

ECONOMIA CIRCULAR: CONCEITOS E CONTRIBUIÇÕES NA GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS

Adna Caroline Vale Oliveira¹
Aline de Souza Silva²
Ícaro Thiago Andrade Moreira³

RESUMO

Diante da intensa atividade industrial, a questão ambiental começou a ser levantada somente a partir da década de 60, em que o capitalismo fruto da Revolução Industrial ignorava os danos ambientais, impactando também à sociedade. A Economia Circular (EC) propõe uma transição da produção linear, para um modelo focado na reinserção de resíduos no ciclo produtivo, minimizando a extração de matéria prima e os impactos causados pela disposição inadequada de resíduos no meio ambiente. O presente trabalho tem por objetivo apresentar os pressupostos, conceitos, limitações e contribuições da EC para o gerenciamento de resíduos urbanos. Foi realizado uma revisão sistemática a partir da plataforma Scopus e ScienceDirect como principal resultado, a predominância de publicações da China e Europa, possivelmente pelo fato da Economia Circular ocupar o topo das agendas de decisões políticas. Ao valorizar os resíduos, a Economia Circular deixa de vê-los como “lixo” e os tornam importantes na cadeia produtiva, o que leva à redução das pressões ambientais.

Palavras-chave: Economia circular; Bioeconomia; Resíduos urbanos; Ciclo fechado.

CIRCULAR ECONOMY: CONCEPTS AND CONTRIBUTIONS IN URBAN WASTE MANAGEMENT

ABSTRACT

Faced with the intense industrial activity, the environmental issue began to be raised only from the 60's, when the capitalism resulting from the Industrial Revolution ignored the environmental damage, also impacting society. Circular Economy (CE) proposes a transition from linear production to a model focused on the reintegration of waste in the production cycle, minimizing the extraction of raw materials and the impacts caused by improper disposal of waste in the environment. This paper aims to present the assumptions, concepts, limitations and contributions of CE to the urban waste management. A systematic review was conducted from the Scopus and ScienceDirect platform as the main result, the predominance of publications from China and Europe, possibly because the Circular Economy occupies the top of the political decision agendas. By valuing waste, Circular Economy no longer sees it as “garbage” and makes it important in the production chain, which leads to the reduction of environmental pressures.

Keywords: Circular economy; Bioeconomy; Urban wastes; Closed loop.

¹ Engenheira Ambiental e Sanitarista - UNIVERSIDADE SALVADOR –UNIFACS. E-mail: adnacarliine@hotmail.com

² Biotecnologista na Universidade Federal da Bahia – UFBA. E-mail: aln.souzasilva@gmail.com

³ Professor adjunto da Universidade Federal da Bahia – Departamento de Engenharia Ambiental E-mail: icarotam@gmail.com

JEL: Q57, Q58.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica populacional, o desenvolvimento econômico e a rápida urbanização têm por consequência pressão ambiental em termos de consumo de recursos e geração de resíduos especialmente alta nas cidades e principalmente, em países subdesenvolvidos (HOORNWEG et al., 2013, MINGHUA et al., 2009).

Com a Revolução Industrial, a produção agrária feudal foi substituída pela produção de mercados, onde a variedade de bens materiais e a força de trabalho humano tornaram-se mercadorias, ou capitais. O modelo econômico linear, iniciado durante a Revolução Industrial no século XVIII, através das inovações científicas e tecnológicas exploratórias, ignoravam os limites do dano à longo prazo que estavam causando ao meio ambiente e, conseqüentemente, à sociedade (GIDDENS, 1991; PRIETO-SANDOVAL, 2018).

Diante da intensa atividade industrial, a questão ambiental começou a ser levantada somente no final da década de 1960 e início da de 1970 com os movimentos ambientalistas. Dois marcos importantes nesta época: em 1962, com a publicação do livro Primavera Silenciosa de Rachel Carson que alertou para os impactos do uso de químicos no pós-guerra e Estocolmo, em 1972, fortalecendo a consciência pública quanto aos impactos ambientais. Em resposta a Estocolmo, agendas do clima, convenções e leis, surgiram com a finalidade de tornar o desenvolvimento econômico menos impactante ao meio ambiente e à população (POTT; ESTRELA, 2017).

O conceito de economia circular (EC) propõe a manutenção do valor dos recursos extraídos e produzidos em circulação por meio de cadeias produtivas integradas. O destino de um material deixa de ser uma questão de gerenciamento de resíduos, mas parte do processo de design de produtos e sistemas; com o objetivo de aumentar a eficiência do uso de recursos, com foco especial em resíduos urbanos e industriais, para alcançar um melhor equilíbrio e harmonia entre economia, meio ambiente, e sociedade (WEBSTER, 2015).

Em um nível geral, envolve uma mudança da economia linear do 'extrair-transformar-descartar' para uma mais circular, na qual as práticas de 'extrair' e 'descartar' são pequenas, se não inexistentes. O conceito de resíduo como rejeito

passa a ter uma outra concepção, de que, cada material está dentro de um fluxo cíclico, possibilitando a trajetória dele ‘do berço ao berço’ – de produto a produto, preservando e transmitindo seu valor (COHEN-ROSENTHAL, 2000; JURGILEVICH, et al., 2016; WEBSTER, 2015).

Manifestar uma mudança de paradigma exige transformação na forma como a sociedade legisla, produz e consome inovações, enquanto também usa a natureza como inspiração para responder às necessidades sociais e ambientais (HOFSTRA; HUISINGH, 2014).

Neste contexto, este artigo tem por objetivo analisar o conceito e os pressupostos da Economia Circular (EC), trazendo conceitos teóricos desde a economia linear a ecológica para relação de economia e meio ambiente, bem como a relação da economia circular resíduos urbanos.

O artigo está organizado da seguinte maneira: na seção seguinte a descrição da metodologia empregada, em seguida discussões de aspectos ligados à EC e por fim as considerações finais.

2 METODOLOGIA

O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho consiste em revisão sistemática da literatura mediante pesquisa bibliométrica. A pesquisa foi realizada a partir dos bancos de dados Scopus e ScienceDirect devido às suas abrangências de dados de produção científica.

No geral, foram utilizados mecanismos de buscas através do uso de palavras-chave sobre o presente tema. As palavras-chave usadas incluíram os termos “*circular AND economy*”, “*bioeconomy*” e “*urban AND waste AND management*”, com objetivo de identificar os pressupostos, definições e limitações da economia circular enquanto um novo paradigma no contexto da gestão de resíduos urbanos. Vale ressaltar que a Economia Circular e a Bioeconomia são sinônimos, entretanto a EC utiliza o ciclo técnico, cujos produtos não são absorvidos pelo ciclo biogeoquímico (VEIGA, 2019). Já a Bioeconomia utiliza insumos e ciclos biológicos abrangendo intervenções biotecnológicas para fornecer produtos, processos e serviços de forma circular (MOHAN et al., 2019).

Inicialmente, foram pesquisados apenas artigos de pesquisas aplicadas e artigos de revisão da literatura sobre a Economia Circular. Foi realizada uma

pesquisa bibliométrica utilizando apenas as expressões “*circular economy*” e “*bioeconomy*”. Em seguida, uma nova pesquisa correlacionando a expressão “*circular AND economy*” e “*bioeconomy*” com “*urban AND waste AND management*”. O quantitativo de publicações nas bases Scopus e ScienceDirect estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantitativo de artigos por palavras-chave

	Scopus	ScienceDirect
<i>circular AND economy</i>	1850	1533
<i>(circular AND economy) AND (urban AND waste AND management)</i>	499	436
<i>bioeconomy</i>	488	375
<i>(bioeconomy) AND (urban AND waste AND management)</i>	27	60

Quanto aos autores que se destacam no quantitativo de publicações sobre EC, 19 deles foram realizados por Yong Geng, seguido por Mari Lundström (13 publicações), Mario Pagliaro (10 publicações), Luca Fraccascia (10 publicações).

Yong Geng costuma tratar a Economia Circular em seus trabalhos como uma importante ferramenta para o desenvolvimento sustentável. Geng publicou artigos sobre gerenciamento de resíduos sólidos de construções, estudos de caso sobre conscientização pública relacionada à Economia Circular, comparações entre estratégias da EC em diferentes cidades chinesas, entre outros.

Embora Yong Geng tenha o maior número de publicações sobre EC, o autor encontra-se em quarto lugar no quantitativo de citações. Na Tabela 2 estão os cinco trabalhos mais citados sobre EC conforme a base Scopus.

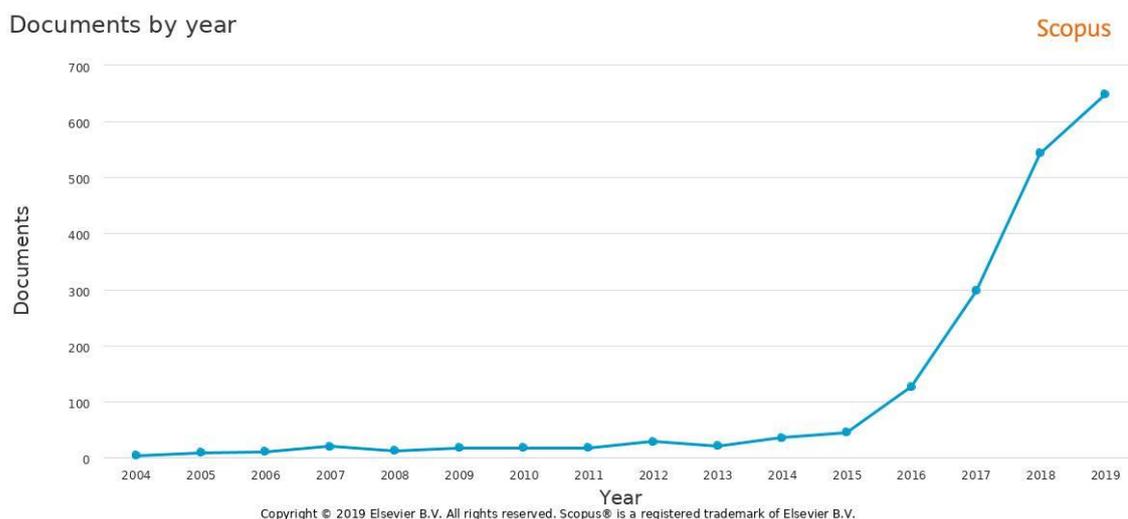
Tabela 2 – Artigos mais citados, Scopus, 2019

Título do Artigo	Autores	Ano	Quantidade de citações
<i>A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems</i>	Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S.	2016	609
<i>The Circular Economy – A new sustainability paradigm?</i>	Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J.	2017	424
<i>Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry</i>	Lieder, M., Rashid, A.	2016	324
<i>A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation</i>	Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X.	2013	271
<i>Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions</i>	Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M.	2017	252

Traçando uma linha do tempo de publicações de artigos acerca da Economia Circular, observou-se que existem trabalhos que tratam do tema desde 2004, entretanto o crescimento exponencial de publicações se deu a partir de 2014 (Gráfico 1) especialmente entre autores do Reino Unido e da China. No Reino Unido, a Fundação Ellen MacArthur foi responsável por implementar e divulgar ideias circulares através de relatórios lançados em 2014, além do Plano de Ação da União Europeia em 2015 e de iniciativas locais e regionais a partir de 2016, com intuito de repensar de forma sustentável o consumo, a produção, a gestão de resíduos e matérias-primas (GONZALES, T. 2018). Na China a EC foi incorporada pelo governo chinês como um novo modelo de desenvolvimento sustentável, o que se tornou um dos planos base para o crescimento econômico do país. Yong Geng et al (2012) enfatizam a importância de divulgar indicadores de EC pelo governo chinês “para que informações objetivas e credíveis sobre o status da implementação da EC

possam ser reconhecidas”. Tal ação deu visibilidade à Economia Circular, especialmente no Ocidente.

Gráfico 1 – Publicações de artigos sobre Economia Circular em anos



Fonte: Scopus (2019).

Cabe ressaltar que, para a construção deste trabalho, foram consultados também livros de autores que substanciaram a discussão sobre a Economia Circular como *As Consequências da Modernidade*, de Anthony Giddens (1991). Além disto, foram consultados também autores de artigos que não estavam nos rankings previamente mencionados, visto que também os conteúdos publicados se tornaram relevantes na construção deste trabalho.

3 DISCUSSÃO

3.1 Do linear à circular: limites da economia convencional

A economia mundial, bem como os seus sistemas urbano-industriais, está estruturada e organizada segundo um modelo linear e aberto, que se baseia em extrair, transformar, produzir, distribuir, consumir e descartar bens e serviços. Essas funções elementares da economia ocorrem dentro do ambiente natural, servindo-se dele para a sua manutenção e para a externalização de saídas do processo na forma de poluentes dos mais diversos (VEIGA, 2019).

No contexto da economia convencional, as questões relacionadas ao meio ambiente geralmente são negligenciadas. O modelo econômico típico não contempla restrições ambientais, foca apenas em fluxos e variáveis do domínio econômico; assim, existe uma incompatibilidade entre os níveis de produção e consumo atuais e a disponibilidade de recursos naturais. (MANKIW, 2004; CAVALCANTTI, 2010).

Karl Marx acreditava na manutenção do sistema econômico sem a entrada de recursos naturais, em seu "esquema de reprodução simples", que, determinava as condições de equilíbrio do sistema econômico, ou o fluxo de bens necessários para manter a produção funcionando, mas sem crescer. Marx (1988) diz que:

Qualquer que seja a forma social do processo de produção, este tem de ser contínuo ou percorrer periodicamente, sempre de novo, as mesmas fases. Uma sociedade não pode parar de consumir, tampouco deixar de produzir. Considerado em sua permanente conexão e constante fluxo de sua renovação, todo processo social de produção é, portanto, ao mesmo tempo, processo de reprodução (MARX, 1988, p. 145).

Herman Daly, um importante economicista ecológico, enfatiza que o “decrescimento da economia é inevitável visto que há uma limitação material da Terra”. Em outras palavras, ter como base econômica um sistema que trata como externalidade os impactos ambientais é se limitar a gerar apenas crescimento econômico até quando os recursos para tal feito estiverem disponíveis (CECHIN; VEIGA, 2010).

Na tentativa de se ter um sistema econômico em que o meio ambiente esteja incluso, é apresentada a economia ambiental. A economia ambiental se preocupa em dar preço à natureza, com a tendência de vê-la como amenidade (uma ideia implícita na noção vulgar do “verde”). Apesar de fazer referência ao ecossistema, a atividade econômica continua sendo vista como o todo dominante ainda isolado e o ecossistema como uma dispensa ou almoxarifado, uma microeconomia (CAVALCANTTI, 2010).

O pressuposto inalterado, economia e ecossistema em incongruência, um sistema isolado não se conecta como exterior, portanto, inexistente preocupação com o meio ambiente, os recursos naturais, a poluição e a depleção (CAVALCANTTI, 2010).

Em fins da década de 1980, o aumento da preocupação com a manutenção do ecossistema e dos impactos derivados da degradação ambiental causada pelo

homem, tornou possível o surgimento da economia ecológica. Avaliava de forma mais abrangente as relações entre a ecologia e a economia e o impacto dos processos econômicos nos ecossistemas e nas relações sociais (ROMEIRO, 2012; SAES et al., 2018).

O termo “economia ecológica”, pode facilmente ser confundido com a noção de economia ambiental. A economia ecológica atribui à natureza a condição de suporte insubstituível de tudo o que a sociedade pode fazer. É reconhecido que não existe sociedade, economia, sem sistema ecológico, mas pode haver meio ambiente sem sociedade e economia (CAVALCANTTI,2010).

De modo geral, a economia ecológica está alicerçada no pensamento de Georgescu-Roegen (1971), o sistema econômico consome a natureza (matéria e energia de baixa entropia, que são os meios fundamentais à disposição do mundo), inexoravelmente fornecendo lixo (matéria e energia de alta entropia) de volta ao sistema natural. O processo econômico sob a ótica da Termodinâmica, implica uma mudança fundamental na percepção dos problemas de alocação de recursos e de como eles devem ser tratados, do mesmo modo que uma revisão da dinâmica do crescimento econômico (SAES et al., 2018; CAVALCANTTI, 2010).

No centro dos debates a respeito da insustentabilidade da Economia Linear e dos indícios de que uma nova forma de pensar a economia é necessária, surgiram várias escolas de pensamento que explanam conceitos como reciclagem ciclo de vida, reuso, reaproveitamento e regeneração. Tais conceitos surgiram com o objetivo de mitigar os impactos ambientais do modelo linear e juntos se transformaram em um novo modelo, a Economia Circular, apresentada como uma alternativa ao paradigma econômico vigente (TORRES JR; PARINI, 2017; VEIGA,2019; SEHNEM,2019).

3.2 Economia circular, pressupostos, conceitos e definições

3.2.1 Escolas de pensamento

Segundo a EMF (2012), as principais escolas que participaram da construção do conceito de Economia Circular são: Design regenerativo; Economia de performance; Cradle-to-Cradle (do berço ao berço); Ecologia Industrial e Biomimética.

3.2.2 Design regenerativo

O conceito de design regenerativo surgiu na década de 1970 e pode ser associado ao professor norte-americano John T. Lyle, que desenvolveu estudos associados à ideia de que todos os sistemas, a começar pela agricultura, poderiam ser conduzidos de forma que os próprios processos poderiam renovar ou regenerar as fontes de energia e os materiais por eles consumidos (ELLEN MACARTHUR; FOUNDATION, 2012, p. 26; VEIGA, 2019).

3.2.3 Economia de performance

Em 1976, o arquiteto e analista industrial suíço Walter Stahel cunhou a ideia de uma economia em ciclos (“loops”) cujos objetivos principais são a extensão do ciclo de vida do produto, a produção de bens de consumo duráveis, a restauração de produtos e a prevenção do desperdício (VEIGA, 2019; GONZALEZ, 2018).

3.2.4 Cradle- to-Cradle (do berço ao berço)

Esse modelo foi desenvolvido e certificado pelo químico alemão Michael Braungart e pelo arquiteto americano Bill McDonough, que visavam a produção de impactos positivos e redução dos negativos e da ineficiência energética e material nos processos produtivos. Pode-se dizer que essa escola de pensamento é uma das mais influentes na formação da Economia Circular, pois ela baseia-se na noção de que todos os materiais utilizados nos processos produtivos sejam nutrientes, contidos em duas categorias de fluxos industriais: técnicos e biológicos (EMF, 2012; TORRES JR.; PARINI, 2017; GONZALEZ, 2018).

3.2.5 Ecologia industrial

Estudo dos fluxos materiais e energéticos que passam por todos os sistemas indústrias, parte do princípio da criação de processos em ciclos fechados em que os resíduos sirvam como insumos a novos produtos (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2015; GONZALEZ, 2018).

3.2.6 Biomimética

Apresentada por Benyus (2003), é definida como uma disciplina que estuda as melhores ideias da natureza com o propósito de reproduzi-las em projetos e processos para resolver problemas humanos (VEIGA,2019).

3.2.7 Conceitos e definições

A palavra circular é atribuída ao conceito por conta da existência de dois grandes ciclos nos quais o modelo se firma, o ciclo biogeoquímico e o ciclo técnico. O ciclo biogeoquímico diz respeito aos insumos e resíduos biológicos já o ciclo técnico é que vai absorver o que o biogeoquímico não foi capaz como por exemplo peças ainda utilizáveis que podem ser restauradas ou recicladas e assim reutilizadas, diminuindo a substituição por um novo produto que demandaria mais insumos e energia para ser produzido (MURRAY; SKEN; HAYNES, 2015; EMF, 2012; GONZALEZ, 2018).

O termo economia circular aparece na literatura em diferentes áreas de conhecimento. Cada área atribui a origem do conceito a um pesquisador em específico. O princípio da economia circular não é novo e aparece em 1848, R.W. Hofman, primeiro presidente da Royal Society of Chemistry, diz que:

Em uma fábrica de produtos químicos ideal, não há nenhum desperdício, mas apenas produtos. Quanto melhor uma fábrica real faz uso de seus resíduos, quanto mais se aproxima de seu ideal, maior é o lucro” (SEHNEM, 2019; LANCASTER 2002; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

O conceito de economia circular pode ser considerado uma combinação de antigos conceitos bem estabelecidos de eficiência de recursos, considerando ao mesmo tempo o aspecto econômico da economia de recursos e os ganhos potenciais que ela acumula (MILIOS,2018).

No processo de mudança de paradigma, diversos autores contribuíram em seus estudos para a formulação e definição do conceito de economia circular.

Pearce e Turner (1990) afirmam que o termo "economia circular" foi usado pela primeira vez na literatura ocidental na década de 1980, para descrever um sistema fechado de interações economia-ambiente. A definição de EC recentemente mais empregada foi fornecida pela Fundação Ellen MacArthur (2012), afirmando que,

Economia circular é um sistema industrial restaurativo ou regenerativo por intenção e design. Ele substitui o conceito de 'fim de vida' por restauração, muda para o uso de energia renovável, elimina o uso de produtos químicos tóxicos que prejudicam a reutilização e visa a eliminação de resíduos através do design superior de materiais, produtos, sistemas e, dentro disso, modelos de negócios. (MACARTHUR, 2012, p.7)

Em consonância, Peters et al. (2007), Geng e Doberstein, (2008) e Yang e Feng (2008) definem EC como “um circuito fechado de energia, materiais e fluxo de resíduos com o objetivo de aumentar a eficiência de recursos” (Pietro- Sandoval, 2018). Outras reivindicações definem EC da seguinte forma:

A economia circular é um sistema econômico que se baseia em modelos de negócios que substituem o conceito de 'fim de vida' por redução, reutilização e reciclagem de materiais em processos de produção / distribuição e consumo, operando no nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques eco-industriais) e macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica a criação de qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, benefício das gerações atuais e futuras (KIRCHHERR et al., 2017).

Para Xue et al. (2010), economia circular é “o resultado de mais de uma década de esforços para a prática do desenvolvimento sustentável pelas comunidades internacionais, uma a abordagem detalhada. ”

Diversos significados e definições dadas por estudiosos de campos diferentes do conhecimento estão ligados ao termo economia circular. Entre eles há em comum o pressuposto de um conceito de sistema de ciclo fechado, focado no aumento da eficiência de recursos e diminuição de resíduos possibilitando o crescimento e desenvolvimento econômico impactando minimamente o ecossistema.

3.3 Economia circular e resíduos urbanos: matéria prima secundária

São crescentes as preocupações com a quantidade de resíduos produzidos e o aumento do custo da matéria-prima. Surgem apelos em vários setores da sociedade por maiores investimentos ao desenvolvimento de novas tecnologias, objetivando o reaproveitamento de resíduos e uma melhor eficiência na reciclagem do 'lixo' com ações capazes inclusive de movimentar a economia e gerar uma menor dependência de recursos naturais (FOSTER et.al., 2016).

Os princípios estabelecidos pela Economia Linear em conjunto com suas práticas indissociáveis, compõem seu conceito conhecido por 3R's, sendo assim reduzir, reutilizar, reciclar. No sistema linear, de acordo com a Fundação EllenMacArthur (2010), o descarte de produtos e matéria significa que toda a sua energia residual foi perdida. A incineração ou reciclagem dos produtos descartados recupera somente uma pequena porção dessa energia, enquanto, que a reutilização preserva significativamente mais energia. O uso de recursos energéticos no modelo de produção linear é tipicamente mais intenso nas áreas superiores da cadeia de suprimentos, por exemplo na extração de materiais para conversão em uso comercial (RIBEIRO et.al., 2016).

Tendo em vista que as destinações atuais não são capazes de solucionar satisfatoriamente os problemas ambientais relacionados aos resíduos, existe a necessidade de encontrar não apenas alternativas de disposição final, mas opções que considerem o problema dos resíduos de forma sistêmica e que englobem o modelo produtivo como um todo, a Economia Circular ambiciona 'revolucionar' as bases estruturais (conceito) da Economia Linear, por considerar que sua prática (atuação) "unidirecional de extração, produção e deposição", não contribui para a diminuição da extração e consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, na redução da produção de resíduos (BONCIU, 2014, apud FOSTER, 2016).

Para viabilizar os objetivos da EC no que tange a melhor gestão de resíduos urbanos, a EMF (2012) enuncia alguns princípios, estes podem ser resumidos como: *projetar a não-geração de resíduos*: se observa o ecossistema, vê-se que não existe a ideia de resíduos, tudo que é descartado por algum organismo é aproveitado por outro, *criar resiliência por meio do estímulo à diversidade*: um produto será mais apto a ter maior vida útil na economia (sendo reutilizado, atualizado, reparado, remanufaturado) conforme forem concebidas estratégias de projeto como a modularidade, a versatilidade e a adaptabilidade, pensar de forma sistêmica: assim como na ecologia a EC recomenda que não se deva restringir as análises à compreensão do funcionamento de cada elemento, mas sim à avaliação da inter-relação das partes, *conectar os elementos dos sistemas pelos fluxos*: fazer com que os produtos, subprodutos e resíduos de um elemento do sistema possam ser recuperados e utilizados por outros ("wasteis food"), seja no caso de sistemas biológicos (compostagem de restos de comida para uso fertilizante, por exemplo), seja

no caso dos sistemas tecnológicos (reciclando materiais para novo uso na economia), *criar incentivos e sinais ao mercado*: políticas públicas específicas, para assegurar condições de estabilidade aos devidos investimentos – até porque atualmente o sistema de preços não reflete os custos externos do uso de recursos ou da geração de resíduos.

3.3.1 Valorização da matéria prima secundária

No âmbito do gerenciamento dos resíduos urbanos como por exemplo das águas residuais e resíduos sólidos a EC desempenha um papel fundamental, pois atua para a valorização das matérias primas secundárias, que são aquelas que já tiveram alguma função ou que já fizeram parte de alguém produto ou processo produtivo, não vistas mais como rejeito e sim matéria prima incorporados no processo de produção aliviando as pressões da obtenção de matéria prima e impactos do descarte incorreto e perda de energia, além de transformar a questão da gestão de resíduos em oportunidade econômica (GONZALEZ, 2019).

3.3.2 Limitações da economia circular

Vale ressaltar que a reutilização e reciclagem sem fim não é possível, considerando que todo material perde suas características ao longo do tempo e precisa ser descartado. Para que se tenha uma real eficiência no reaproveitamento no processo, há uma exigência por inovações tecnológicas focadas na extensão da vida útil do material, além da formulação de sistemas de recuperação eficientes e eficazes de resíduos antigos que possam estar escondidos em aterros sanitários ou armazenados fora de uso em algum lugar e sua reintrodução na economia, são necessários para o cumprimento da visão da EC (PRIETO-SANDOVAL, 2018).

Formuladores de políticas e os atores econômicos não conhecem nem os princípios básicos da economia circular, nem seu impacto na economia, reduzindo assim a consolidação deste modelo econômico. Esbarra-se também em uma mudança de comportamento social, pois, a população continua crescendo e cresce também o consumo e geração de resíduos, dificultando a formação fechada de círculos materiais sem reduzir a intensidade material nos padrões de produção e consumo por meio de estratégias de eficiência e suficiência (STAHEL, 2013; ALCOTT, 2008).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo contribuir para esclarecer aspectos e conceitos da economia circular e sua relação com a gestão de resíduos. Ao longo do trabalho foi apresentado as limitações do modelo econômico linear e o processo para se chegar ao conceito de Economia Circular. Foi possível perceber a importância do surgimento do conceito de EC bem como do amplo campo de pesquisa em que a EC está interligada.

Em relação ao gerenciamento de resíduos urbanos, a EC possibilita a valorização destes resíduos, deixa de ser visto como “lixo” e passa a desempenhar um papel importante na cadeia produtiva diminuindo assim as pressões ambientais na obtenção de matéria prima bem como no destino final do produto.

REFERENCIAS

AYRES, R. U. Industrial metabolism. In: AUSUBEL, J. (Ed.). **Technology and Environment**. Washington: National Academy Press, 1989.

BAUMAN, Z. **Confiança e medo na cidade**. Tradução de Eliana Aguiar. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2005

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**, v. 15, p. 1337-1348, 2007.

BONCIU, F. The European Economy: From a Linear to a Circular Economy. **Romanian Journal of European Affairs**, v. 14, n. 4, p. 78-91, 2014.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1969.

CECHIN, A; VEIGA, J. E. O fundamento central da Economia Ecológica. In: MAY, Peter (Org.) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. RJ: Elsevier/Campus, 2010.

CECHIN, Andrei Domingues; VEIGA, José Eli da. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Rev. Econ. Polit.** São Paulo, v. 30, n. 3, p. 438-454, jul./set. 2010.

DIEZ, T.; POSADA, A. The fab and the smart city: the use of machines and technology for the city production by its citizens. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TANGIBLE, EMBEDDED AND EMBODIED INTERACTION. ACM, 7., 2013, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona, 2013. p. 447-454.

GIDDENS, A. **Asconsequências da modernidade**. Tradução de Raul Fiker. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

GENG, Mitchell, ZHU. Q. Teaching industrial ecology at Dalian university of technology. **J. Ind. Ecol.**, v. 13, p. 978-989, 2009.

GENG, Doberstein. B. Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development' Int. **J. Sustain. Dev. World Ecol.**, v. 15, p. 231-23, 92008.

PETERS, G.P.; WEBER, C.L; GUAN, D. K. Hubacek. China's growing CO(2) emissions- a race between increasing consumption and efficiency gains Environ. **Sci. Technol.**, v. 41, p. 5939-5944, 2007.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition.** Isle of Wight: EMF, 2012. (v. 1).

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the circular economy - Vol. 2. Opportunities for the consumer goods sector.** Isle of Wight: EMF, 2013

FOSTER, A.; ROBERTO, S. S.; IGARI, A. T. **Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica.** Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo, 2016.

Hoorne, D.; Bhada-Tata, P.; Kennedy, C. A produção de resíduos deve atingir o pico neste século. **Nature.** v. 502, p. 615 – 617, 2013.

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 8, n.2, 2001.

HOFSTRA, Nel; HUISINGH, Donald. Eco-innovations characterized: A taxonomic classification of relationships between humans and nature. **Journal of Cleaner Production**, v. 66, p. 459–468, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.036>>.

JONG, M. et al. Sustainable–smart– resilient–low carbon–eco–knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 25–38, 2015.

KIRCHHERR, D. Reike, M. Hekkert. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resour. Conserv. Recycl**, v. 127, p. 221-232, 2017

LACERDA, C. S.; CÂNDIDO, G. A. Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa.** Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 13-30.

LEE, H. et al. Towards Ubiquitous City: Concept, Planning, and Experiences. **Igi Global**, v. 2, 148–169, 2009.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **J Bus Ethics**, v. 140, n. 3, p. 69–380, 2017.

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 8, n.2, 2001.

MINGHUA, Zhu et al. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. **Waste management**, New York, v. 29. p. 1227-33, 2008.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **J Bus Ethics**, v. 140, n. 3, p, 69–380, 2017.

OHEN-ROSENTHAL, Edward. A Walk on the Human Side of Industrial Ecology. **Behavioral Scientist**, v. 44, n. 2, p. 245–264, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0002764200044002007>>.

POTT, Crisla; COSTA ESTRELA, Carina. Histórico ambiental: Desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31. p. 271- 283, 2017. Disponível em: <10.1590/s0103-40142017.31890021> .

PRIETO-SANDOVAL, Vanessa; JACA, Carmen; ORMAZABAL, Marta. Towards a consensus on the circular economy. **Journal of Cleaner Production**. v. 179, p. 605-615, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>>.

QUESNEY, F. **Tableau Économique**. Londres: MacMillan, 1972.

RAI, P. T. **Townships for sustainable cities**. v. 37, p. 417–426, 2012.

ROMEIRO, A. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.

SEHNEM, S. Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

VEIGA, Rosângela Mendanha da. **Do lixão à economia circular: um salto possível?** 2019. 418 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2170>>.

PEARCE, DW; Turner, RK. **Economics of natural resources and the environment**. Hemel Hempstead, Herts: Harvester Wheatsheaf, 1990.

TORRES Jr., A. S. e PARINI, F. P. Economia Circular – Evolução e perspectiva inovadora. In: SemeAd: 20., 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2017.

GONZALEZ, TS. **Economia circular**: comparação dos avanços à transição entre brasil e união europeia. 2018. 10 f. TCC (Bacharelado em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018

XUE, X.P et al. Survey of officials' awareness on circular economy development in China: based on municipal and county level. **Resour. Conserv. Recycl**, v. 54, p. 1296-130, 2010.

YANG S., Feng. Case study of industrial symbiosis: nanning sugar Co., ltd. in China **Resour. Conserv. Recycl**, v. 52, p. 813-820, 2008.

ZELLER, Edgar; et al. Urban waste flows and their potential for a circular economy model at city-region level. **Waste Management**, v. 83, p. 83-94, 2019.