empresas.

Visto que a economia circular associa-se ao uso de materiais ao final de sua vida útil, o termo resíduo deixa de existir, tratando de uma abordagem do tipo berço ao berço, ou *cradle-to-cradle* (BRAUNGART *et al*, 2007; EMF, 2012).

Para Velte e Steinhilper (2016), as ideias da economia circular respeitam as condições da sustentabilidade, sendo que a economia circular dá maior ênfase à efetividade do que à eficiência.

Sabendo que o desenvolvimento sustentável requer o balanceamento entre as três dimensões (ambiental, econômica e social), a economia circular vem para contribuir positivamente neste processo de desenvolvimento, promovendo uma utilização mais apropriada dos recursos (GHISELLINI;CIALANI; ULGIATI, 2016).

Citado por Lacy e Rutqvist (2015), as indústrias, governos e até mesmo os consumidores estão de forma constante e crescente reconhecendo o valor inerente e intuitivo aos princípios circulares, adotando práticas que podem contribuir ao alcance da vantagem circular, ou seja, a vantagem competitiva adquirida pelas empresas que adotam em suas práticas estratégicas de crescimento os princípios de economia circular. Para Noya *et al* (2017), são necessárias mudanças substanciais em relação ao projeto, produção, consumo, uso, desperdício e reutilização em toda a cadeia produtiva, colocando em prática o que propõe a economia circular.

### **3.1 Princípios da economia circular**

Ripant, Fan e Tjahjono (2016) apresentam que os princípios da economia circular foram elaborados com o propósito de auxiliar na compreensão do conceito, tidos como uma verdade fundamental. Relatam ainda que os princípios da economia circular foram identificados em diferentes contextos.

Citado por Ghisellini, Cialani e Ulgati (2016), Huamao e Fengqi (2007) e Yuan, Bi e Moriguichi (2006), a economia circular emerge de três principais ações, os chamados princípios 3R: redução, reutilização e reciclagem. O princípio da redução busca minimizar a entrada de energia, matérias-primas e resíduos por meio da melhoria da eficiência produtiva e nos processos de consumo; a reutilização se refere ao reuso de produtos ou componentes que não são resíduos, tornando-se bastante atraente, especialmente, nos benefícios ambientais, onde requer menos energia e menos mão de obra, quando comparado a fabricação de produtos novos.

Já o princípio da reciclagem, ainda segundo os mesmos autores, refere-se ao reprocessamento dos resíduos em produtos, materiais ou substâncias para o mesmo produto de origem ou para outros fins. Uma das características marcantes da reciclagem é a diminuição dos resíduos. Stahel (2014) destaca que, quando comparados os três princípios, o da reciclagem pode ser o menos sustentável no que se refere à eficiência de recursos e rentabilidade.

De acordo com EMF (2015), a economia circular se fundamenta em cinco princípios naturais:

- *Princípio 1: Preservar e aprimorar o capital humano controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.*

Tal processo se inicia com a chamada desmaterialização de produtos e serviços, buscando, sempre que possível, a entrega virtual. Se houver necessidade de recursos, a seleção será feita pelo sistema circular, envolvendo sempre tecnologias e processos que utilizem recursos renováveis ou que propiciem melhor desempenho. Ainda neste princípio considera-se que uma economia circular também aprimora o capital natural, buscando estimular fluxos de nutrientes dentro do sistema de forma a criar condições para a regeneração de variados recursos naturais, como o solo, por exemplo.

- *Princípio 2: Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.*

Atendendo ao proposto, deve-se priorizar a projeção de produtos com vistas à remanufatura, a renovação e a reciclagem, de forma que os materiais técnicos utilizados circulem o máximo possível contribuindo para o desenvolvimento da economia. Considera-se que circuitos circulares utilizam os menores circuitos internos, evitando o consumo de



energias e preservando outros tipos de valores inculcidos nos componentes e materiais, de maneira a prolongar a vida útil dos produtos e intensificar sua reutilização. Ainda cabe destacar neste princípio que “os sistemas circulares também estimulam a reinserção segura de nutrientes biológicos na biosfera para decomposição, de modo a transformá-los em matérias primas valiosas para um novo ciclo” (EMF, 2015, p. 7). Assim como no sistema linear, há a busca constante pelo sistema circular de ganhos de produtividade em todos os processos, mas sua efetividade ainda requer aprimoramentos contínuos, até porque, em um sistema circular, não há o comprometimento da efetividade tal qual há no sistema linear.

- *Princípio 3: Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.*

O uso efetivo dos recursos tende a reduzir os danos pela má utilização, evitando que a má gestão do processo interfira de forma negativa no desenvolvimento da economia circular.

#### **4. METODOLOGIA**

A revisão sistemática pode ser considerada como uma abordagem de pesquisa com etapas bem definidas e planejadas de acordo com os objetivos previamente estabelecidos. Acontece sobre assuntos emergentes para, a partir destes, identificar oportunidades futuras de estudos (MARIANO; SOBREIRO; REBELATTO, 2015).

Lages Junior e Godinho Filho (2010) apresentam que a realização de uma revisão sistemática deve obedecer alguns passos, como:

- 1- O levantamento de estudos publicados sobre o assunto;
- 2- Utilizar um sistema estruturado de codificação e estruturar os conhecimentos existentes sobre tema;
- 3- Identificar os principais resultados dos artigos.

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar uma revisão sistemática de literatura acerca da sustentabilidade e economia circular de forma conjunta, buscando identificar estudos relevantes realizados na área no período de 2008 a 2017.

Para sua realização, utilizou-se como fonte de pesquisa a Base *ISI Web of Science*, base indexada que permite a exportação de metadados necessários para a análise de publicações e citações, dentre outros. Esta base foi escolhida tendo como fundamento o citado por Falagas *et al* (2008), que relata ser uma base prontamente atualizada e fornecer análises mais detalhadas quando comparada a outras bases. A busca se deu no mês de julho de 2017, com o intuito de mensurar o avanço das publicações no período. Visando identificar os estudos já publicados na área de economia circular e sustentabilidade de forma conjunta, utilizou-se como palavras-chave os termos “*circular economy*” AND “*sustainability*”. De primeiro momento, foram encontrados 156 publicações de áreas temáticas como ciências ambientais, energia, engenharias, ciências sociais, administração e negócios, dentre outros. A partir daí, foram utilizados filtros para refinar os resultados. A partir da seção 5, os resultados são descritos de forma detalhada.

#### **5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

##### **5.1 Dos resultados gerais**

Visando ser exaustivo nas buscas e identificar, senão todos, pelos menos a maior parte do conjunto de publicações pertinentes sobre o assunto, a pesquisa buscou um levantamento dos estudos sobre o tema economia circular e sustentabilidade de forma combinada, ou seja, a identificação de quantas publicações existem abordando os dois temas ao mesmo tempo no período de 2008 a 2017. Para sua realização e a partir de uma bibliometria, utilizou-se como palavras-chave “*circular economy*” AND “*sustainability*”, tendo como fonte de pesquisa a

base científica *ISI Web of Science*. A busca se deu em agosto de 2017, onde foram identificados, como resultado primário, 156 publicações conforme os tipos disponibilizados pela base científica. A tabela 1 apresenta os resultados iniciais.

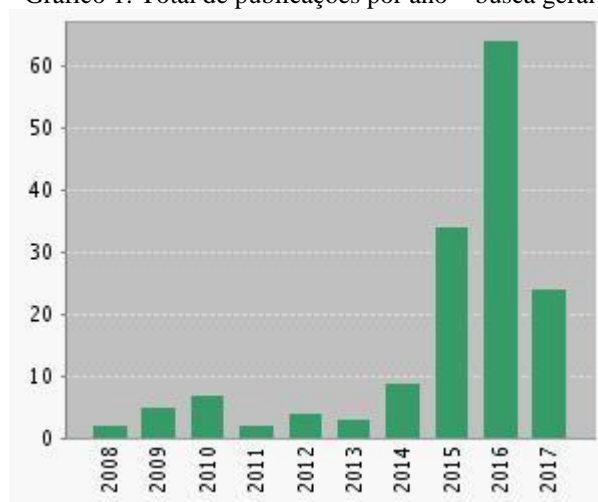
Tabela 1: Resultado geral da busca

Termo de busca utilizado	Base científica	Filtro	Tipos	Quantidade apresentada
"Circular Economy" And "Sustainability"	ISI Web of Science	Tópico (incluindo título, autor, identificadores de autor, autor grupo, editor, nome da publicação, DOI, Ano de publicação, endereço, organização-consolidada, conferência, idioma, tipo de documento, agência financiadora, número do subsídio, número de acesso, ID Pubmed)	Article	90
			Proceedings paper	44
			Review	21
			Editorial material	1
TOTAL				156

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

Considerando os últimos dez anos de pesquisa, nota-se que o ano de 2016 é o que apresenta maior volume de publicações. Pelos resultados gráficos, estima-se que 2017 chegará no mesmo valor, com tendências de superar o período.

Gráfico 1: Total de publicações por ano – busca geral



Fonte: *ISI Web of Science* (2017)

A tabela 2 demonstra de forma individualizada os resultados. É nítido que os estudos tiveram grande avanço a partir de 2014. Ao comparar 2014 com 2015, há um forte crescimento de 278%, seguido de 88% de 2015 para 2016 em estudos conjuntos que abordem economia circular e sustentabilidade ao mesmo tempo.

Tabela 2: Total de publicações por ano

Ano	Total de publicações
2017	
2016	64
2015	34
2014	9
2013	3
2012	4
2011	2
2010	7
2009	5
2008	2

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

Diversos são os autores que publicam nesta área conjunta. No total, de acordo com a base *ISI Web of Science*, foram 102 autores que publicaram no período. Em uma ordem de importância, ou seja, considerando os que mais escreveram sobre os temas conjuntos, o destaque vai para Yong Geng, Zhe Liu e Hong Li, conforme descrito na tabela 3.

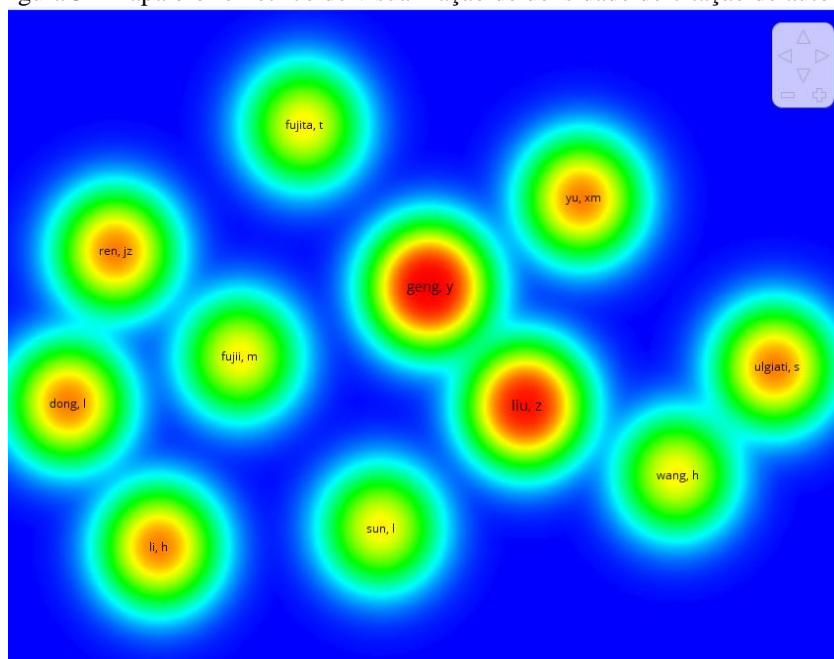
Tabela 3: Autores com maior número de publicações no tema

Ordem	Autores	Total de publicações por autor
1	GENG Y	9
2	LIU, Z	5
3	LI, H	5
4	ULGIATI, S	4
5	SARKIS, J	4
6	YU, XM; XUE, B; REN, JZ; KOPNINA, H; FUJITA, T.	3

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

Ainda, ao comparar os autores com suas publicações, fica evidente que Geng é quem mais publica. Essa análise se deu com a base metadados gerada por *ISI Web of Science* e, na sequência, processada pelo programa *VoSviewer*. Neste momento, foi gerado um mapa bibliométrico de densidade de citações de autores, conforme visualizado na Figura 3.

Figura 3– Mapa bibliométrico de visualização de densidade de citação de autores



Fonte: *ISI Web of Science* (2017)

Das fontes que publicam os resultados das pesquisas, é nítida a destinação para o *Journal of Cleaner Production*, seguido do *Sustainability*. Mesmo estando na segunda colocação, este representa apenas 27% do JCP.

Tabela 4: Título da fonte

<i>Ordem</i>	<i>Tipo</i>	<i>Total de publicações</i>
1	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	36
2	SUSTAINABILITY	10
3	RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	7
4	PROCEDIA CIRP	4
5	TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE	2
6	SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT TALLINN AND HELSINKI CONFERENCE SBE16 BUILD GREEN AND RENOVATE DEEP	2
7	PROCEEDINGS OF THE 51ST ISOCARP CONGRESS	2
8	PROCEEDINGS OF 2009 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT SCIENCE AND ENGINEERING	2
8	PROCEDIA ENVIRONMENTAL SCIENCES	2
8	INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT	2

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

Neste intervalo de tempo, 45 países publicaram estudos abordando de forma conjunta economia circular e sustentabilidade. Porém, conforme resultados da busca, China se destaca nos resultados, seguida da Inglaterra e da Holanda, conforme apresenta a tabela 5.

Tabela 5: Países com maior número de publicações – “*article*”

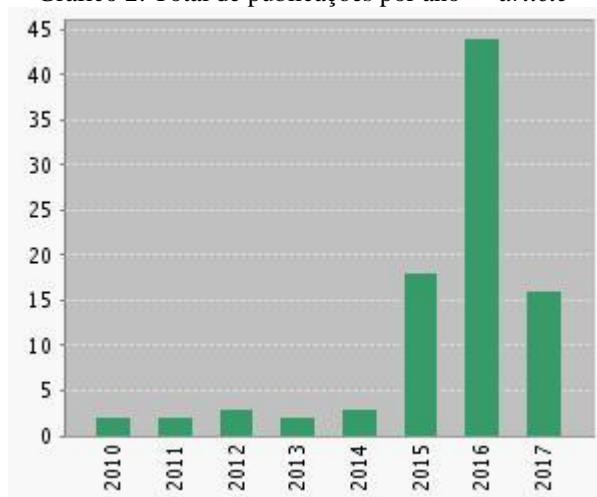
<i>Ordem</i>	<i>País</i>	<i>Total de publicações</i>
1	CHINA	39
2	INGLATERRA	26
3	HOLANDA	22
4	ITÁLIA	22
4	ALEMANHA	12
5	FINLÂNDIA	11
6	USA	7
7	JAPÃO	7
8	DINAMARCA	7
9	SUÉCIA; AUSTRALIA	6

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

## 5.2 Dos resultados direcionados com maior rigor científico

Visando direcionar os resultados do estudo, um segundo filtro de pesquisa foi a seleção somente de *Article* sobre “*circular economy*” e “*sustainability*” de forma combinada. De acordo com os resultados, foram levantados 90 *articles* sobre o tema conjunto. Conforme resultados no gráfico 2, nota-se, também a partir de 2015, um aumento crescente nas publicações, com destaque para 2016.

Gráfico 2: Total de publicações por ano – “article”



Fonte: ISI Web of Science (2017)

Até o momento desta pesquisa, 2017 apresenta 16 resultados. De 2015 (18) para 2016 (44) houve um crescimento significativo de 144%. Por este resultado, evidencia-se que há uma atenção maior ao tema, dando-se grande relevância ao assunto. As atenções para o tema conjunto se iniciaram apenas a partir de 2010, conforme visualizado na tabela 6.

Tabela 6: Total de publicações por ano

Ano	Total de publicações
2017	16
2016	44
2015	18
2014	3
2013	2
2012	3
2011	2
2010	2
2009	0
2008	0

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de ISI Web of Science (2017)

No que se refere às publicações de autores, os resultados se apresentam de forma bastante parecida, com variação para Joseph Sarkis que assume o terceiro lugar de autores que mais publicam. Yong Gen lidera a lista, com diferença de 60% do segundo maior escritor.

Tabela 7: Autores com maior número de publicações – “article”

Ordem	Autores	Total de publicações por autor
1	GENG Y	8
2	LIU, Z	5
3	SARKIS, J	4
4	YU, XM; ULGIATI, S; REN, JZ; DONG, L;	3
5	YLIMAKI, L; XUE, B; WANG, H; TAN, H; SUN, L.	2

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de ISI Web of Science (2017)

Pelo título da fonte, *Journal of Cleaner Production* apresenta-se novamente como o de maior volume de publicações, seguido de *Sustainability* e *Resources Conservation and Recycling*. A variação do primeiro para o segundo mostra em torno de 275%. A tabela 8 apresenta a ordem de importância das fontes.

Tabela 8: Título da fonte – “article”

<i>Ordem</i>	<i>Tipo</i>	<i>Total de publicações</i>
1	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	27
2	SUSTAINABILITY	8
3	RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	7
4	TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE	2
5	INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT	2
6	BIORESORICE TECHNOLOGY	2
7	WASTE MANAGEMENT RESOURCE	1

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

Na análise dos países que mais publicaram artigos sobre “*circular economy*” e “*sustainability*” (num total de 39), China ainda mantém a primeira classificação.

Tabela 9: Países com maior número de publicações – “article”

<i>Ordem</i>	<i>País</i>	<i>Total de publicações</i>
1	CHINA	26
2	INGLATERRA	19
3	HOLANDA	13
4	ITÁLIA	10
4	ALEMANHA	7
5	FINLÂNDIA	7
6	DINAMARCA	7
7	USA	6
8	JAPÃO	7
9	SUÉCIA; AUSTRALIA	4

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de *ISI Web of Science* (2017)

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi apresentar uma revisão sistemática da literatura acerca da sustentabilidade e economia circular considerando os últimos 10 anos (2008-2017), tendo como base de pesquisa a *ISI Web of Science*. Pela revisão sistemática buscou-se localizar e sintetizar a literatura sobre os estudos conjuntos realizados sobre sustentabilidade e “economia circular”, seguindo procedimentos organizados em cada etapa do processo. Os resultados demonstram as principais publicações no período, bem como os autores que mais escreveram sobre o tema, além de evidenciar o panorama anual e quais países se destacam na área. Fica evidente que o volume de estudos na área de sustentabilidade é muito amplo, ao passo que na economia circular ainda há muito a ser explorado, quando comparada à sustentabilidade. Nota-se que a China se desponta em todos os critérios de pesquisa utilizados, assim como Geng é o autor com o maior número de publicações no tema conjunto.

Os resultados também demonstram que, por uma análise da literatura, a sustentabilidade e a economia circular têm em comum o objetivo de abordar os problemas ambientais, econômicos e sociais e que a economia circular apresenta-se como uma estratégia de desenvolvimento sustentável (SU *et al*, 2013), ou seja, uma ferramenta que fortalecerá as práticas sustentáveis e auxiliará as empresas a alcançarem o proposto pelo *triple bottom line*. Ambas buscam soluções para intensificar a potencialidade de recursos disponíveis no planeta e diminuir os impactos negativos causados pelo mau uso desses recursos (AWUAH E BOOTH, 2014). Não foi propósito desta pesquisa esgotar todas as publicações sobre o assunto e por isso, fica como sugestão o desenvolvimento de pesquisas futuras de forma a complementar e aprofundar os resultados apresentados.

## 7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.O.B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A.B. Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. Pearson. 2.ed.: ampliada e revisada, 2004.

AMATO NETO, J.(organizador). Sustentabilidade e produção: teoria e prática para uma gestão sustentável. São Paulo: Atlas, 2011.

AURDAHL, I. Adopting Circular Economy principles in supply chain management of organizations: reverse logistics. *Masteroppgave*, 2016.

AWUAH, K.G.B.; BOOTH,C.A. Integrated management framework for sustainable cities: insights into multiple concepts and principles. WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 191, www.witpress.com, ISSN 1743-3541 (on-line) 2014.

BATTERHAMR.J..The mine of the future – Even more sustainable. *Minerals Engineering* 107 (2017) 2–7.

BELLEN, H. M. V. Indicadores de sustentabilidade - um levantamento dos principais sistemas de avaliação. Cadernos EBAPE.br, Volume II – Número 1 – Março 2004.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions: a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 2007.

DOVERS, S. R.A framework for scaling and framing policy problems in sustainability.*Ecological Economics*, v. 12, p. 93-106, 1995.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable Corporation/; win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, 36, n. 2, 1994.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.Towards the circular economy. Vol. 1:Economic and business rationale for an accelerated transition, 2012.

\_\_\_\_\_. Towards the circular economy. Vol.2: Opportunities for the consumer goods sector, 2013.

\_\_\_\_\_. Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015.

GENGY.;FU, J.;SARKIS, J.;XUE, B.Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production* 23 (2012) 216e224.

FALAGAS, M. E., PITSOUNI, E I., MALIETZIS, G. A., and PAPPAS, G. Comparison of Pub Med, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *FASEB J.* 22, 338–342 (2008).

GENG, Y.; SARKIS, J.; ULGATI, S.; ZHANG, P. Measuring China’s Circular Economy. *Policy Forum.Environment and Development*, 2013.

GEORGE, D. A.R.; LIN, B. C; CHEN, Y.A circular economy model of economic growth. *Environmental Modelling & Software*, 2015.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 2016.

GHUNMI, D. A.; ABU-GHUNMI, L.; KAYAL, B. ; BINO, A. Circular economy and the opportunity cost of not ‘closing the loop’ of water industry: the case of Jordan. *Journal of Cleaner Production*, 2016.

GONZÁLEZ, P., SARKIS, J., DIAZ, B. A., Environmental management system certification and its influence on corporate practices: evidence from the automotive industry. *International Journal of Operations and Production Management* 28 (11), 1021e1041, 2008.

HUAMAQ, X.; FENGQI, W. Circular economy development mode based on system theory.*Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 2007,5 (4), pp. 92-96.

KLEWITZ, J.; HANSEN, E. G. Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 2014.

- KRAJNC, D.; GLAVIC, P. Indicators of sustainable production. *Clean Techn Environ Policy* 5 (2003) 279–288.
- KOPNINA, H.; BLEWITT, J. Sustainable business: key issues. Routledge, Oxon, 2015.
- LAGES JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of the kanban system: literature review and classification. *Int. J. Prod. Econ.* 125, 13e21. 2010
- LACY, P.; RUTQVIST, J. Waste to wealth: the circular economy advantage. Accenture strategy. E-book, 2015.
- LÉLÉ, S.M. Sustainable development: A critical review. *World Development*, v.19, n.6, p.607-621, 1991.
- LI, S. The research on quantitative evaluation of circular economy based on waste input-output analysis. *International Conference on Environmental Science and Engineering. Procedia Environmental Sciences*, 2012.
- LOYOLA, R.A Economia Ambiental e a Economia Ecológica: Uma Discussão Teórica. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, ECOECO, 2, 1997, São Paulo. Anais ...São Paulo, 1997. Disponível em: [https://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ii\\_en/mesa2/4.pdf](https://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ii_en/mesa2/4.pdf). Acesso em: 20/07/2017.
- MARIANO, E.B.; SOBREIRO, V.A.; REBELATTO, D.A.N. Human development and data envelopment analysis\_ A structured literature review. *Omega* 54, 33e49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.01.002>. 2015.
- MCKENZIE, S. Social sustainability: towards some definitions. Hawke Research Institute University of South Australia Magill, South Australia, 2004
- MUELLER, C.C. O Debate dos Economistas sobre a Sustentabilidade – Uma Avaliação sob a Ótica da Análise do Processo Produtivo de Georgescu-Roegen. EST. ECON., SÃO PAULO, V. 35, N. 4, P. 687-713, OUTUBRO-DEZEMBRO 2005.
- NOYA, I.; ALDEA, X.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; GASOL, C. M.; MOREIRA, M.T.; AMORES, M.J.; MARÍN, D.; BOSCHMONART-RIVES J. Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia – A strategy to work towards Circular Economy. *Science of the Total Environment* 589 (2017) 122–129.
- RAJALA, R.; WESTERLUND, M.; TOMMI, L. Environmental sustainability in industrial manufacturing: reexamining the greening of Interface's business model. *Journal of Cleaner Production*, 2016.
- RIPANT, E.; FAN, I.; TJAHJONO, B. Maximising the retained value of product cannibalisation based on circular economy principles. *23rd International European Operations Management Association Conference* 17 – 22 June 2016, Trondheim, Norway.
- SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- SHEN, X.; QI, C. Countermeasures towards Circular Economy Development in West Regions. *Energy Procedia* 16. *International Conference on Future Energy, Environment, and Materials*, 2012.
- SMERALDI, R. O novo manual de negócios sustentáveis. São Paulo: Publifolha, 2 ed., 2009.
- STAHEL, W. R., “The utilization focused service economy: Resource efficiency,” in B. R. Allenby and D. J. Richards (eds), *The Greening of Industrial Ecosystems*, National Academy Press, Washington, DC, 178–190, 1994.
- 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*, 2013.
- VEIGA, J. E. Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI. 3ª ed. São Paulo: Garamond, 2008.
- VELTE, C. J.; STEINHILPER, R. Complexity in a Circular Economy: a need for rethinking complexity management strategies. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 2016.



WARODELL, E.;LINDHOLM, V. Circular economy – the way to a more sustainable urban environment? A study of how conversion and a circular economic business model can benefit the aspects of sustainability. *Royal Institute of Technology*, Department of Real Estate and Construction Management, Stockholm, Sweden, 2016.

YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y. The circular economy: a new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1 - 2), pp. 4 - 8, 2006.

ZHOU, Z.; CHEN, X.; XIAO, X. On evaluation model of circular economy for iron and steel enterprise based on support vector machines with heuristic algorithm for tuning hyper-parameters. *Applied Mathematics & Information Sciences – An International Journal*, 2013.