

# Vantagens, barreiras e estratégias para economia circular: uma abordagem teórica

## *Advantages, barriers and strategies for circular economy: a theoretical approach*

Vander Luiz da Silva<sup>1</sup>  
Tatiane Teixeira<sup>2</sup>  
Antonio Carlos de Francisco<sup>3</sup>  
Claudia Tania Picinin<sup>4</sup>  
João Luiz Kovaleski<sup>5</sup>  
Regina Negri Pagani<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.  
vander-luiz@hotmail.com

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.  
tteixeira888@gmail.com

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.  
acfrancisco@utfpr.edu.br

<sup>4</sup>Doutora em Administração. Universidade Positivo, Curitiba, Paraná, Brasil.  
claudiapicinin@utfpr.edu.br

<sup>5</sup>Doutor em Instrumentação Industrial. Université Joseph Fourier - Grenoble I, França.  
kovaleski@utfpr.edu.br

<sup>6</sup>Doutora em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.  
reginapagani@utfpr.edu.br

### Resumo

A Economia Circular (EC) é uma abordagem de foco atual que contempla uma série de ações, como redução de desperdícios, reutilização de recursos naturais e produtivos e reciclagem de materiais. O presente estudo teve por objetivo explorar as vantagens, barreiras e estratégias para EC. Foi realizada uma revisão sistemática de literatura nas bases de dados Science Direct, Scopus e Web of Science. Foram analisados 54 estudos, a partir da aplicação de procedimentos de filtragem e ordenação de artigos. Como resultado, observou-se que a EC é um conceito relevante e aplicável nas empresas, em decorrência de suas vantagens econômicas, ambientais e sociais almejadas, contudo, sua aplicação é complexa, demanda tempo e engloba uma diversidade de barreiras estruturais, econômicas, sociais e políticas. Os principais agentes inseridos em EC são clientes, colaboradores e fornecedores da empresa interessada, governo, pesquisadores institucionais e sociedade.

**Palavras-chave:** Economia Circular; Sustentabilidade; Gestão ambiental.

### Abstract

Circular Economy (CE) is a current focus approach, which contemplates a series of actions, such as reduction of waste, reuse of natural and productive resources and recycling of materials. The present study aimed to explore the main advantages, barriers and strategies for CE. A systematic literature review was conducted using the Science Direct, Scopus and Web of Science databases. We analyzed 54 studies, from the application of a procedure of filtering and qualification of articles. As a result, it can be observed that the Circular Economy is a reality in the current organizational context, due to its economic, environmental and social advantages. However, its application is complex, time consuming and encompasses a diversity of structural, economic, social and legislative barriers, among others. In CE the main agents are the customers, employees and industry suppliers, as well as, government, institutional researchers and society.

**Keywords:** Circular Economy; Sustainability; Environmental Management.

## 1 Introdução

Com o aumento da população nos centros urbanos e intensificação da produção nas empresas, a quantidade de resíduos gerados no ambiente aumentou-se expressivamente (Luo, 2014). A presença de resíduos também é um indicativo do uso ineficiente de matérias primas e de mecanismos falhos na gestão ambiental (Yaduvanshi; Myana; Krishnamurthy, 2016).

Com o intuito de encontrar meios para minimizar impactos ambientais, advindos da elevada proporção de resíduos gerados e descartados no ambiente sem devidos tratamentos, surgem inúmeras abordagens e práticas para desenvolvimento sustentável, uma delas, a de Economia Circular.

Em uma economia tradicional, denominada de Economia Linear, as matérias primas são extraídas do ambiente, transformadas em produtos e, após atingirem o fim do ciclo de vida, são descartados como resíduos. Por sua vez, em uma Economia Circular, de modo a eliminar desperdícios, ocorre o alongamento da vida dos produtos e/ou reinserção destes nos sistemas produtivos (Kane; Bakker; Balkenende, 2017).

A aplicação do conceito de Economia Circular (EC) abrange os Princípios 3R (Redução de desperdícios, Reutilização de recursos e Reciclagem de materiais) e, deste modo, tende a apresentar resultados promissores nos pilares ambiental, econômico (Heshmati, 2015) e social (Esa; Halog; Rigamonti, 2017).

Na literatura, constatou-se que as vantagens, barreiras e estratégias para EC não estão totalmente explícitas em um mesmo estudo. Tratando-se de uma abordagem de foco atual, as contribuições científicas que visam explorar esses três aspectos

aditem relevâncias, pois fornecem subsídios para compreensão e maior eficácia na aplicação do conceito de EC.

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo explorar as vantagens, barreiras e estratégias para EC. Para alcance deste objetivo foi realizada uma revisão sistemática de literatura nas bases de dados Science Direct, Scopus e Web of Science, adotando-se uma única combinação de palavras (“Circular Economy” and “Industry” and “Sustainability”).

As hipóteses do estudo são: i) Há carência de estudos sobre EC aplicados em organizações do Brasil, e; ii) Vantagens, barreiras e estratégias de EC não se encontram claramente agrupadas e explícitas em um mesmo estudo.

O estudo está estruturado em cinco seções. Na primeira seção, a pesquisa foi contextualizada e o seu objetivo foi apresentado. Na segunda seção apresenta-se o referencial teórico, que trata da sustentabilidade em um contexto macro e da Economia Circular. Na terceira seção encontra-se a metodologia de pesquisa. Posteriormente, os resultados são discutidos. Por fim, na quinta seção estão as considerações finais.

## 2 Referencial teórico

Elkington (1994) criou e definiu o termo “Triple Bottom Line”, que se refere ao conceito de sustentabilidade. Conforme o autor, sustentabilidade é o equilíbrio entre os pilares ambiental, econômico e social das atividades desenvolvidas pelos seres humanos no planeta. De acordo com Hawken (1994), as atividades humanas executadas em um sistema produtivo e comercial necessitam estar alinhadas ao pensamento sustentável.

Enquanto alguns pesquisadores dão prioridade a certo(s) pilar(es) da sustentabilidade, outros incluem os três pilares em macro abordagem. Na concepção de Žak (2015), o objetivo da sustentabilidade é de favorecer a integração e o alcance de desempenho ambiental, social e econômico, a partir do cumprimento de ações executadas nas organizações.

No decorrer dos anos, surgiram-se diversas abordagens ambientais que foram essenciais para o progresso da sustentabilidade. Elkington (1999) em seu estudo descreve essas abordagens:

- Impactos ambientais e consumo de recursos naturais necessitam ser limitados;
- Tecnologias de produção e desenvolvimento de novos produtos são necessários, desde que sejam sustentáveis, e;
- O desenvolvimento sustentável exigirá alterações profundas nas organizações e em seus processos produtivos.

Outros conceitos também foram criados como o “*Cradle to Cradle*” (Do Berço ao Berço), cujo um produto após atingir sua finalidade e tempo de utilização, este não é descartado em forma de rejeito, pelo contrário, seus componentes retornam aos Ciclos anteriores de Vida do Produto (McDonough; Braungart, 2002).

Baseando-se nas abordagens mencionadas, isto é, aumento de interesses no crescimento verde e sustentável pela sociedade e instituições governamentais, crescente preocupação com as mudanças climáticas, bem como o desenvolvimento de tecnologias e melhoria de processos, tem-se muito discutido sobre a gestão adequada de recursos e de resíduos aliada aos ganhos financeiros e sociais, por meio do conceito de Economia Circular (EC) (Clark *et al.*, 2016).

Na perspectiva de Žak (2015) é possível uma organização se tornar sustentável desde que sejam integrados, em um sistema, conjuntos de recursos financeiros, produtivos, entre outros, e de participações de pessoas, como funcionários, fornecedores e consumidores finais de uma organização, comunidades locais e representantes governamentais. Sendo assim, torna-se necessário a articulação de ações eficientes por parte dessas pessoas, entidades e instituições para alavancar o desenvolvimento sustentável em um país.

Murray, Skene e Haynes (2017) definem EC como um modelo que visa o reprocessamento de resíduos e a realocação adequada de recursos, visando maximizar o ecossistema e garantir o bem estar humano, de modo que o pilar econômico também seja beneficiado. De acordo com *Ellen MacArthur Foundation* (2013), a EC é um sistema industrial que remete a restauração de produtos, mudanças nos usos de recursos naturais (conscientização sustentável, redução de desperdícios de recursos, usos de fontes alternativas e renováveis de energia, entre outras), e reaproveitamento de resíduos ou fabricação de produtos por meio de resíduos gerados pela indústria.

Diferentemente de um modelo de Economia Linear, cujas operações são: Extrair as matérias primas da natureza; Transformar as matérias primas em produto, por meio de usos de recursos naturais como água e energia elétrica; Descartar os resíduos das matérias primas gerados nos processos de extração, beneficiamentos, produção, entre outros, e Descartar o produto e seus resíduos após o consumo e término de sua vida útil; Um modelo de Economia Circular visa manter os componentes, materiais e produtos em seus mais elevados níveis de utilidade (maior durabilidade e/ou realocação

e/ou reprocessamento dos mesmos) (*Ellen MacArthur Foundation*, 2015). Para Van Buren *et al.* (2016), um sistema circular permite criar valor sustentável, minimizar impactos ambientais e gerar crescimento econômico, simultaneamente.

Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), por meio de revisão sistemática de literatura, analisaram 114 definições de Economia Circular (EC) e constataram variações de entendimentos acerca deste conceito. Diante do estudo, esses autores definem EC como: um sistema econômico que substituí o conceito de “*end-of-life*” (fim de vida do produto, utilizado em uma Economia Linear) por redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de extração, produção, distribuição e consumo destes.

Uma EC apresenta alguns princípios básicos, a destacar por *Ellen MacArthur Foundation* (2013): - Reduzir os desperdícios na produção e nos demais estágios da cadeia produtiva do produto; - Projetar e/ou otimizar o produto para o emprego de novos ciclos de reutilização; - Eliminar o descarte de resíduos gerados em toda cadeia do produto, e; Empregar recursos renováveis nos processos produtivos e de reutilização.

Em uma EC todos os agentes inseridos devem repensar quanto aos sistemas produtivos (etapas produtivas, modos de operacionalização, entre

outros), consumo de produtos e gestão de resíduos, focando-se na criação de valor em toda cadeia do produto (Cucek *et al.*, 2012; De Los Rios; Charnley, 2016).

### 3 Metodologia

O presente estudo foi elaborado a partir de uma revisão sistemática de literatura, seguindo os protocolos de Pagani, Kovaleski e Resende (2015), a destacar as seguintes etapas: - Definição de bases de dados bibliográficos para pesquisa; - Definição de combinação de palavras-chave; - Definição de critérios básicos de filtragens; - Execução de buscas por artigos nas bases de dados; - Eliminação de artigos em duplicidade e fora do escopo; - Ordenação de artigos por meio de análises dos valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio* (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015), e; Leituras de artigos selecionados.

As respectivas bases de dados consultadas, palavras-chave e critérios de buscas utilizados estão apresentados no Quadro 1.

Durante a execução de buscas nas bases optou-se por não delimitar o fator tempo (período de publicações), visando o acesso a todo conteúdo disponível e tendo em vista que o tema pesquisado é de certa forma atual.

**Quadro 1** - Informações básicas para revisão sistemática de literatura

| Combinação de palavras-chave                                       | Base de dados   |        |                |
|--|---|--------|----------------|
|  | Science Direct  | Scopus | Web of Science |
| “Circular economy”<br>AND<br>“Sustainability”<br>AND<br>“Industry” | Critérios: i) Palavras-chave inseridas em “Title-Abstract-Keywords”, AND ii) Período pesquisado “all years” limitado até janeiro de 2018. |        |                |

Posteriormente, o resultado preliminar de artigos obtido foi submetido aos procedimentos de

filtragem (eliminação de artigos em duplicidade e não compatíveis

com o escopo de estudo, respectivamente), obtendo-se um portfólio de artigos.

Foi realizada a análise de valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio* (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015) no atual portfólio de artigos, que permitiu ordenar esses artigos por meio da relação fator de impacto, número de citações e ano de publicação.

Por fim, foram selecionados e analisados os artigos mais relevantes para o presente estudo e tendo como base os maiores valores de *InOrdinatio*.

#### 4 Resultados e discussões

Na Tabela 1 estão os respectivos resultados obtidos em cada uma das três bases de dados, a Science Direct, Scopus e Web of Science.

**Tabela 1** - Resultados obtidos nas bases de dados pesquisadas

| Combinação de palavras-chave                                       | Base de dados  |        |                | Total |
|--|----------------|--------|----------------|-------|
|  | Science Direct | Scopus | Web of Science |       |
| "Circular economy"<br>AND<br>"Sustainability"<br>AND<br>"Industry" | 44             | 73     | 2              | 119   |

O total de artigos obtido foi submetido aos procedimentos de filtragem, conforme apresenta a Tabela 2.

**Tabela 2** - Procedimentos de filtragem de artigos.

| Procedimento                                      | Total bruto de artigos | Total de artigos após filtragem |
|---|------------------------|---------------------------------|
| Eliminação de duplicidade                         | 119                    | 101                             |
| Eliminação de artigos fora do escopo estabelecido | 101                    | 66                              |

O portfólio de 66 artigos foi submetido ao cálculo e análise de valores de *InOrdinatio* e deste total, foram analisados 54 artigos, conforme

justificativas expostas na Tabela 3. Os artigos selecionados estão descritos no Apêndice A.

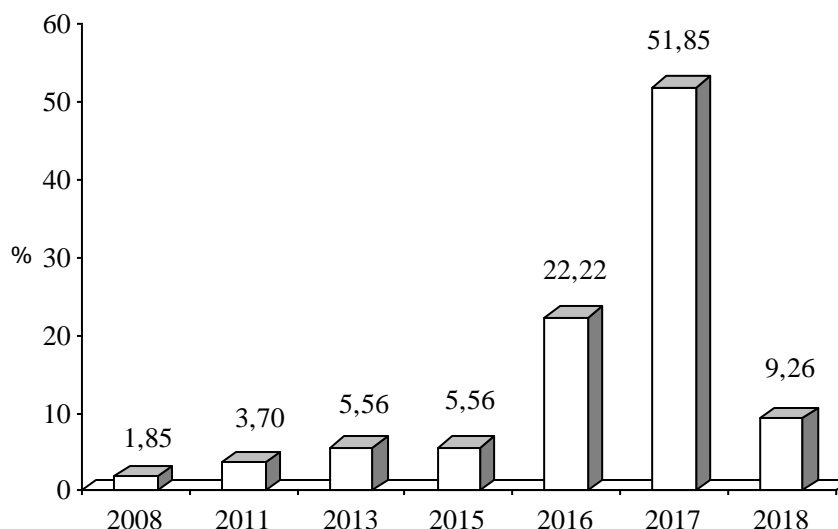
**Tabela 3** - Justificativas de seleção de artigos

| Justificativa  | Total |
|--|-------|
| Total de artigos submetidos à <i>Methodi Ordinatio</i>   | 66    |
| Artigos com maiores valores de <i>InOrdinatio</i>  | 54    |
| Artigos não analisados devido aos baixos resultados de <i>InOrdinatio</i> (zero fator de impacto e com poucas citações na literatura, sendo os artigos publicados em anos passados aos dos artigos selecionados, predominantemente). | 12    |

Uma das informações de destaque é o ano de publicação de cada artigo. Pois, a partir da análise do

período de publicações é possível constatar a atualidade do tema.

Figura 1 - Respectivos anos de publicações de artigos. \*Período pesquisado limitado até janeiro de 2018



Nota-se que o início das publicações, limitado às palavras-chave utilizadas nesta pesquisa, ocorreu no ano de 2008 e admitiu expansão ao longo dos demais anos. De acordo Stahel (2016), os modelos de EC são conhecidos desde a década de 1970, contudo, somente recentemente é que adquiriram maior importância no cenário industrial, devido à escassez de recursos naturais para produção de bens, mudanças no comportamento dos consumidores, (maior preocupação com o ambiente) (Nobre e Tavares, 2017), bem como, o reconhecimento do valor de matérias primas

desperdiçadas e danos irreversíveis ao meio ambiente (Kane; Bakker; Balkenende, 2017).

Diante dos dados expostos na Figura 1, nota-se que o tema em discussão é recente, tendo maiores índices de abordagens nos anos de 2017 (51,85%) e 2016 (22,22%), o que torna o presente estudo relevante, pois são discutidos aspectos atuais acerca da EC.

Na Tabela 4 são apresentados os artigos com maiores números de citações na literatura, por outros estudos.

Tabela 4 - Artigos mais citados na literatura

| Autor   | Título do artigo   | Ano de publicação | Número de citações |
|---|--|-------------------|--------------------|
| Mathews, J. and Tan, H.   | <i>Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative</i>    | 2011              | 178                |
| Murray, A., Skene, K. and Haynes, K.                            | <i>The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context</i> | 2017              | 109                |
| Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P. and Hultink, E.J. | <i>The Circular Economy – A new sustainability paradigm?</i>   | 2017              | 76                 |

|   |  |      |    |
|---|--|------|----|
| Genovese, A., Acquaye, A., Figueroa, A. and Koh, S. | <i>Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications</i> | 2017 | 74 |
| Winkler, H.   | <i>Closed-loop production systems-A sustainable supply chain approach</i>  | 2011 | 68 |
| Sheldon, R.   | <i>The: E factor 25 years on: The rise of green chemistry and sustainability</i>   | 2017 | 58 |

Os artigos mais citados foram dos autores Mathews e Tan (2011), com 178 citações em outros trabalhos, Murray, Skene e Haynes (2017), com 109 citações, e Geissdoerfer et al. (2017), com 76 citações.

Mathews e Tan (2011) em seu estudo tratam de discussões práticas na China relativas às aplicações de iniciativas eco industriais rumo a uma Economia Circular.

Murray, Skene e Haynes (2017), por meio de abordagens teóricas mais consistentes, discutem sobre os conceitos, aplicabilidade e limitações da EC.

Já Geissdoerfer et al. (2017) avaliaram as semelhanças existentes entre os termos Economia Circular e Sustentabilidade, de modo que seja verificada a efetividade da EC no contexto de gestão ambiental.

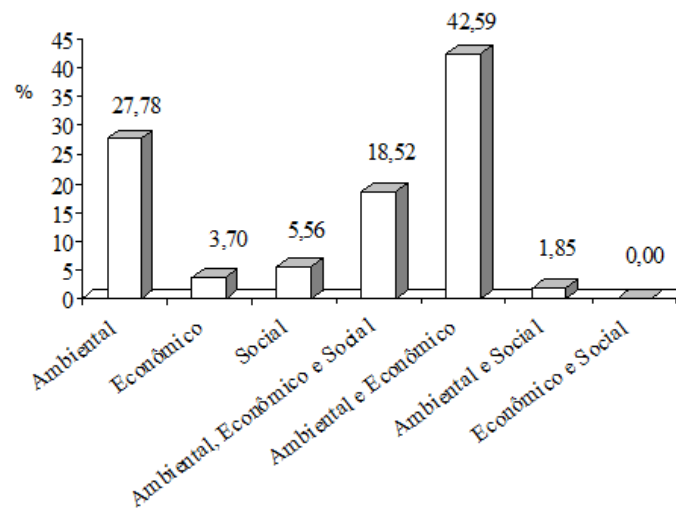
Do total de 54 artigos selecionados e analisados: 14 foram publicados no Journal of Cleaner Production; seis no Journal Sustainability;

quatro no Journal Resources, Conservation and Recycling e no Journal Waste Management and Research; três no Journal Bioresource Technology, e; dois no Journal of Industrial Ecology e no Journal ACS Sustainable Chemistry and Engineering. Os *Journals* citados apresentam fator de impacto entre 1.789 e 5.840. Os demais artigos foram publicados em *Journals* distintos aos citados.

Do total de 54 artigos, 13 são de pesquisadores filiados às universidades do Reino Unido, sete da Itália, cinco da China e quatro da Espanha. Outros países admitiram representatividades em dois ou um artigo(s), a destacar Alemanha, Áustria, Brasil, Estados Unidos, Malásia, Suécia, Suíça, Dinamarca, entre outros.

A partir de análise qualitativa de artigos pôde-se identificar quais são as respectivas esferas da sustentabilidade priorizadas pelos pesquisadores em seus estudos (Figura 2).

Figura 2 - Focos acerca da sustentabilidade priorizados nos artigos



Observou-se que a Economia Circular é relacionada, pela maior parcela dos pesquisadores, às esferas ambiental - econômico (42,59%), seguidas do foco ambiental (27,78%) e foco ambiental - econômico - social (tripé da sustentabilidade) (18,52%). De acordo com Heshmati (2015) a EC, por meio de seus princípios Redução, Reutilização e Reciclagem de materiais demonstra claramente os fortes vínculos com os pilares econômico e ambiental. Van Buren *et al.* (2016) relatam que o conceito de EC somente se tornou atraente a partir do momento em que análises econômicas atestaram os benefícios da gestão circular de recursos. Sendo assim, a integração de tais benefícios com a criação de valor ambiental, como preservação de recursos

naturais não renováveis e redução de poluição, foram elementares para EC (Murray; Skene; Haynes, 2015).

Há carência de abordagens de EC focando-se no pilar social, também constatado por Murray, Skene e Haynes (2017) & Geissdoerfer *et al.* (2017). Tal fato justifica-se em decorrência de interesses econômicos, principalmente, ou ambiental, por parte dos envolvidos, e também pelo fato dos aspectos sociais não serem priorizados na elaboração de modelos de EC.

A Economia Circular tem maior foco ambiental e econômico, embora, reflète em vantagens nas três esferas da sustentabilidade, como descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais vantagens de aplicação do conceito Economia Circular

| Esfera    | Vantagem  | Autor   |
|-----------|---|---|
| Ambiental | Fortalecer compromisso da indústria com a sustentabilidade ambiental. | Esa, Halog & Rigamonti (2017).                              |
|           | Favorecer o desenvolvimento sustentável.                              | Sarkis <i>et al.</i> (2008)<br>Winning <i>et al.</i> (2017) |



|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
|                              | Reduzir impactos ambientais.   | Winkler (2011), Supino <i>et al.</i> (2017), Tingley, Cooper & Cullen (2017), Nobre & Tavares (2017), Hou <i>et al.</i> (2017), Molina Moreno <i>et al.</i> (2017), Van Buren <i>et al.</i> (2016).                             |
|                              | Beneficiar os ecossistemas.  | Murray, Skene & Haynes (2017)   |
| <b>Ambiental e Econômico</b> | Reduzir desperdícios e o descarte de resíduos no ambiente.   | Stahel (2013), Thomas & Birat (2013), Accorsi <i>et al.</i> (2015), Wang, Xu & Zhu (2015), Despeisse <i>et al.</i> (2017),  |
| <b>Econômico</b>             | Melhorar a imagem e/ou marca(s) da indústria perante o mercado.  | Esa, Halog & Rigamonti (2017)<br>Hsieh <i>et al.</i> (2017)   |
|                              | Maximizar a competitividade da indústria no mercado.   | Esa, Halog & Rigamonti (2017).  |
|                              | Reduzir custos   | Esa, Halog & Rigamonti (2017).<br>Sperandio <i>et al.</i> (2017)  |
|                              | Direcionar resíduos para produção de outros produtos rentáveis.  | Wang, Xu & Zhu (2015)<br>Laso <i>et al.</i> (2016)<br>Renzulli <i>et al.</i> (2016)<br>Todeschini <i>et al.</i> (2017)<br>Hsieh <i>et al.</i> (2017)<br>Sperandio <i>et al.</i> (2017)<br>Schwager, Dunjic & Kaltenecker (2017) |
| <b>Social e Econômico</b>    | Gerar empregos com a criação de novas atividades econômicas.   | Van Buren <i>et al.</i> (2016)<br>Sadhukhan <i>et al.</i> (2018)  |
| <b>Social</b>                | Melhorar as condições de trabalho, de saúde e de segurança das pessoas, a partir da adequada gestão de resíduos dispostos no ambiente. | Esa, Halog & Rigamonti (2017).  |

É notório um maior número de vantagens para as esferas econômico e ambiental. Pode-se considerar que as vantagens econômicas são primordiais para alavancar as aplicações de modelos de EC (Van Buren *et al.*, 2016). De acordo com Winning *et al.* (2017), uma EC deve melhorar a produtividade de recursos produtivos e reduzir o desperdício e a poluição no meio ambiente, principalmente.

Diante das vantagens explicitadas no Quadro 2, é possível observar que todos os envolvidos, direta ou indiretamente, na EC podem ser beneficiados: as indústrias podem reduzir seus

custos relativos aos desperdícios de matérias primas, maximizar lucro com o processamento de resíduos de matérias primas ou reprocessamento de produtos em descarte, bem como, obter reconhecimento do consumidor por adotar princípios da sustentabilidade em seus processos; enquanto que o meio ambiente é beneficiado com a redução de impactos ambientais, como geração excessiva de resíduos, e; por consequência, a sociedade é contemplada com a geração de empregos e renda (Luo, 2014), e um ambiente mais sustentável e equilibrado para se viver.

Apesar das vantagens, surgem barreiras para aplicação de Economia Circular nas indústrias, de maneira geral, conforme descritas no Quadro 3.

**Quadro 3** - Principais barreiras para aplicação do conceito Economia Circular

| Classe                          | Barreira   | Autor  |
|---------------------------------|--|--|
| <b>Barreiras econômicas</b>     | Falta de recursos financeiros e técnicos para aplicação de princípios de Economia Circular.  | Ormazabal et al. (2016)<br>Shahbazi et al. (2016)<br>Van Buren et al. (2016)<br>Aid et al. (2017)    |
| <b>Barreiras sociais</b>        | Falta de interesses por parte de envolvidos. Pois, ganhar a aceitação do público para os princípios de EC consiste em uma condição importante. | Van Buren et al. (2016)<br>Aid et al. (2017)   |
|                                 | Comportamento do consumidor orientado a outros atributos que não a sustentabilidade.   | Ruggieri et al. (2016)   |
| <b>Barreiras tecnológicas</b>   | Falta de estrutura e tecnologias nas indústrias  | O'Connor et al. (2016)<br>Aid et al. (2017)  |
| <b>Barreiras informativas</b>   | Modos de como proceder com relação à aplicação de conceito EC, e carência de estratégias eficientes.   | Aid et al. (2017)  |
| <b>Barreiras políticas</b>      | Burocratizações complexas.   | Aid et al. (2017)  |
|                                 | Falta de estímulos às empresas sob forma fiscal e financeira.  | Ruggieri et al. (2016),<br>O'Connor et al. (2016), Fischer & Pascucci (2016), Moktadir et al. (2018) |
| <b>Barreiras legislativas</b>   | Regulamentos ineficientes, pois leis e normas desempenham um papel fundamental na possibilidade de estimular a aplicação do conceito EC.       | Ruggieri et al. (2016)   |
| <b>Barreiras técnicas</b>       | Falta de colaboração em toda cadeia de suprimentos (fornecedores, distribuidores e clientes).  | Tingley, Cooper & Cullen (2017),<br>Todeschini et al. (2017)   |
| <b>Barreiras institucionais</b> | Padrões estruturais que enraizaram ao longo dos anos e tornam-se práticas diárias. Isto é, permanência do conceito de economia linear.         | Van Buren et al. (2016)  |
| <b>Barreiras gerenciais</b>     | A transição para uma economia circular exige o desenvolvimento do conhecimento sobre modelos, técnicas e procedimentos específicos.            | Van Buren et al. (2016)<br>Moktadir et al. (2018)  |

Há maior incidência de barreiras econômicas e políticas, como a falta de recursos financeiros e falta de estímulos fiscais nas indústrias, o que resulta em menor aderência a aplicação do conceito de EC. É importante que a indústria identifique quais

barreiras são mais impactantes, de modo que essas sejam gerenciadas adequadamente.

Nos estudos analisados foram extraídas as prováveis estratégias generalizadas de EC, como apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Estratégias para aplicação do conceito Economia Circular

| Estratégia  | Autor   |
|---|---|
| Identificar se os produtos fornecidos tornam-se obsoletos, no decorrer de usos, e quais os procedimentos para recuperação destas obsolescências.  | Esa, Halog & Rigamonti (2017).<br>Kane, Bakker & Balkenende (2017)  |
| Conscientizar pessoas sobre a importância da gestão de resíduos.  | Esa, Halog & Rigamonti (2017)                                       |
| Incluir explicitamente a dimensão social na abordagem de Economia Circular, em termos de bem estar humano.  | Geissdoerfer <i>et al.</i> (2017),<br>Murray, Skene & Haynes (2017) |
| Criar e/ou fortalecer redes da cadeia de suprimentos sustentáveis, que buscam metas econômicas e ambientais em seus processos.  | Winkler (2011),<br>Todeschini <i>et al.</i> (2017)                  |
| Aplicar mudanças quanto ao modo como os agentes da organização (desenvolvedores de produtos, empresários, entre outros) exploram e obtêm valor de produtos.   | Despeisse <i>et al.</i> (2017)                                      |
| Prolongar o tempo de usos de produtos.  | Stahel (2013)   |
| Os consumidores devem estar devidamente orientados para comportamentos de consumo sustentáveis.   | Todeschini <i>et al.</i> (2017)                                     |
| Conceber indicadores que permitam avaliar os avanços obtidos com relação à eficiência em termos de redução, reutilização e reciclagem de resíduos gerado no modelo de economia linear, de modo a determinar o grau de aproximação de qualquer processo específico ao modelo de Economia Circular aplicado.          | Molina-Moreno <i>et al.</i> (2017)                                  |
| Para que uma economia circular se materialize, é necessária uma abordagem integrada que se centre em uma transição de longo prazo no sistema. Para configurar o processo de transição, muitos agentes (públicos e privados) (empresas, autoridades, cidadãos e instituições de pesquisa) precisam estar envolvidos. | Van Buren <i>et al.</i> (2016)                                      |
| Um fator importante para o desenvolvimento da Economia Circular é a melhoria do nível tecnológico para ajudar a alcançar ganhos conjuntos na economia e no desempenho ambiental.  | Sarkis <i>et al.</i> (2008)   |
| Aplicar mudanças completas nos processos de produção e atividades de consumo, bem como implementar tecnologias de produção mais limpas.   | Schwager, Dunjic & Kaltenecker (2017)                               |
| Adotar como base para EC instrumentos e procedimentos aprendidos de países com economias já desenvolvidas, embora, é fundamental a educação, conscientização e treinamento de pessoas no país de origem, primeiramente.   | Yaduvanshi, Myana & Krishnamurthy (2016)                            |
| Necessidade de uma abordagem colaborativa entre indústria, governo e instituições de pesquisa e de fomento.   | Supino <i>et al.</i> (2016)   |
| Disponibilidade de tecnologias adequadas e procedimentos eficientes de Economia Circular.   | O'Connor <i>et al.</i> (2016)                                       |

Há uma série de estratégias para Economia Circular. Tais estratégias não necessariamente serão aplicadas em uma mesma organização, no entanto,

demonstram-se importantes para ganhos de desenvolvimento sustentável.

As estratégias mencionadas no Quadro 4 não substituem um procedimento de aplicação de EC.

Porém, complementam ações relativas ao procedimento adotado pela organização e pelos demais agentes envolvidos.

## 5 Considerações finais

A Economia Circular é uma realidade no atual contexto organizacional, em decorrência de suas vantagens econômicas, ambientais e sociais. No entanto, sua aplicação é complexa e envolve agentes, como cliente, funcionários da indústria, fornecedores, governo e sociedade.

No presente estudo foram exploradas as prováveis vantagens, barreiras e algumas das estratégias básicas para EC na organização. As esferas / pilares econômico e ambiental foram os que apresentaram maiores números de vantagens.

Há maior incidência de barreiras econômicas e políticas, enfatizando a falta de recursos financeiros aliada à falta de estímulos às indústrias.

Diante do estudo apresentado, é possível compreender melhor o conceito de EC, tendo em vista as discussões atuais acerca do assunto, elaboradas a partir de revisão sistemática de literatura. As vantagens e barreiras também podem ser facilmente entendidas.

Para alcance das vantagens mencionadas, é importante que as barreiras que inibem a aplicação da EC sejam superadas, e que um modelo de EC seja devidamente elaborado e ações conjuntas e estratégicas sejam executadas.

No Brasil há carências de estudos aplicados sobre o tema Economia Circular, focando-se no desenvolvimento sustentável em âmbito nacional.

Sugere-se a realização de pesquisas futuras que se propõem em discutir sobre as prevalências de vantagens e barreiras em contexto industrial prático, por meio de estudos de caso, bem como propostas e exemplificações de modelos de EC aplicáveis.

## Referências

- Accorsi, R., Manzini, R., Pini, C., & Penazzi, S. (2015). On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations. *Journal of Transport Geography*, 48, 121-134.
- Aid, G., Eklund, M., Anderberg, S., & Baas, L. (2017). Expanding roles for the Swedish waste management sector in inter-organizational resource management. *Resources, Conservation and Recycling*, 124, 85-97.
- Cucek, L., Klemeš, J.J., & Kravanja, Z. (2012). A review of footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. *J. Cleaner. Prod.* 34, 9-20.
- De Los Rios, I. C., & Charnley, F. J. (2016). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*.
- Despeisse, M., Baumers, M., Brown, P., Charnley, F., Ford, S.J., Garmulewicz, A., Knowles, S., Minshall, T. H. W., Mortara, L., Reed-Tsochas, F.P. and Rowley, J. (2017). Unlocking value for a circular economy through 3D printing: a research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 75-84.
- Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-Win-Win business strategies for sustainable development. *California Management Review*.
- \_\_\_\_\_. (1999). *Cannibals with forks: the Triple Bottom Line of 21 st Century Business*. United Kingdom: Capstone.
- Ellen Macarthur Foundation (2013). *Towards the Circular Economy*. Reino Unido.
- \_\_\_\_\_. (2015). *Rumo à Economia Circular: o racional de negócio para acelerar a transição*.
- Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, L. (2017). Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 219-229.
- Fischer, A., & Pascucci, S. (2017). Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 155, 17-32.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2016). The Circular Economy—A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*.
- Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, 66, 344-357.

- Hawken, P. (1994). *The ecology of commerce*. HarperCollins.
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 221-232.
- Heshmati, A. (2015). *A review of the Circular Economy and its Implementation*. Germany: Iza.
- Hou, H., Yao, Y., Liu, S., Duan, J., Liao, Q., Yu, C., ... & Dai, Z. (2017). Recycled tetrahedron-like CuCl from waste Cu scraps for lithium ion battery anode. *Waste Management*, 65, 147-152.
- Hsieh, Y. C., Lin, K. Y., Lu, C., & Rong, K. (2017). Governing a sustainable business ecosystem in Taiwan's circular economy: The story of spring pool glass. *Sustainability*, 9(6).
- Clark, J. H., Farmer, T. J., Herrero-Davila, L., Sherwood, J. (2016), *Verde Chem*, 18, 3914-3934.
- Kane, G. M., Bakker, C. A., & Balkenende, A. R. (2017). Towards design strategies for circular medical products. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 38-47.
- Laso, J., Margallo, M., Celaya, J., Fullana, P., Bala, A., Gazulla, C., Irabien, A. and Aldaco, R. (2016). Waste management under a life cycle approach as a tool for a circular economy in the canned anchovy industry. *Waste Management & Research*, 34(8), 724-733.
- Luo, C. (2014). Circular Economy and urban wastes resources recycling. *American Journal of Trade and Policy*, 1(3), 23-26.
- Mathews, J. A., & Tan, H. (2011). Progress toward a circular economy in China. *Journal of industrial ecology*, 15(3), 435-457.
- McDonough, W.; Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remarking the way we make things*. New York: North Point Press.
- Moktadir, M. A., Rahman, T., Rahman, M. H., Ali, S. M., & Paul, S. K. (2018). Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1366-1380.
- Molina-Moreno, V., Leyva-Díaz, J. C., Llorens-Montes, F. J., & Cortés-García, F. J. (2017). Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry. *Water*, 9(9), 653.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380.
- Nobre, G. C., & Tavares, E. (2017). Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study. *Scientometrics*, 111(1), 463-492.
- O'Connor, M. P., Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., & Plata, D. L. (2016). A strategy for material supply chain sustainability: enabling a circular economy in the electronics industry through green engineering.
- Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Santos, J. (2016). An overview of the circular economy among SMEs in the Basque country: A multiple case study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(5), 1047.
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., Resende, L. M. (2015). Methodi ordinatio®: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109-2135.
- Renzulli, P. A., Notarnicola, B., Tassielli, G., Arcese, G., & Di Capua, R. (2016). Life Cycle Assessment of Steel Produced in an Italian Integrated Steel Mill. *Sustainability*, 8(8), 719.
- Ruggieri, A., Braccini, A. M., Poponi, S., & Mosconi, E. M. (2016). A Meta-Model of Inter-Organisational Cooperation for the Transition to a Circular Economy. *Sustainability*, 8(11), 1153.
- Sadhukhan, J. et al. (2018). Role of bioenergy, biorefinery and bioeconomy in sustainable development: Strategic pathways for Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Sarkis, J. and Zhu, H. (2008), Information technology and systems in China's circular economy, *Journal of Systems and Information Technology*, 10, 202-217.
- Schwager, P., Dunjic, B., & Kaltenecker, I. (2017). Success and failure of the Chemical Leasing model in addressing sustainability challenges: Evidence from practice. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 8, 14-17.
- Shahbazi, S., Wiktorsson, M., Kurdve, M., Jönsson, C., & Bjelkemyr, M. (2016). Material efficiency in manufacturing: Swedish evidence on potential, barriers and strategies. *Journal of Cleaner Production*, 127, 438-450.
- Sheldon, R. A. (2017). The E factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability. *Green Chemistry*, 19(1), 18-43.
- Sperandio, G., Amoriello, T., Carbone, K., Fedrizzi, M., Monteleone, A., Tarangioli, S. and Pagano, M. (2017). Increasing the value of spent grain from craft microbreweries for energy purposes. *Chemical Engineering Transactions*, 58, 487-492.
- Stahel, W. R. (2013). Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the

- throwaway society. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 371(1986).
- Supino, S., Malandrino, O., Testa, M., & Sica, D. (2016). Sustainability in the EU cement industry: the Italian and German experiences. *Journal of Cleaner Production*, 112, 430-442.
- Thomas, J. S., & Birat, J. P. (2013). Methodologies to measure the sustainability of materials—focus on recycling aspects. *Revue de Métallurgie—International Journal of Metallurgy*, 110(1), 3-16.
- Tingley, D. D., Cooper, S., & Cullen, J. (2017). Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a UK perspective. *Journal of Cleaner Production*, 148, 642-652.
- Todeschini, B. V., Cortimiglia, M. N., Callegaro-de-Menezes, D., & Ghezzi, A. (2017). Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges. *Business Horizons*, 60(6), 759-770.
- Van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability*, 8(7), 647.
- Wang, H., Xu, X., & Zhu, G. (2015). Landscape Changes and a Salt Production Sustainable Approach in the State of Salt Pan Area Decreasing on the Coast of Tianjin, China. *Sustainability*, 7(8), 10078-10097.
- Winkler, H. (2011). Closed-loop production systems - A sustainable supply chain approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 243-246.
- Winning, M., Calzadilla, A., Bleischwitz, R., & Nechifor, V. (2017). Towards a circular economy: insights based on the development of the global ENGAGE-materials model and evidence for the iron and steel industry. *International Economics and Economic Policy*, 14(3), 383-407.
- Yaduvanshi, N. R., Myana, R., & Krishnamurthy, S. (2016). Circular Economy for Sustainable Development in India. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(46).
- Żak, A. (2015). Triple bottom line concept in theory and practice. *Research Papers of the Wrocław University of Economics/Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (387).

## APÊNDICE A

**Quadro 5** - Informações básicas dos artigos selecionados e valores de *InOrdinatio* de *Methodi Ordinatio*

| Ranking | Autor   | Título do artigo   | Ano  | Número de Citações | Valores de <i>InOrdinatio</i> |
|---------|---|--|------|--------------------|-------------------------------|
| 1       | Mathews, J. and Tan, H.   | <i>Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative</i>            | 2011 | 178                | 218,00                        |
| 2       | Murray, A., Skene, K. and Haynes, K.                            | <i>The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context</i>         | 2017 | 109                | 209,00                        |
| 3       | Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P. and Hultink, E.J. | <i>The Circular Economy – A new sustainability paradigm?</i>   | 2017 | 76                 | 176,01                        |
| 4       | Genovese, A., Acquaye, A., Figueroa, A. and Koh, S.             | <i>Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications</i> | 2017 | 74                 | 174,00                        |
| 5       | Sheldon, R.   | <i>The: E factor 25 years on: The rise of green chemistry and sustainability</i>   | 2017 | 58                 | 158,01                        |
| 6       | Despeisse, M. et al.  | <i>Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda</i>                                     | 2017 | 27                 | 127,00                        |
| 7       | Winkler, H.   | <i>Closed-loop production systems-A sustainable supply chain approach</i>  | 2011 | 86                 | 126,00                        |

|    |   |   |      |    |        |
|----|---|---|------|----|--------|
| 8  | Supino, S., Malandrino, O., Testa, M. and Sica, D.  | <i>Sustainability in the {EU}\ cement industry: the Italian and German experiences</i>  | 2016 | 28 | 118,01 |
| 9  | Fischer, A. and Pascucci, S.  | <i>Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry</i>                                    | 2017 | 13 | 113,01 |
| 10 | Nasir, M., Genovese, A., Acquaye, A., Koh, S. and Yamoah, F.  | <i>Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry</i>   | 2017 | 13 | 113,00 |
| 11 | Sadhukhan, J. et al.  | <i>Role of bioenergy, biorefinery and bioeconomy in sustainable development: Strategic pathways for Malaysia</i>  | 2018 | 1  | 111,01 |
| 12 | Herczeg, G., Akkerman, R. and Hauschild, M.Z.   | <i>Supply chain collaboration in industrial symbiosis networks</i>  | 2018 | 1  | 111,01 |
| 13 | Rios, I.C.D.I. and Charnley, F.J.S.   | <i>Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design</i>  | 2017 | 11 | 111,01 |
| 14 | Millward-Hopkins, J., Busch, J., Purnell, P., Zwirner, O., Velis, C., Brown, A., Hahladakis, J. and Iacovidou, E. | <i>Fully integrated modelling for sustainability assessment of resource recovery from waste</i>   | 2018 | 1  | 111,00 |
| 15 | Moktadir, M.A., Rahman, T., Rahman, M.H., Ali, S.M. and Paul, S.K.  | <i>Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh</i>                             | 2018 | 0  | 110,01 |
| 16 | Egea, F.J., Torrente, R.G. and Aguilar, A.  | <i>An efficient agro-industrial complex in Almería (Spain): Towards an integrated and sustainable bioeconomy model</i>                                    | 2018 | 0  | 110,00 |
| 17 | Esa, M.R., Halog, A. and Rigamonti, L.  | <i>Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia</i>   | 2017 | 7  | 107,00 |
| 18 | Nobre, G. and Tavares, E.   | <i>Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study</i>                           | 2017 | 7  | 107,00 |
| 19 | Shahbazi, S., Wiktorsson, M., Kurdve, M., Jönsson, C. and Bjelkemyr, M.   | <i>Material efficiency in manufacturing: swedish evidence on potential, barriers and strategies</i>   | 2016 | 16 | 106,01 |
| 20 | Ma, S., Hu, S., Chen, D. and Zhu, B.  | <i>A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy</i> | 2015 | 26 | 106,01 |
| 21 | Kılış, Ş. and Kılış, B.   | <i>Integrated circular economy and education model to address aspects of an energy-water-food nexus in a dairy facility and local contexts</i>            | 2017 | 5  | 105,01 |



|    |  |  |      |    |        |
|----|--|--|------|----|--------|
| 22 | Batterham, R.J.  | <i>The mine of the future – Even more sustainable</i>  | 2017 | 3  | 103,00 |
| 23 | van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R. and Witlox, F.               | <i>Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments</i>  | 2016 | 13 | 103,00 |
| 24 | Tingley, D.D., Cooper, S. and Cullen, J.                                     | <i>Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a {UK}\ perspective</i>  | 2017 | 2  | 102,01 |
| 25 | O'Connor, M.P., Zinnerman, J.B., Anastas, P.T. and Plata, D.L.               | <i>A Strategy for Material Supply Chain Sustainability: Enabling a Circular Economy in the Electronics Industry through Green Engineering</i>              | 2016 | 12 | 102,01 |
| 26 | Molina-Moreno, V., Leyva-Díaz, J., Llorens-Montes, F. and Cortés-García, F.  | <i>Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry</i> | 2017 | 2  | 102,00 |
| 27 | Hildebrandt, J., Bezama, A. and Thrän, D.                                    | <i>Cascade use indicators for selected biopolymers: Are we aiming for the right solutions in the design for recycling of bio-based polymers?</i>           | 2017 | 2  | 102,00 |
| 28 | Hsieh, Y.-C., Lin, K.-Y., Lu, C. and Rong, K.                                | <i>Governing a sustainable business ecosystem in Taiwan's circular economy: The story of spring pool glass</i>   | 2017 | 2  | 102,00 |
| 29 | Winning, M., Calzadilla, A., Bleischwitz, R. and Nechifor, V.                | <i>Towards a circular economy: insights based on the development of the global ENGAGE-materials model and evidence for the iron and steel industry</i>     | 2017 | 2  | 102,00 |
| 30 | Aid, G., Eklund, M., Anderberg, S. and Baas, L.                              | <i>Expanding roles for the Swedish waste management sector in inter-organizational resource management</i>   | 2017 | 1  | 101,00 |
| 31 | Todeschini, B.V., Cortimiglia, M.N., Callegaro-de-Menezes, D. and Ghezzi, A. | <i>Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges</i>                          | 2017 | 1  | 101,00 |
| 32 | Ziyani, L., Boulangé, L., Nicolăi, A. and Mouillet, V.                       | <i>Bitumen extraction and recovery in road industry: A global methodology in solvent substitution from a comprehensive review</i>                          | 2017 | 0  | 100,01 |
| 33 | Sadhukhan, J. and Martinez-Hernandez, E.                                     | <i>Material flow and sustainability analyses of biorefining of municipal solid waste</i>   | 2017 | 0  | 100,01 |
| 34 | Wall, D.M., McDonagh, S. and Murphy, J.D.                                    | <i>Cascading biomethane energy systems for sustainable green gas production in a circular economy</i>  | 2017 | 0  | 100,01 |
| 35 | Dahlbo, H., Poliakova, V., Mylläri, V., Sahimaa, O. and Anderson, R.         | <i>Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland</i>   | 2017 | 0  | 100,00 |



|    |  |  |      |    |        |
|----|--|--|------|----|--------|
| 36 | Kane, G.M., Bakker, C.A. and Balkenende, A.R.  | <i>Towards design strategies for circular medical products</i>   | 2017 | 0  | 100,00 |
| 37 | Hou, H., Yao, Y., Liu, S., Duan, J., Liao, Q., Yu, C., Li, D. and Dai, Z.                              | <i>Recycled tetrahedron-like CuCl from waste Cu scraps for lithium ion battery anode</i>   | 2017 | 0  | 100,00 |
| 38 | Husgafvel, R., Poikela, K., Honkatukia, J. and Dahl, O.  | <i>Development and piloting of sustainability assessment metrics for arctic process industry in Finland-The biorefinery investment and slag processing service cases</i> | 2017 | 0  | 100,00 |
| 39 | Schwager, P., Dunjic, B. and Kaltenecker, I.   | <i>Success and failure of the Chemical Leasing model in addressing sustainability challenges: Evidence from practice</i>   | 2017 | 0  | 100,00 |
| 40 | Sperandio, G., Amoriello, T., Carbone, K., Fedrizzi, M., Monteleone, A., Tarangioli, S. and Pagano, M. | <i>Increasing the value of spent grain from craft microbreweries for energy purposes</i>   | 2017 | 0  | 100,00 |
| 41 | Ng, K., Head, I., Premier, G., Scott, K., Yu, E., Lloyd, J. and Sadhukhan, J.                          | <i>A multilevel sustainability analysis of zinc recovery from wastes</i>   | 2016 | 10 | 100,00 |
| 42 | Ruggieri, A., Braccini, A., Poponi, S. and Mosconi, E.   | <i>A meta-model of inter-organisational cooperation for the transition to a circular economy</i>   | 2016 | 10 | 100,00 |
| 43 | Laso, J., Margallo, M., Celaya, J., Fullana, P., Bala, A., Gazulla, C., Irabien, A. and Aldaco, R.     | <i>Waste management under a life cycle approach as a tool for a circular economy in the canned anchovy industry</i>  | 2016 | 9  | 99,00  |
| 44 | Rama Mohan, S.   | <i>Strategy and design of Innovation Policy Road Mapping for a waste biorefinery</i>   | 2016 | 7  | 97,01  |
| 45 | Ng, K. and Martinez Hernandez, E.  | <i>A systematic framework for energetic, environmental and economic (3E) assessment and design of polygeneration systems</i>   | 2016 | 7  | 97,00  |
| 46 | Reh, L.  | <i>Process engineering in circular economy</i>   | 2013 | 36 | 96,00  |
| 47 | Accorsi, R., Manzini, R., Pini, C. and Penazzi, S.   | <i>On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations</i>                                     | 2015 | 15 | 95,00  |
| 48 | Stahel, W.   | <i>Policy for material efficiency - Sustainable taxation as a departure from the throwaway society</i>   | 2013 | 34 | 94,00  |
| 49 | Yaduvanshi, N., Myana, R. and Krishnamurthy, S.  | <i>Circular economy for sustainable development in India</i>   | 2016 | 3  | 93,00  |

|    |  |   |      |    |       |
|----|--|---|------|----|-------|
| 50 | Renzulli, P.,<br>Notarnicola, B.,<br>Tassielli, G., Arcese,<br>G. and Di Capua, R. | <i>Life cycle assessment of steel produced in an Italian integrated steel mill</i>  | 2016 | 2  | 92,00 |
| 51 | Ormazabal, M.,<br>Prieto-Sandoval, V.,<br>Jaca, C. and Santos,<br>J.               | <i>An overview of the circular economy among SMEs in the Basque Country: A multiple case study</i>  | 2016 | 2  | 92,00 |
| 52 | Wang, H., Xu, X.<br>and Zhu, G.  | <i>Landscape changes and a salt production sustainable approach in the state of salt pan area decreasing on the coast of Tianjin, China</i> | 2015 | 3  | 83,00 |
| 53 | Thomas, J.-S. and<br>Birat, J.-P.  | <i>Methodologies to measure the sustainability of materials - Focus on recycling aspects</i>  | 2013 | 9  | 69,00 |
| 54 | Sarkis, J. and Zhu,<br>H.  | <i>Information technology and systems in China's circular economy: Implications for sustainability</i>                                      | 2008 | 39 | 49,00 |

**Recebido em: 29 mar. 2018 / Aprovado em: 11 jun. 2018**

**Para referenciar este texto**

Silva, V. L. da., Teixeira, T., Francisco, A. C. de., Picinin, C. T., Kovaleski, J. L., & Pagani, R. N. (2019). Vantagens, barreiras e estratégias para economia circular: uma abordagem teórica. *Exacta*, 17(4), 238-255. <https://doi.org/10.5585/Exacta.v17n4.8519>.